

# YAPAY SİNİR AĞLARI METODOLOJİSİ İLE MAKROEKONOMİK ZAMAN SERİLERİNDE ÖNGÖRÜ MODELLEMESİ<sup>1</sup>

## FORECAST MODELLING OF MACROECONOMIC TIME SERIES WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS METHODOLOGY

Yrd. Doç. Dr. Özgür POLAT<sup>2</sup>

Prof. Dr. Sinan TEMURLENK<sup>3</sup>

### ÖZET

Bu çalışmada Yapay Sinir Ağları'nın makroekonomik zaman serilerinin öngörü modellemesinde kullanımı amacıyla, İmalat Sanayi Üretim Endeksi verilerinin 1999:1-2006:12 dönemi aylık veriler kullanılarak, 2007 yılı 12 aylık öngörü değerleri hesaplanmıştır. Yapay Sinir Ağları metodolojisi ile hesaplanan öngörü değerleri ve İmalat Sanayi Eğilimi sonuçlarının öngördüğü değerler, gerçekleşen değerler ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda hesaplanan öngörü performans kriter değerlerinde, Yapay Sinir Ağları yöntemi ile elde edilen değerlerin, İmalat Sanayi Eğilimi öngörülerini ile elde edilen değerlerden daha düşük olduğu ve dolayısıyla öngörü hesaplamasında Yapay Sinir Ağlarının daha iyi sonuçlar verdiği sonucu elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Sinir Ağları, İmalat Sanayi Üretim Endeksi, İmalat Sanayi Eğilimi, Öngörü

### ABSTRACT

In this study, 2007 monthly values of Manufacturing Industry Production Index were forecasted with Artificial Neural Networks using monthly data of Manufacturing Industry Production Index for the period of 1999:1-2006:12. Forecasted values of Manufacturing Industry Production Index and values of Manufacturing Industry Tendency Index forecasts are compared with real values of Manufacturing Industry Production Index. In comparison of forecasting performance criteria, it is concluded that forecasting performance of Artificial Neural Networks are better than forecasting performance of Manufacturing Industry Tendency Index.

**Key Words:** Artificial Neural Networks, Manufacturing Industry Production Index, Manufacturing Industry Tendency, Forecasting

<sup>1</sup> Bu makale, Özgür POLAT'ın 2009 yılında savunduğu ve danışmanlığını Prof.Dr. Sinan TEMURLENK'in yaptığı "Yapay Sinir Ağları Metodolojisi İle Zaman Serilerinde Öngörü Modellemesi" isimli Türkiye İstatistik Kurumu Uzmanlık tezinden yararlanılarak yazılmıştır.

<sup>2</sup> Dicle Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, [zgrplt@hotmail.com](mailto:zgrplt@hotmail.com)

<sup>3</sup> Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, [temurlenk@atauni.edu.tr](mailto:temurlenk@atauni.edu.tr)

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda iktisadi öngörü birçok farklı perspektiften yoğun bir araştırmanın odağı haline gelmiştir. Bu ilginin sonucu olarak; öngörü hesaplamalarında kullanılan istatistiksel modeller ve tekniklerin, makroekonomik öngörülerdeki başarısızlığın sebeplerinin anlaşılması, farklı öngörü tekniklerinin göreceli üstünlüklerinin karşılaştırılması ve değerlendirilmesi, nokta öngörülerde meydana gelen başarısızlıkların nedenlerine ait daha kapsamlı açıklamaların üretilmesi ve değerlendirilmesi ve öngörülerin genel ihtiyaca daha uygun bir hale getirilmesi gibi konularda çok ciddi ilerlemeler elde edilmiştir (Clements ve Hendry, 2004: XI).

Daha iyi öngörülerin elde edilebilmesi iktisadi karar vericiler ve iktisadi politikaları belirleyiciler için büyük önem arz etmektedir. Bundan dolayı iktisadi öngörü literatüründeki gelişmeler sayesinde daha isabetli öngörülerin yapılması makroekonomik planlayıcılar için büyük önem arz etmektedir. İktisat teorisi çerçevesinde, makroekonomik değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkilerinden dolayı, gelecekte herhangi bir makroekonomik değişkende meydana gelecek değişimin ilişkili olduğu diğer değişkenlerde meydana getireceği zincirleme etki vasıtasıyla ülke ekonomisinde meydana gelebilecek muhtemel ekonomik kriz gibi olumsuzlukların önceden öngörülmesi ülke ekonomisi için hayati önem taşımaktadır.

Ekonomi için bu denli önemli olan iktisadi öngörü konusunda her geçen gün literatürde Yapay Sınır Ağları (YSA) ile yapılan yeni çalışmalar, bu yöntemin uygulanabilirliği ve isabetli öngörü yeteneği konusunda destekleyici sonuçlar verdiği görülmektedir.

Bu çalışmada, İmalat Sanayi Üretim Endeksi (İSÜE) verilerinin 2007 yılı öngörü değerleri YSA yöntemi kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) aylık İmalat Sanayi Eğilim Anketi<sup>4</sup> verilerini kullanılarak hesaplandığı İmalat Sanayi Eğilimi (İSE) ile hesaplanan öngörü değerleri ve gerçek değerler ile karşılaştırılarak YSA yönteminin ekonomik zaman serilerinin öngörüsündeki performansı belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde YSA kullanılarak SÜE öngörülerinin konu alan literatürdeki diğer çalışmalara kısaca değinilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan YSA metodolojisi özet halinde anlatılmıştır. Dördüncü bölümde çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar verilmiştir. Beşinci bölümde ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

## 2. Literatür Taraması

Literatürde YSA'nın ekonomik zaman serilerinin öngörüsünde kullanılmasını inceleyen çok sayıda çalışma mevcuttur. Moody et al (1993), Amerika Birleşik Devletleri SÜE'nin büyüme oranının öngörüsünü YSA, tek değişkenli bir otoregresif model ve çok değişkenli bir doğrusal regresyon modeli ile hesaplamışlardır. Elde edilen sonuçlar, 1 ile 12 ay arasında değişen tüm öngörü hesaplamalarında YSA'nın daha başarılı sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Swanson ve White (1997), Amerika Birleşik Devletleri'nin SÜE'nin içinde bulunduğu dokuz makroekonomik göstergenin öngörüsünü YSA ve doğrusal regresyon modeli ile hesaplayarak her iki yöntemin öngörü performansını karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar, YSA ile hesaplanan öngörülerin, doğrusal modeller ile hesaplanan öngörülerden daha iyi olduğuna işaret etmektedir.

<sup>4</sup> "2007 yılında başlatılan Resmi İstatistik Programı çalışmaları sırasında yapılan değerlendirmeler sonucunda, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB)'nin "İktisadi Yönelim Anketi (İYA)" ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nin "İmalat Sanayi Eğilim Anketi (İSEA)"nin benzer nitelikte sorular içermesi ve aynı hedef kitleye uygulanmasının yarattığı sakıncalar göz önüne alınarak, TÜİK tarafından İSEA sonuçlarına dayalı olarak hazırlanıp yayımlanmakta olan kapasite kullanım oranı serisinin, İYA sonuçlarına dayalı olarak TCMB tarafından hazırlanıp yayımlanması kararlaştırılmıştır. Bu uygulama 10 Aralık 2009 tarihinde iki kurum arasında imzalanan protokol ile 2010 yılı Ocak ayında yürürlüğe konmuştur". (<http://www.tcmb.gov.tr/yeni/duyuru/2010/DUY2010-03.htm>).

Chumacero (2004); otoregresif model, eşik otoregresif model, birleştirilmiş öngörü modeli ve YSA kullanarak Şili'nin sanayi üretim ve satışlarının büyüme oranlarının öngörüsünü hesapladığı çalışmada, sanayi üretim büyüme oranlarının öngörüsünde hem örneklem içi hem de örneklem dışı öngörü hesaplamalarında YSA'nın en iyi öngörü performansına sahip olduğu sonucu elde edilmiştir.

Terasvirta et al (2005), G7 ülkelerine ait sanayi üretim hacminin de içinde bulunduğu yedi makroekonomik değişkenin öngörüsünde doğrusal otoregresif, STAR ("smooth transition autoregressive) ve YSA yöntemlerini kullandıkları çalışmada elde edilen sonuçlar, doğrusal otoregresif modeller arasında STAR modellerinin daha iyi öngörülerde bulunduğu, LSTAR ve YSA modellerinin doğrusal modellerden daha iyi sonuçlar verdiği ve öngörü modellerinin birleştirilmesi nokta öngörü isabetini arttırdığını göstermektedir.

Heravi et al (2004); Almanya, Fransa ve İngiltere'nin aylık mevsimsel sanayi üretim göstergelerinin yıllık büyüme oranlarının öngörüsünde YSA ve doğrusal otoregresif modellerini kullanmışlardır. Bu çalışmada elde edilen bulgular, doğrusal otoregresif modellerin YSA'ya nazaran söz konusu veriler için daha iyi öngörü performansına sahip olduğuna işaret etmektedir.

Atsalakis et al(2005), Yunanistan ekonomisinin metal olmayan mineraller sektörünün imalat endeksinin öngörüsünü bulanık sistemli YSA ile AR ve ARMA modelleri ile hesaplayarak bu yöntemlerin öngörü performanslarını karşılaştırmıştır. Analizin sonuçları, AR ve ARMA modellerinin bulanık sistemli YSA'dan daha iyi öngörü performansına sahip olduğu yönündedir.

## 2. YAPAY SİNİR AĞLARI

Elektronik teknoloji ürünlerinin insan beyninden çok daha hızlı çalışmasına rağmen, insan beyninin gürültülü ortamda ve eksik bilgi ile görme, konuşma, hata düzeltme ve şekil tanıma gibi konularda bilgisayara göre daha verimli çalışmasının nedeninin insan beyninin bilgileri paralel olarak işlemesi sonucuna ulaşan bilim adamlarının çalışmaları insan beyninde olduğu gibi bilgileri paralel işleyebilme yeteneklerine sahip yöntem, cihaz ve makinelerin tasarlanması üzerinde yoğunlaşmaları sonucunda insan davranışlarını modelleyebilme yeteneğine sahip akıllı sistemlerin kurulması için YSA gibi yöntemler geliştirilmiştir (Şen, 2004: 7-8).

Biyolojik sinir hücrelerinin işleyişinden esinlenerek geliştirilen YSA (Elmas, 2003: 23), deneysel bilginin depolanmasına ve bu bilginin kullanıma hazır hale getirilmesine yönelik doğal bir eğilime sahip basit işlemci birimlerden meydana gelen yoğun bir şekilde paralel dağıtılmış bir işlemcidir. Bu işlemci; bilginin ağ tarafından bir öğrenme süreciyle sistem dışından elde edilmesi ve elde edilen bilgileri biriktirmek için sinaptik ağırlıklar olarak da bilinen nöronlar arası bağlantı güçlerinin kullanılmasından dolayı beyin hücrelerinin işleyişine benzemektedir (Haykin, 2005: 24). Biyolojik sinir ağları ile benzer belli performans özelliklerine sahip bir bilgi işleme sistemi olan YSA (Fausett, 1994: 3), insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme sonucunda yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacıyla geliştirilen bilgisayar sistemleridir (Öztemel, 2006: 29).

Belirli bir problemi çözmek için eğitilen YSA, problemdeki değişikliklere göre ağırlıklarının ayarlanması sayesinde tekrar eğitilebilir ve değişimlerin devam etmesi durumunda gerçek zamanda da eğitime devam edilebilir. Eğitim sürecinde kullanılan nümerik bilgilerden eşleştirme sürecinde kullanılan bilgileri çıkarabilmesi sayesinde YSA, ilgilendiği problemi öğrendikten sonra eğitim esnasında karşılaşmadığı test örneklerine karşı belirtilen tepkiyi verebilme özelliğine sahiptir. YSA'da paralel olarak dağılan çok sayıda nöronların eş zamanlı olarak çalışması ve toplamsal işlevin yapısal olarak dağılması sayesinde çıktılar çok hızlı bir şekilde üretilir. Çok sayıda hücrelerin farklı biçimlerde birbirlerine bağlanmalarıyla meydana gelen YSA paralel bir yapıya sahip olduğundan ağdaki bilgi tüm bağlantılar üzerine dağılmış

haldedir. Bu nedenle, eğitilmiş ağı bazı bağlantılarının veya bazı hücrelerinin etkisiz hale gelmeleri ağı doğru bilgi üretmesini önemli ölçüde etkilemeyeceğinden, diğer geleneksel yöntemlere nazaran YSA'nın hatayı indirgeme ve tolere etme yetenekleri oldukça yüksektir. Paralel yapıya sahip YSA büyük ölçekli entegre devre teknolojisi ile gerçekleştirilmesi sayesinde hızlı bilgi işleme yeteneğine sahiptir ve eş zamanlı uygulamalarda kullanılabilir. Bünyesinde sabit bir denklem içermeyen YSA, verilere göre kendi ilişkilerini kendisi oluşturabilir (Haykin, 2005).

Bir yapay sinir hücresi veya bir nöron, bir YSA işleminin temelini oluşturan bir bilgi işleme birimidir (Haykin, 2005). Bir nöronun çıktısı şu şekilde formüle edilebilir:

$$f\left(\sum_i^n w_{ij}x_i + \beta_j\right) = o \quad (1)$$

Burada  $x_i$ , girdileri;  $w_{ji}$ , ağırlıkları,  $\beta_j$  eşik değerini ve  $o$  ise nöron çıktısını ifade etmektedir. Bir nöronun girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktılar olmak üzere beş temel elemanı vardır. Girdilerin seçiminde; çıktıyı etkileyen anahtar değişkenler, uzmanların kullandığı veya tavsiye ettiği değişkenler, klasik istatistik tekniklerinin önerileri, grafiksel gösterimler ve en uygun veri frekansı gibi konular dikkate alınmalıdır (Güngör ve Tortum, 2007).

Nöronlar arasındaki bağ YSA'nın mimarisini oluşturur. Çok katmanlı ağlarda nöronlar; girdi, çıktı ve gizli katman olmak üzere üç farklı katmanda sıralanırlar. Bu yapıdaki ağlarda veri, girdi katmanından çıktı katmanına doğru sadece tek yönde işlem görür. (Coackley ve Brown, 2000: 122).

Bir YSA öğrenme süreci boyunca, girdiler ile ağa gösterilen hedef çıktılar arasında bağ kurulur (Stock, 2003: 573) ve ağı istenilen çıktıyı elde edebilmesine olanak sağlayacak şekilde ağırlıklar sürekli güncellenir (Jain ve Mao, 1996: 34). YSA'lar, hedef çıktı ile ağı çıktısı arasındaki hatanın minimize edilmesine kadar ağırlıkların tekrar eden bir şekilde ayarlanması için öğrenme algoritması kullanarak dinamik bir programlama yaklaşımı uygulamalar (Coackley ve Brown, 2000: 121).

Öğrenme sürecinin başında ağırlıklar rastgele seçilir. Öğrenme süresi boyunca, ağ hatasının minimize edilmesi için öğrenme algoritması kullanılarak ağırlıkların değerleri tekrar düzenlenir. Öngörü problemlerinde en fazla kullanılan öğrenme algoritmalarından olan Geri Yayılım Algoritması (GYA) temelde azalan eğim metodudur. Azalan eğim algoritması için, ağırlık değişimlerinin büyüklüğünü belirleyen bir büyüklük olan öğrenme oranı belirlenmelidir. Düşük öğrenme oranları öğrenme sürecini yavaşlatırken, büyük öğrenme oranları ise ağırlık uzayında ağı dalgalanmasına yol açar (Zhang et al, 1998: 48).

Bu çalışmada kullanılan Hızlı Yayılım Algoritması (HYA), öğrenme süresini hızlandırmak için GYA'nın modife edilmiş bir çeşidir. HYA, ağdaki tüm ağırlıkları düzenler ve aşağıda gösterildiği gibi  $k$  iterasyonda  $i$  ve  $j$  nöronları arasındaki bağı ağırlığındaki değişimi hesaplar (Soltane et al, 2004: 61):

$$\Delta w_{ji}(k) = -\alpha \frac{\partial E}{\partial w_{ji}(k)} + \mu \Delta w_{ji}(k-1) \quad (2)$$

Burada  $\alpha$  ve  $\Delta w_{ji}(k-1)$  sırasıyla öğrenme oranını ve bir sonraki iterasyondaki ağırlık değişimini temsil etmektedir.  $\mu$  ise momentum katsayısı olup aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

$$\mu = \frac{\partial E / \partial w_{ji}(k)}{(\partial E / \partial w_{ji}(k-1)) - (\partial E / \partial w_{ji}(k))} \quad (3)$$

Burada  $E$ , nöronların beklenen ve gerçek değerleri arasındaki farkın karesinin toplamıdır ve aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$E = \frac{1}{2} \sum_j (y_{dj} - y_j)^2 \quad (4)$$

Burada  $y_{dj}$ ,  $j$  çıktı nöronunun beklenen değeridir ve  $y_j$  ise  $j$  nöronunun gerçek değeridir (Soltane et al, 2004: 61).

Modelleme ve eğitim zamanı gibi bir YSA öngörü modeli için çok sayıda performans kriteri kullanmak mümkün ise de, en iyi ve en önemli performans kriteri eğitim verilerinin ötesinde ağın başarabileceği öngörü doğruluğudur. Belli bir problem için, uygulayıcılar ve öngörü problemleri üzerinde çalışan akademisyenler tarafından kabul edilmiş yaygın bir doğruluk kriteri mevcut değildir. Doğruluk kriteri, çoğu zaman gerçek ve öngörü değerleri arasındaki fark olan öngörü hatası olarak tanımlanır. Öngörü literatüründe kullanılan birkaç doğruluk kriteri vardır ve bunların her biri avantaj ve kısıtlara sahiptir. En çok kullanılan performans kriterleri şunlardır (Zhang et al, 1998: 51):

- Hata kareleri ortalaması (HKO) =  $\frac{\sum (e_t)^2}{N}$
- Ortalama mutlak hata (OMH) =  $\frac{\sum |e_t|}{N}$
- Ortalama mutlak yüzde hata =  $\frac{1}{N} \sum \left| \frac{e_t}{y_t} \right| (100)$
- Hata kareler toplamı =  $\sum (e_t)^2$
- Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü (HKOK) =  $\sqrt{MSE}$

Yukarıdaki formüllerde yer alan  $e_t$ , öngörü hatasını;  $y_t$ ,  $t$  dönemi gözlem değerini (gerçek değer) ve  $N$  ise hata terimleri sayısını ifade etmektedir. Her bir kriterin içerdiği sınırlamalar dolayısıyla, bir problem için çok sayıda performans kriterinden faydalanabilir (Zhang et al, 1998: 51).

### 3. BULGULAR

Çalışmada YSA ile yapılan 2007 yılı öngörü analizinde İSÜE'ye ait 1999:1-2006:12 dönemi ISIC Rev. 3 sınıflamasına göre hesaplanan aylık veriler (1997=100) kullanılmıştır. 1999:1-2006:12 dönemine ait veriler ile belirlenen en iyi YSA modeli ve İSE verileri (1997=100) kullanılarak hesaplanan 2007 yılına ait 12 aylık öngörülerin HKOK, HKO ve OMH değerleri, 2007 İSÜE'nin gerçekleşen değerleri ile karşılaştırılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan HKOK, HKO ve OMH değerleri ile YSA yönteminin makroekonomik zaman serilerinin öngörüsündeki performansı değerlendirilmiştir.

Çalışmada kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu'nun internet adresinden derlenmiştir. YSA öngörü hesaplamalarında Alyuda Neurointelligence 2.1 paket programı kullanılmıştır. En iyi öngörü performansına sahip ağın belirlenmesi için yapılan denemelerde kullanılan ağ yapılarının seçiminde literatürde yer alan mevcut çalışmalardan faydalanılmıştır.

Literatürdeki birçok çalışmada olduğu gibi (Zhang ve Qi, 2005; Palmer et al., 2006; Kajitani et al, 2005; Yao ve Tan, 2000) bu çalışmada da öngörüsü yapılacak olan İSÜE zaman serisinin 12 aylık gecikmeli değerlerinin YSA için girdi vektörü (t-12, t-24, t-36) olarak kullanılmıştır. İSÜE verilerinin YSA ile 2007 yılı için öngörü hesaplamalarında, veriler sırasıyla

%60-%20-%20 şeklinde bölünerek eğitim-doğrulama-test amaçlı kullanılmıştır. 1999:1-2006:12 dönemine ait verilerin kullanıldığı çalışmada 2006 yılı verileri test verileri olarak belirlenmiştir..

Girdi-gizli-çıkı katmanlarının toplamı 4'ten fazla olması ağın başarı performansını kötü etkileyebileceğinden (Kaastra ve Boyd, 1996: 225), bu çalışmada yapılan denemelerde gizli katman sayısı 1 veya 2 olarak belirlenmiştir. Gizli katmanlarda farklı sayıda nöron sayıları kullanılarak toplamda 110 farklı ağ yapısı denenmiştir. 2007 yılına ait gerçekleşmiş 12 aylık veriler ile karşılaştırma yapılacağından, YSA'nın çıkı nöron sayısı 12 olacaktır.

Verilerin mevsimsellikten arındırılması işlemi verilerin doğrusal olmama özelliğini ortadan kaldırayabileceğinden (Jagric, 2003: 6) ve YSA'nın eğitim esnasında mevsimsel kalıpları öğrenebilme kabiliyetinden dolayı (Zhang et al, 1998: 54) bu çalışmada kullanılan veriler mevsimsellikten arındırılmamıştır.

Gizli katman(lar) [-1 1] ve çıkı katmanı ise [0 1] aralığında normalleştirilmiştir. Girdi ve çıkı katmanlarında sırasıyla sigmoid ve hiperbolik tanjant fonksiyonları kullanılmıştır.

Bu çalışmada, zaman serisi öngörü çalışmalarında (Zhang ve Qi, 2005, Kajitani et al, 2005) literatürde en çok kullanılan ağ modeli olan İleri Beslemeli Ağ Modeli kullanılmıştır. Ağı öğrenme işlemine başladıktan sonra durdurma kriteri olarak her bir deneme için 5000 iterasyon belirlenmiştir. Öğrenme oranında küçük değerler öğrenme zamanını uzatırken, büyük değerler yerel çözümler arasında ağı dolaşmasına ve osilasyona neden olduğundan öğrenme oranı 0,5 olarak belirlenmiştir.

Öğrenme algoritması olarak, öngörü problemlerinde literatürde en çok kullanılan geriye yayılım algoritmasının zayıf yönlerinin geliştirilmesi sonucunda ortaya çıkan modifikasyonlarından HYA kullanılmıştır.

Girdi ve çıkı katmanlarında sırasıyla [-1 1] ve [0 1] aralığında normalleştirilen 1999-2006 yılı aylık İSÜE verileri öncelikle HYA algoritması kullanılarak farklı ağ yapıları ile eğitilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda YSA'lara ait OMH değerleri Ek-1'de tablo olarak verilmiştir. Ek-1'de yer alan gizli nöron sayısı sütununda bulunan sayılar sırasıyla 1. ve 2. gizli katmandaki nöron sayılarını ifade etmektedir. Örneğin; "8", YSA'nın bir gizli katmana sahip olduğunu ve bu gizli katmanda 8 gizli nöron olduğunu, "7-9", birinci gizli katmanda 7, ikinci gizli katmanda ise 9 gizli nöron bulunduğunu ifade etmektedir. HYA algoritması ile eğitilen YSA'lara ait sonuçların bulunduğu Ek 1'e bakıldığında, en düşük OMH değerine sahip YSA'nın iki gizli katmana sahip ve bu gizli katmanlarda sırasıyla 10 ve 1 adet nöronların bulunduğu ağ yapısının olduğu görülecektir.

Tablo 1'de 2007 yılına ait gerçekleşmiş İSÜE değerleri ile İSE ve HYA ile eğitilerek en düşük OMH değerini veren YSA'nın 2007 yılına ait öngörü değerleri yer almaktadır. Aylık İSE endeksi, bir sonraki ayda İSÜE'de meydana gelecek artış veya azalışları ifade ettiğinden, İSE sonuçları sütununda yer alan değerler, TÜİK'in aylık olarak yayınladığı İSE verileri kullanılarak ilgili ayda İSÜE'nin gerçekleşmesi öngörülen değerlere dönüştürülen değerleri göstermektedir.

Tablo 1'de yer alan değerler kullanılarak İSE Endeksi öngörülerini ile en iyi YSA'nın verdiği 2007 yılı öngörü değerlerine ait HKOK, HKO ve OMH değerleri hesaplanarak Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde, YSA ile elde edilen öngörü performansı değerlerinin İSE Endeksi öngörülerine ait değerlerden oldukça düşük olduğu görülmektedir. YSA'ya ait HKOK, HKO ve OMH değerlerinin daha küçük olması, YSA öngörü sonuçlarının daha iyi olduğunu ifade etmektedir.

2007 yılına ait gerçekleşmiş İSÜE değerleri, İSE Endeksi ve YSA öngörü değerlerine ait grafikler Ek-2'de gösterilmiştir.

**Tablo 1** 2007 Yılı İSÜE Gerçekleşen Değerler ile Öngörü Değerleri

2007	İSÜE Değerleri	İSE Tahminleri	YSA Tahminleri
<b>Ocak</b>	125.3	143.6	125.5
<b>Şubat</b>	128.1	131.1	128.7
<b>Mart</b>	146.4	136.6	141.8
<b>Nisan</b>	139.5	156.9	141
<b>Mayıs</b>	151.8	143.4	142.5
<b>Haziran</b>	150.3	152.3	142.8
<b>Temmuz</b>	144.3	150	141.3
<b>Ağustos</b>	142.4	156.4	140.7
<b>Eylül</b>	149.1	145.2	143.5
<b>Ekim</b>	147.2	151.2	141.1
<b>Kasım</b>	157	145.4	142.1
<b>Aralık</b>	138.4	160	142.3

**Tablo 2** YSA ve İSE Öngörü Doğruluklarının Karşılaştırılması

	YSA	İSE
<b>HKOK</b>	6.35	11.83
<b>HKO</b>	40.33	138.81
<b>OMH</b>	4.91	9.97

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Özellikle ekonomi ve finans alanlarındaki zaman serileri doğrusal olmayan yapıya sahip olduklarından, bu tür doğrusal olmayan zaman serilerini daha iyi modelleme kabiliyetine sahip ve bu sayede daha iyi öngörü sonuçları verecek yöntemlerin arayışı sonucunda YSA metodu geliştirilmiştir.

İktisadi değişkenlere ait öngörü hesaplamalarında daha isabetli sonuçların elde edilmesi, iktisadi karar vericiler ve iktisadi politikaları belirleyiciler için hayati önem taşımaktadır. İktisadi öngörü literatüründeki gelişmeler sonucunda öngörü hesaplamalarının gerçekleşen değerlere olan yakınlığının artması, makroekonomik planlayıcılar için büyük önem arz etmektedir. Geleceğe yönelik hazırlanan iktisadi plan ve programların başarısında, iktisadi öngörü hesaplama tekniklerinin payı oldukça önemlidir. Ulusal ve bölgesel kalkınma plan ve programlarının hazırlanmasında, gerçekleşen değerler ile öngördüğü değerler arasında en az yanılma payına sahip öngörü metodlarının kullanımı tercih edilmektedir. Bu bağlamda, iktisadi öngörü metodları arasında son yıllarda öne çıkan YSA metodolojisinin makroekonomik zaman serilerinin öngörüsündeki başarısının ampirik olarak analiz edildiği bu çalışmada, doğrusal olmayan yapıya sahip makroekonomik zaman serilerinden İSÜE verileri kullanılarak YSA yönteminin öngörü performansı incelenmiştir. İktisadi öngörü alanında literatürde geleneksel yöntemlere alternatif olarak ileri sürülen YSA yönteminin makroekonomik zaman serilerinin öngörüsünde uygulanabilirliği ve öngörü performansı analiz edildiği bu çalışmada, 1999-2006 dönemi aylık İSÜE verileri ile eğitilen farklı mimari yapıdaki YSA'ların 2006 öngörü sonuçları değerlendirilerek, en iyi sonucu veren ağ yapısı 2007 yılı öngörüsü için kullanılmıştır.

2007 yılı aylık İSÜE verilerinin öngörü hesaplamalarında, YSA yöntemi ile hesaplanan öngörü değerlerinin İSE Anketi ile hesaplanan İSÜE öngörü değerlerine nazaran daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

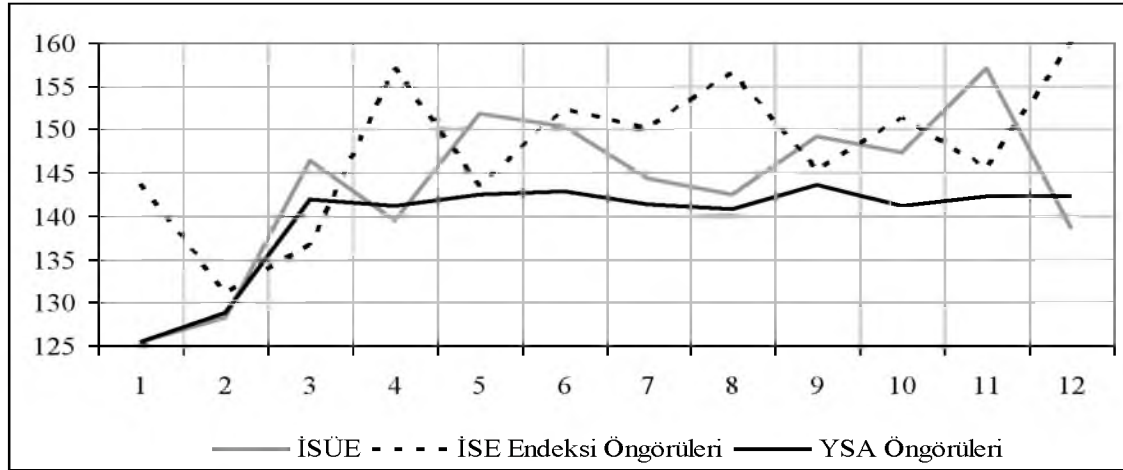
Çalışmada elde edilen sonuçlar, İSÜE verilerinin YSA ile hesaplandığı çalışmalar arasında literatürde yer alan Moody et al (1993), Swanson ve White (1997), Chumacero (2004), Terasvirta et al (2005), Zhang ve Qi (2005) ve Baş'ın (2006) çalışmalarında elde edilen

sonuçlara paralel olarak, YSA'nın İSÜE verilerinin öngörüsünde başarılı sonuçlar verdiği ve öngörü performansının diğer yöntemlere nazaran daha iyi olduğu görülmektedir.

Ek 1 HYA ile Elde Edilen Deneme Sonuçları

Gizli	OMH	Gizli	OMH	Gizli	OMH	Gizli	OMH	Gizli	OMH
1	5,14	2-3	6,95	4-5	4,86	6-7	6,87	8-9	7,05
2	6,17	2-4	5,35	4-6	6,01	6-8	5,6	8-10	5,45
3	4,61	2-5	4,55	4-7	7,04	6-9	5,34	9-1	8,23
4	4,75	2-6	6,39	4-8	4,77	6-10	4,74	9-2	9-5
5	4,93	2-7	5,35	4-9	5,5	7-1	6,76	9-3	5,63
6	4,8	2-8	6,61	4-10	5,39	7-2	6,66	9-4	7,93
7	4,71	2-9	6,52	5-1	8,14	7-3	5,64	9-5	6,86
8	4,64	2-10	4,86	5-2	4,72	7-4	5,15	9-6	8
9	4,97	3-1	6,23	5-3	5,91	7-5	7,08	9-7	5,41
10	7,38	3-2	6,85	5-4	7,32	7-6	5,34	9-8	5,6
1-1	9,01	3-3	6,6	5-5	6,19	7-7	5,73	9-9	4,98
1-2	5,96	3-4	5,87	5-6	4,89	7-8	5,99	9-10	4,89
1-3	5,97	3-5	4,94	5-7	5,46	7-9	5,21	10-1	4,34
1-4	8,43	3-6	5,16	5-8	7,34	7-10	6,93	10-2	5,63
1-5	5,2	3-7	5,27	5-9	6,46	8-1	8,43	10-3	8,44
1-6	4,7	3-8	4,66	5-10	5,55	8-2	4,91	10-4	7,41
1-7	5,61	3-9	5,26	6-1	8,1	8-3	6,42	10-5	8,25
1-8	4,79	3-10	4,91	6-2	5,47	8-4	7,92	10-6	5,4
1-9	4,49	4-1	4,91	6-3	6,13	8-5	6,12	10-7	5,53
1-10	5,22	4-2	7,26	6-4	5,64	8-6	6,25	10-8	5,02
2-1	4,73	4-3	7,54	6-5	5,83	8-7	6,95	10-9	5,37
2-2	7,54	4-4	4,89	6-6	5,16	8-8	7,65	10-10	5,6

Ek 2 2007 Yılı İSÜE ile İSE ve YSA Öngörü Değerleri



## KAYNAKÇA

- Atsalakis, G., Ucenic, C. and Skiadas, C.H., 2005, Time Series Prediction of The Greek Manufacturing Index for the Non-Metallic Minerals Sector Using a Neuro-Fuzzy Approach (ANFIS), Telecom-Bretagne, <http://conferences.telecom-bretagne.eu/asmda2005/IMG/pdf/proceedings/1361.pdf> (Erişim Tarihi: 23/08/2009)
- Chumacero, R.A., 2004. Forecasting Chilean Industrial Production and Sales with Automated Procedures, Central Bank of Chile, [www.bcentral.cl/eng/studies/working-papers/pdf/dtbc260.pdf](http://www.bcentral.cl/eng/studies/working-papers/pdf/dtbc260.pdf) (Erişim Tarihi: 23/08/2009)



- Clements, M.P. and Hendry, D.F., 2004, *A Companion to Economic Forecasting*, Blackwell Publishing, Oxford
- Coackley, J. R. and Brown, C. E. (2000), "Artificial Neural Networks in Accounting and Finance: Modeling Issues", *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance & Management*, 9: 119-144.
- Elmas, Ç., 2003, *Yapay Sinir Ağları*, Seçkin Yayıncılık, Ankara
- Fausett, L., 1994, *Fundamentals of Neural Networks*, Prentice Hall, Upper Saddle River,
- Güngör, B. ve Tortum, A., 2007, *Esnek Hesaplama Teknikleri ile Hisse Senedi Fiyat Tahminleri*, İmaj Yayınevi, Ankara
- Haykin, S., 2005, *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, Prentice Hall, 9th Ed., India
- Heravi, S., Osborn, D.R. and Birchenhall, C.R., 2004, *Linear Versus Neural Network Forecasts for European Industrial Production Series*, *International Journal of Forecasting*, 20, 435- 446
- Jagric, T., 2003, *A Nonlinear Approach to Forecasting with Leading Economic Indicators*, *Studies In Nonlinear Dynamics&Econometrics*, 7(2), 1-18.
- Jain, K. A. and Mao, J., 1996, *Artificial Neural Networks: A Tutorial*, *Computer*, 29(3), 31-44.
- Kaastra, I. and Boyd, M., 1996, *Designing a Neural Network for Forecasting Financial and Economic Time Series*, *Neurocomputing*, 10, 215-236.
- Kajitani, Y., Hipel, K. W. and Mcleod, I. A., 2005, *Forecasting Nonlinear Time Series with Feed-Forward Neural Networks: A Case Study of Canadian Lynx Data*, *Journal of Forecasting*, 24(2), 105-117.
- Moody, J., Levin, U. and Rehffuss, S., 1993, *Predicting the U.S. Index of Industrial Production*, Special Issue of *Neural NetworkWorld*, 22-26 November 1993, Ascona, Switzerland, The Netherlands: VSP International Science Publishers, 791-794
- Öztemel, E., 2006, *Yapay Sinir Ağları*, 2. Basım, Papatya Yayıncılık, İstanbul
- Palmer, A., Montano, J.J. and Sese, A., 2006, *Designing an Artificial Neural Network for Forecasting Tourism Time Series*, *Tourism Management*, 27, 781-790.
- Soltane, M., Ismail, M. and Abdul Rashid, Z. A. (2004), "Artificial Neural Networks (ANN) Approach to PPG Signal Classification", *International Journal of Computing & Information Sciences*, 2(1), 58-65.
- Stock, J.H. (2003) "Forecasting Economic Time Series", In: Badi H. Baltagi (Ed.), *A Companion to theoretical econometrics*, Oxford: Blackwell Publishing Ltd., 562-584.
- Swanson, N. and White, H., 1997, "A Model Selection Approach to Real Time Macroeconomic Forecasting Using Linear Models and Artificial Neural Networks", *The Review of Economics and Statistics*, 79(4), 540-550.
- Şen, Z., 2004, *Yapay Sinir Ağları İlkeleri*, Su Vakfı Yayınları, İstanbul
- Terasvirta, T., Van Dij, D. and Medeiros, M.C., 2005, *Linear Models, Smooth Transition Autoregressions, and Neural Networks for Forecasting Macroeconomic Time Series: A Re-Examination*, *International Journal of Forecasting*, 21, 755- 774
- Yao, J. and Tan, C. L., 2000, *A Case Study on Using Neural Networks to Perform Technical Forecasting of Forex*, *Neurocomputing*, 34, 79-98.
- Zhang, G., Patuwo, B.E. and Hu, M.Y., 1998, *Forecasting with Artificial Neural Networks: The State of the Art*, *International Journal of Forecasting*, 14, 35-62.
- Zhang, G. P. and Qi, M., 2005, *Neural Network Forecasting For Seasonal and Trend Time Series*, *European Journal of Operational Research*, 160(2), 501-514.