



YAPAY SİNİR AĞI YÖNTEMİ İLE DAMACANA SU SATIŞ MİKTARLARININ TAHMİNİ

Selim TÜZÜNTÜRK*

Fatma SERT ETEMAN **

H. Kemal SEZEN***

Öz

Bu çalışmanın konusu damacana su satış miktarlarının tahmin edilmesidir. Bu çalışmanın amacı Bursa'da damacana su satışı yapan bir şirketin bayisinin aylık satış miktarlarının Yapay Sinir Ağı (YSA) Yöntemi kullanılarak tahmin edilmesidir. Bu amaçla, Korusu Su Şirketi'nin Özlüce semtinde bulunan bayiden Aralık 2010 ve Şubat 2015 arasında aylık veriler elde edilmiştir ve YSA tahminleri yapılmıştır. Sonuçlar eğitilmiş ağdan tahmin edilen değerlerin gerçek satış değerlerinin mevsimselliğinin yakalandığını göstermektedir. Tahmin edilen değerler ile gerçek değerler tutarlı bulunmuştur. Eğitilmiş ağ ile tutarlı öngörülerin elde edilebileceği anlamına gelen ağın genelleme yeteneğine sahip olduğu bulunmuştur. Son olarak, kayan pencere yöntemi kullanılarak on beş ay için satış değerlerinin öngörülere elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağı, Çok Katmanlı Algılayıcı, Satış Tahmini, Damacana Su.

ESTIMATION OF THE SALES AMOUNTS OF THE DISPENSER SIZE WATER WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORK METHOD

Abstract

The subject of this study is the estimation of the sales amount of the dispenser size water. The aim of this study is the estimation of the monthly sales amounts of the company's seller in Bursa that sales dispenser size water by using Artificial Neural Network (ANN) Method. With this aim, the monthly data between December 2010 and February 2015 were gathered from the seller of the Korusu Water Company that is located in Özlüce district and ANN estimations were performed. Results show that the estimated values of the trained network were captured the seasonality of the real sales values. The estimated values were found to be consistent with the real values. The network was found to have the generalization feature which means that consistent predictions can be obtained with the trained network. At last, the predictions of the sales values for fifteen months were obtained by using the sliding window method.

Keywords: Artificial Neural Network, Multilayered Perceptron, Sales Estimation, Dispenser Size Water.

* Yrd. Doç. Dr., Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, selimtuzunktur@uludag.edu.tr.

** Araş. Gör., Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, fatmasert@uludag.edu.tr.

*** Prof. Dr., Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, kemal@uludag.edu.tr.



1.Giriş

Yapay Sinir Ağı-YSA (Artificial Neural Network-ANN) insan beyninin bilişsel öğrenme sürecinin benzetimi ile geliştirilmiş bir yöntemdir(Karahan, 2015b: 199). YSA insan beynine iki şekilde benzerlik göstermektedir (Ataseven, 2013: 102; Gülpınar, 2013: 335): (i) YSA’da bilgi, öğrenme süreci yoluyla ağ tarafından elde edilir, (ii) YSA sinaptik ağırlıklar¹ olarak bilinen nöronlar² arası bağlantı kuvvetlerini bilgiyi depolamak için kullanır. YSA’nın temel özelliği öğrenme sürecidir. YSA insan beyni gibi eğitim ve deneyim ile öğrenir (Karymshakov ve Abdykaparov, 2012: 235). YSA; öğrenme, hafızaya alma ve veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma kapasitesine sahiptir (Özkan, 2012: 31). İnsan beyninin çalışma prensibini taklit eden YSA; örneklerden öğrenebilme (öğrenme), genelleme yapabilme, eksik bilgi ile çalışabilme, örüntü tamamlama, ilişki kurma (ilişkilendirme), sınıflandırma ve optimizasyon işlemlerinden birini veya birkaçını yapabilme gibi birçok önemli özelliğe sahiptir (Öztemel, 2006: 29; Aydemir ve diğerleri, 2014: 146).

YSA’nın insan beyninin sinir ağlarını taklit eden bilgisayar programları olduğu söylenebilir (Aygören ve diğerleri, 2012: 77). Bu yöntemde MATLAB, NeuroIntelligence ve NeuroSolutions gibi paket programlarının yanında R ve FannTool gibi açık kaynak kodlu ücretsiz bilgisayar programları üzerinden öğrenme yolu ile araştırmacılara yeni bilgilerin üretilmesi, keşfedilmesi ve kararlar alınması gibi olanaklar sağlanmaktadır. YSA yöntemi doğrusal değildir (Akcan ve Kartal, 2011: 32; Hotunluoğlu ve Karakaya, 2011: 89; Karahan, 2015a: 165; Söyler ve Kızılkaya, 2015: 48) ve doğrusal yöntemlerle karşılaştırıldığında daha iyi sonuçlar elde edilmektedir (Hotunluoğlu ve Karakaya 2011: 89). Bu yöntemde herhangi bir varsayım gerektirmeden doğrusal olmayan modelleme gerçekleştirilir (Hotunluoğlu ve Karakaya 2011: 89).

Farklı bilim dallarından birçok araştırmacı örüntü tanıma, kümeleme/sınıflandırma, fonksiyonel yaklaşırma, tahmin/öngörü, optimizasyon, ilişkisel bellek ve kontrol gibi problemleri çözmek için YSA tasarlamaktadırlar (Jain ve diğerleri, 1996: 31). Son yıllarda YSA yönteminin tahmin amaçlı kullanıldığı çalışmalardan bazıları şöyledir: Altan (2008) döviz kuru tahmini, Karaali ve Ülengin (2008) işsizlik oranı tahmini, Asilkan ve Irmak (2009) otomobil fiyat tahmini Çuhadar ve diğerleri (2009) turizm talep tahmini, Erilli ve diğerleri (2010) enflasyon tahmini, Ulusoy (2010) borsa endeksi tahmini, Bilgili ve diğerleri (2010) toprak sıcaklığının tahmini, Hotunluoğlu ve Karakaya (2011) enerji talebi tahmini, Akcan ve Kartal (2011) hisse senedi fiyatlarının tahmini, Okkan ve Dalkılıç (2012) elektrik akım tahmini, Karymshakov ve Abdykaparov (2012) borsa endeksi tahmini, Aygören ve diğerleri (2012) borsa endeksi tahmini, Özkan (2012) döviz kuru tahmini, İlbaş ve Türkmen (2012) egzoz gazı sıcaklığının tahmini, Terzi ve Köse (2012) elektrik akım tahmini, Tosunoğlu ve Benli (2012) Morgan Stanley Türkiye Endeksi Tahmini, Karaatlı ve diğerleri (2012) otomobil satış tahmini, Terzi ve Çevik (2012) yağış tahmini, Polat ve Ersungur (2012) dış ticaret tahmini, Atik ve diğerleri (2013) motor performans ve emisyon değerleri tahmini, Gülpınar (2013) müşteri kaybı tahmini, Turhan ve diğerleri (2013) öğrenci başarı tahmini, Ataseven (2013) satış rakamlarının tahmini, Aydemir ve diğerleri (2014) 112 Acil Çağrı sayılarının

¹ YSA’da sinaptik ağırlıklar (synaptic weights) veya sinaps (synapses) bağlantı ağırlıklarını veya kuvvetlerini gösterir (Turhan ve diğerleri, 2013: 113).

² Nöron, bir yapay sinir ağının temel işlem elemanıdır. Nöronların birbirleriyle bağlantılar aracılığıyla bir araya gelmeleri yapay sinir ağını oluşturmaktadır (Çuhadar ve diğerleri, 2009: 102). YSA işlem birimi olarak “nöron” insan beynindeki doğal nöronlara(beyin hücrelerine) benzerlik gösterir (Akın, 2001: 9).



tahmini, Benli ve Yıldız (2014) altın fiyatları tahmini, Yakut ve diğerleri (2014) borsa endeks tahmini, Es ve diğerleri (2014) Türkiye enerji talebi tahmini, Utkun (2014) giyim konforu tahmini, Ata (2014) rüzgar esme süreleri tahmini, Akçalı (2015) finansal endeks tahmini, Karahan (2015a) ihracat tahmini, Karahan (2015b) turizm talebi tahmini, Söyler ve Kızılkaya (2015) Türkiye'nin gayri safi yurtiçi hasıla tahmini üzerinde ampirik çalışmalar yapmıştır.

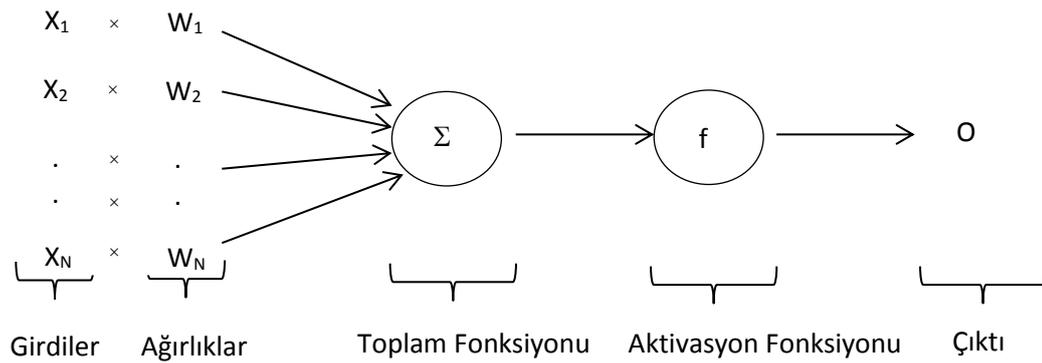
Bu çalışmanın amacı Bursa'da damacana su satışı yapan bir şirketin bayisinin aylık satış miktarlarının YSA yöntemi kullanılarak tahmin edilmesidir. Bu amaçla, Korusu su şirketinin Bursa Özlüce Şubesi'nden satış miktarlarına ilişkin Aralık 2010 ile Şubat 2015 dönemi aylık verileri elde edilmiştir ve bu veriler kullanılarak YSA yöntemi ile tahminler yapılmıştır. Bu çalışmanın takip eden ikinci bölümünde YSA yöntemi irdelenmiştir. Üçüncü bölümde uygulama ve son bölümde sonuçlar yer almaktadır.

2.Yapay Sinir Ağı Yöntemi

YSA matematiksel bir modeldir. YSA modeli birbirleriyle bağlantılı nöronların bulunduğu katmanlardan oluşmaktadır (Tosunoğlu ve Benli, 2012: 542; Benli ve Yıldız, 2014: 216). YSA'nın istatistiksel modelleme ve kestirim uygulamalarındaki amacı bir eğitim veri kümesine bağlı olarak bu verileri üreten istatistiksel süreci modellemek ve yeni verilerle en iyi kestirimi yapabilmektir (Akın, 2001: 7). Yapay Sinir Hücre (YSH) veya yapay nöron YSA'nın temel işlem elemanı veya temel birimidir (Aygören ve diğerleri, 2012: 78; Aydemir, 2014: 146).

2.1.Yapay Sinir Hücre (YSH)

Bir YSH girdiler, ağırlıklar³, toplam fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktı olmak üzere beş ana kısımdan oluşur (Bilgili ve diğerleri, 2010: 124; Terzi ve Köse, 2012: 2; Ataseven, 2013: 102).



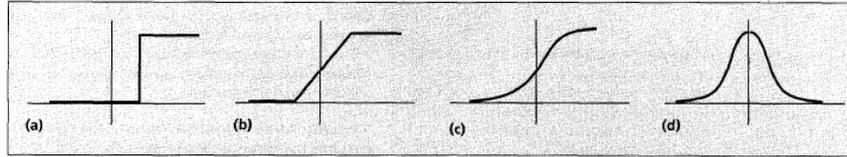
Şekil 1. Yapay Sinir Hücre/Yapay Nöron

Şekilde girdiler X_1, X_2, \dots, X_N ile, ağırlıklar W_1, W_2, \dots, W_N , toplam fonksiyonu Σ ile, aktivasyon fonksiyonu f ile ve çıktı ise O ile gösterilmektedir. YSH'de çıktının elde edilme süreci ağırlıkların girdiler ile çarpılması ve bu çarpımların toplanması ($net = W_1 \times X_1 + W_2 \times X_2 + \dots + W_N \times X_N$) sonucu elde edilen net değişkeni ile başlar. Daha sonra net değişkeni aktivasyon

³ Ağırlıklar işlem elemanları arasındaki bağlantıların kuvvetini gösterir ve gizli katmandaki ve çıktı katmanındaki işlem elemanlarının net girdisinin hesaplanmasında kullanılır (Akcan ve Kartal, 2011: 34).



fonksiyonundan geçirilerek çıktı elde edilir ($O=f(\text{net})$). En çok kullanılan çeşitli biçimdeki aktivasyon fonksiyonlarına ilişkin grafikler aşağıdaki şekilde görülmektedir:

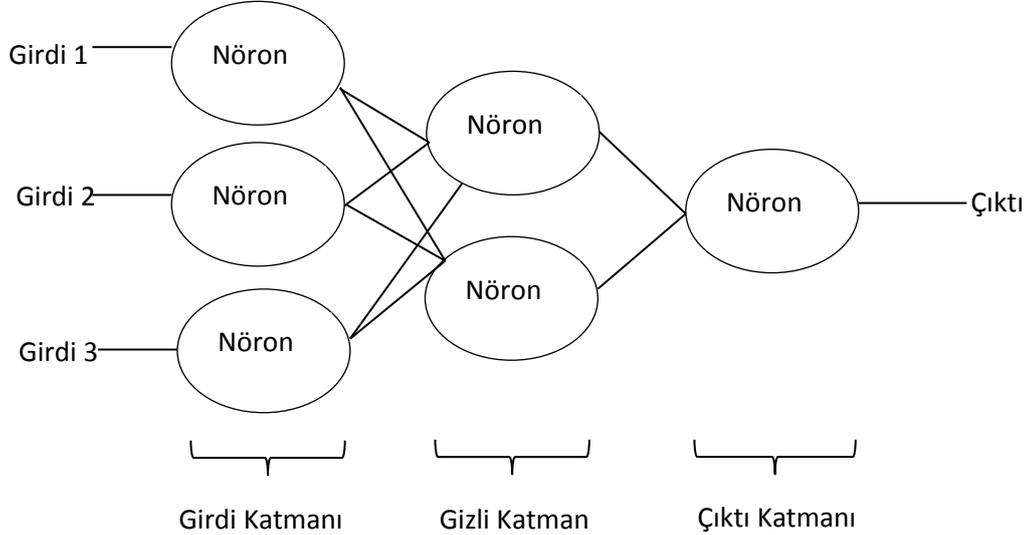


Şekil 2. Çeşitli Türde Aktivasyon Fonksiyonları (Jain ve diğerleri, 1996: 35).

Şekilde (a) eşik aktivasyon fonksiyon, (b) parçalı doğrusal aktivasyon fonksiyon, (c) sigmoid aktivasyon fonksiyon (d) Gauss aktivasyon fonksiyonu grafikleri görülmektedir. Tanjant sigmoid, logistic sigmoid ve purelin fonksiyonları MATLAB paket programında kullanılan bazı aktivasyon fonksiyonlarıdır.

2.2.Yapay Sinir Ağı

Bu çalışmada kullanılan Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA) Modelinde, bir giriş katmanı, bir gizli katman ve bir de çıkış katmanı bulunmaktadır (Çuhadar ve diğerleri, 2009: 103; Bilgili ve diğerleri, 2010: 124; Hotunluoğlu ve Karakaya, 2011: 89; Terzi ve Çevik, 2012: 12).



Şekil 3. Yapay Sinir Ağı

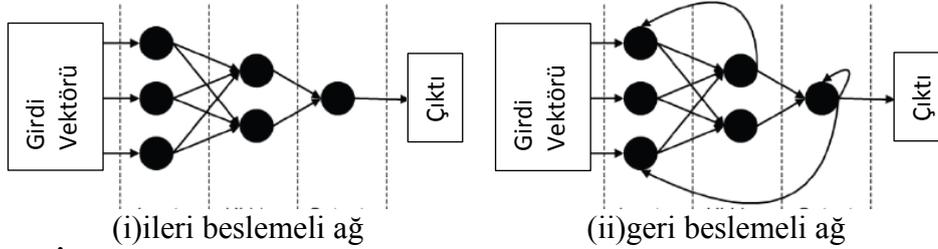
Şekil'de YSA'nın veya yapay nöronların birbirine bağlanması ile meydana gelen örnek bir YSA görülmektedir. YSA'nın yapısı nöronlar, bağlantılar ve öğrenme algoritması olmak üzere üç bileşenden oluşur (Karahana, 2015: 199). Öğrenme süreci eğitim iterasyonları boyunca ağdaki bağlantıların ağırlıklarında depolanan bilginin istenen işlevi yerine getirecek biçimde bir öğrenme kuralına göre ayarlanmasıdır (Tosunoğlu ve Benli, 2012: 543). YSA için



başlıca üç tane öğrenme⁴ paradigması vardır (Krenker ve diğerleri, 2015: 4): (i) eğitmenli öğrenme⁵, (ii) eğitimsiz öğrenme ve (iii) destekleyici öğrenmedir. Öğrenmeyi gerçekleştirecek sistem aradaki ilişkiyi kendi algoritmasını kullanarak keşfetmektedir (Ataseven, 2013: 104). Eğitmenli öğrenmede eğitim verisi, hata değeri ve eğitime ne kadar devam edileceği belirlenerek öğrenmeye müdahale edilir.

2.3.Yapay Sinir Ağı Topolojileri/Mimarileri

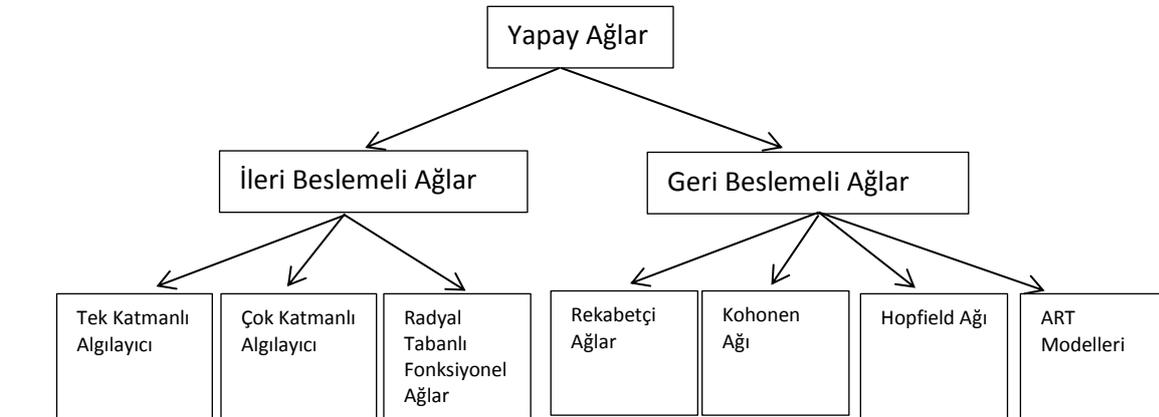
YSA'ların birbiri ile bağlanma şekline bir yapay sinir ağının topolojisi, mimarisi veya grafiği denir (Krenker ve diğerleri, 2015: 6). YSA ağda bilgi akış yönüne bağlı olarak (Hotunluoğlu ve Karakaya, 2011: 89) veya bağlanma desenine (mimarisi) bağlı olarak ileri beslemeli ağlar ve geri beslemeli ağlar olarak iki kategoride sınıflanabilir (Jain ve diğerleri, 1996: 34; Akın, 2001: 10; Çuhadar ve diğerleri, 2009: 103; Ataseven, 2013: 103; Benli ve Yıldız, 2014: 216; Krenker ve diğerleri, 2015: 6).



Şekil 4. İleri ve Geri Beslemeli Ağların Görünümü (Krenker ve diğerleri, 2015: 6)

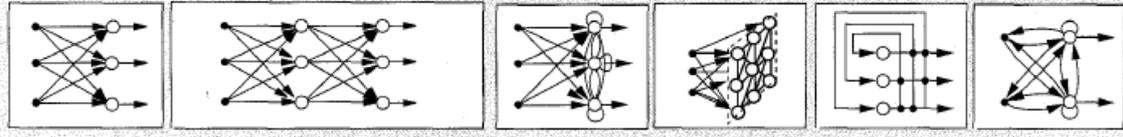
İleri beslemeli ağlarda döngüler yoktur. Katmanlar arasında tek yönlü bağlantılar bulunur. Bu ağlarda girdilerden çıktılara doğru sadece tek yönde bilgi akışı gerçekleşir. Geri beslemeli ağlarda ise geri besleme bağlantıları nedeniyle döngüler görülür. Bu ağlarda bilgi akışı sadece girdiden çıktıya doğru tek yönde gerçekleşmez, aynı zamanda ters yönde de bilgi akışı olur.

Jain ve diğerleri (1996: 35) ileri ve geri beslemeli ağları aşağıdaki biçimde sınıflandırmıştır:



⁴ YSA'da öğrenme istenen bir işlevi yerine getirecek şekilde ağırlıkların ayarlanması sürecidir (Çuhadar ve diğerleri, 2009: 103).

⁵ Bu paradigmadaki öğrenme kuralları şunlardır (Ataseven, 2013: 104): (i) algılayıcı öğrenme kuralı, (ii) delta öğrenme kuralı, (iii) genişletilmiş delta öğrenme kuralı ve (iv) geri yayılım öğrenme kuralıdır. Zaman serilerinde genellikle eğitmenli öğrenim algoritmalarından geri yayılım algoritması tercih edilmektedir (Tosunoğlu ve Benli, 2012: 543; Benli ve Yıldız, 2014: 217).



Şekil 5. Ağ Mimarilerinin Sınıflandırılması (Jain ve diğerleri, 1996: 35)

Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA) modeli YSA modelleri içinde en çok kullanılan ağ tipidir (Akcan ve Kartal, 2011: 33; Gülpınar, 2013: 336). ÇKA ileri beslemeli ağlar için en yaygın kullanılan eğitim algoritması, geri yayılma algoritmasıdır (Özkan, 2012: 31). ÇKA için eğitimde kullanılacak optimizasyon yöntemleri şunlardır (Akin, 2001: 13): (i) Gradyan Azalması Yöntemi, (ii) Eşlenik Granyanlar Yöntemi, (iii) Newtonumsu Yöntemler ve (iv) Levenberg-Marquardt Yöntemi'dir.

3.Uygulama

Bu çalışmanın amacı Bursa'da damacana su satışı yapan bir şirketin bayisinin aylık satış miktarlarının YSA yöntemi kullanılarak tahmin edilmesidir. Bu amaçla, Korusu su şirketinin Bursa Özlüce Şubesi'nden satış miktarlarına ilişkin Aralık 2010 ile Şubat 2015 dönemi aylık verileri (51 adet gözlem) elde edilmiştir. Bu verilerin ilk 45 adeti ağın eğitimi ve eğitimin doğrulanması için kullanılırken, son 6 adeti ise ağın genelleme yeteneğini ölçmek için öngörülerin tutarlılığının test edilmesinde kullanılmış, eğitim esnasında ağa tanıtılmamıştır. Gecikme sayısı bir olarak belirlendiğinden eğitimde kullanılan 45 adet verinin ilk 44'ü ağa girdi olarak, son 44'ü ise ağa hedef olarak verilmiştir.

Veriler aylık zaman serisi verisidir. Bu nedenle, tasarlanan ağda zaman penceresi yaklaşımı kullanılarak verilerin ilk 32 adeti (%70) ağın eğitiminde, son 12 adeti (%30) ise ağın doğrulanmasında kullanılmıştır. YSA'na iki girdi (i) gözlem değerlerinin birer gecikmeli değerleri (t-1) ile tahmin edilmesi istenen ay indisi ve hedef olarak tahmin edilmesi istenen gözlem değerleri (t) gösterilmiştir. Bu bağlamda yakınsanmaya çalışılan fonksiyon aşağıdaki gibidir:

$$Y_t = f(Y_{t-1}, X_i) \quad t = 2,3, \dots, 45 \quad i = 1,2,3, \dots, 12$$

Burada Y aylık su satıl miktarını (adet) ve X ise ay indisini göstermektedir.

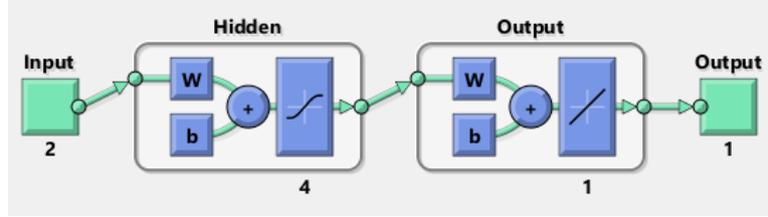
3.1. Ağ Tasarımı

Uygulamada bir ara katmandan oluşan ÇKA Modeli kullanılmıştır. Tasarlanan ağda yer alan bütün yapay sinir hücreleri için birleştirme fonksiyonu olarak toplama fonksiyonu kullanılmıştır. Transfer fonksiyonu olarak ara katmanda yer alan YSH'ler için Hiperbolik Tanjant Sigmoid (tansig) fonksiyonu, çıktı katmanında yer alan YSH'ler için ise doğrusal (purelin) fonksiyon kullanılmıştır⁶. Ağın eğitiminde eğitmenli öğrenme paradigması ile hatayı

⁶ Genelde ilgili literatürde gizli katmanlarda tansig veya logsig fonksiyonlar ile çıktı katmanında doğrusal (purelin) fonksiyon kullanılmaktadır. Ayrıca, uygulamada genellikle bir adet gizli katman kullanımı birçok karmaşık problemin çözümü için yeterli kabul edilmektedir. Birden çok gizli katman kullanımı aşırı uyum (over fitting) riski doğurmakta ve ağın genelleştirme kabiliyetini azaltabilmektedir.



geriye doğru yayan Levenberg-Marquardt Geri Yayılım Algoritması kullanılmıştır. Tasarlanan ağı yapısı aşağıdaki şekilde gösterildiği gibidir:



Şekil 6. Tasarlanan Ağ Yapısı

Ara katmanda kullanılan transfer fonksiyonunun yapısı gereği veriler -1 ve +1 değerleri arasında normalleştirilmiştir. Performans kriteri olarak MSE belirlenmiş ve hedef olarak sıfıra yakın (örneğin 0,001) olması amaçlanmıştır. Maksimum yinleme sayısı 100, kontrol sayısı 6 olarak sınırlandırılmıştır.

Girdi katmanında ağa tanıtılan değişken sayısı kadar YSH bulunacağından 2 adet YSH, çıktı katmanında ise yakınsanan değişken sayısı kadar YSH bulunacağından 1 adet YSH bulunmaktadır. Ara katmanda yer alan optimal YSH sayısını belirlemek için geliştirilmiş sistematik bir yöntem olmadığından deneme yanılma yöntemiyle aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere 4 olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. YSH Sayısının Belirlenmesinde Çeşitli YSH Sayıları için MSE ve R Değerleri⁷

YSH sayısı	MSE			R		
	Eğitim	Doğrulama	Tümü	Eğitim	Doğrulama	Tümü
1	106350	131150	108360	0.88254	0.82924	0.8699
2	69920	81440	73324	0.9426	0.88285	0.93177
3	47344	63460	40586	0.95203	0.93814	0.946
4	33665	44806	36956	0.95521	0.90133	0.95808
5	34650	65637	43806	0.96405	0.9204	0.95063
6	30823	61060	39757	0.95943	0.94384	0.95598
7	52606	53830	52967	0.93747	0.95759	0.94
8	34681	73867	46259	0.96396	0.90097	0.94716
9	105310	55603	90624	0.8708	0.91195	0.89222
10	34899	67332	44482	0.95757	0.94703	0.95172

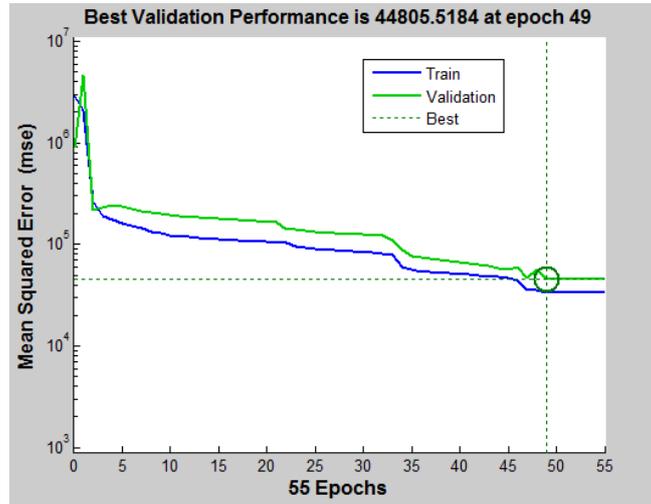
Her ağ 10 kez çalıştırılarak elde edilen en iyi performanslar yukarıdaki tabloda verilmiştir. Eğitim aşamasında en küçük MSE değeri 6 YSH ile elde edilmiş ancak doğrulama aşamasında bu değer iki katına ulaştığı görülmektedir. Bu da eğitilen ağın genelleme yeteneğinin olmadığını gösterdiğinden uygulamada 4 YSH ile oluşturulan ağ kullanılmıştır. Nitekim doğrulama aşamasında en küçük MSE değeri 4 YSH ile elde edilmiştir.

⁷ MSE hata kareleri ortalamasını (Mean Squared Error-MSE), R ise korelasyon katsayısını göstermektedir.



3.2. Ağın Eğitimi

Ağa yakınsanması istenen aylık satış değerlerinin ay indisi ile birlikte bir gecikmeli satış değerleri verilerek en az ortalama hata karelerini veren ağırlık ve eşik değerlerinin bulunması istenmiştir. Belirlenen gecikme sayısından dolayı 44 adet değer girdi ve 44 adet değer çıktı olarak ağa tanıtılarak eğitim gerçekleştirilmiştir. En küçük MSE değeri 49. yinelemede elde edilmiştir. Her yinelemede elde edilen MSE değerleri aşağıdaki şekilde gösterildiği gibidir.



Şekil 7. Eğitim ve Doğrulama Kümelerine İlişkin Hata Performansları

Yukarıdaki şekilde eğitim iterasyonları boyunca eğitim ve doğrulama hata vektörlerinin benzer seyir izlemekte olduğu görülmektedir. Böylece, aşırı uyum (overfitting) olmadığı sonucuna varılabilir. Doğrulama seti için MSE'yi minimum kılan ağırlık ve eşik değerleri şekilde de görüldüğü üzere 49. yinelemede elde edilerek ağırlık ve eşik değerleri sabitlenmiş ve eğitim tamamlanmıştır. Eğitim sonunda elde edilen ağırlık ve eşik değerleri aşağıdaki takip eden iki tabloda verildiği gibidir:

Tablo 2. Ara Katman ve Çıktı Katmanında Yer Alan YSH'lerin Eşik Değerleri

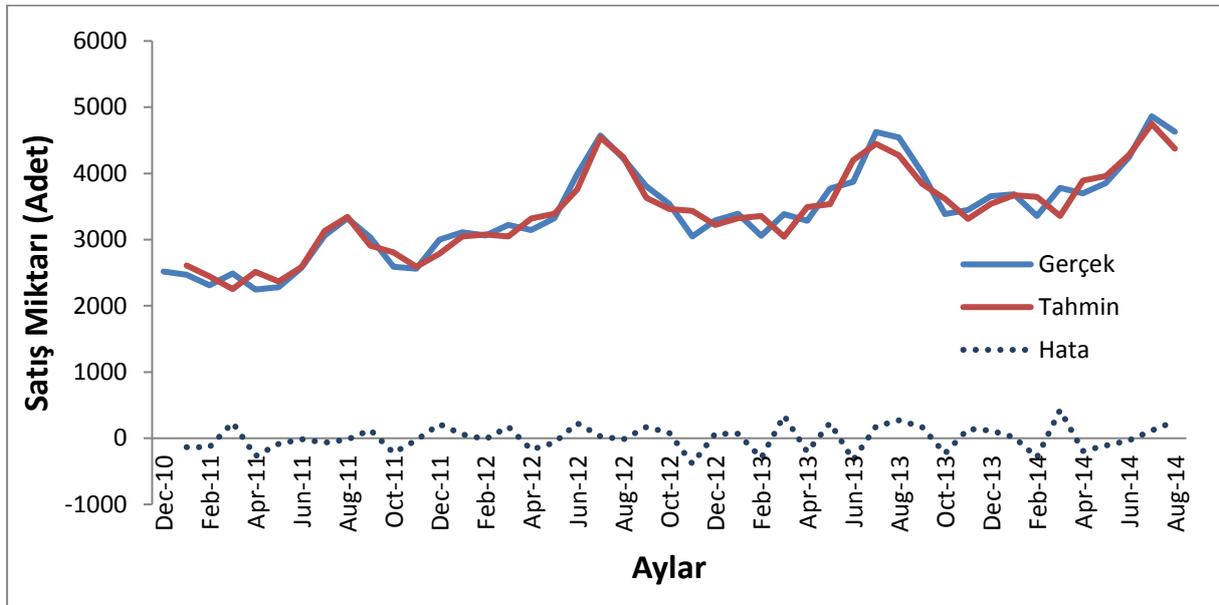
	Ara Katman	Çıktı Katmanı
1. YSH	0.6001	2.0438
2. YSH	-4.5515	-
3. YSH	-3.0240	-
4. YSH	-1.9112	-



Tablo 3. Ara Katman ve Çıktı Katmanında Yer Alan YSH'lere Gelen Giriş Değerlerinin Ağırlıkları

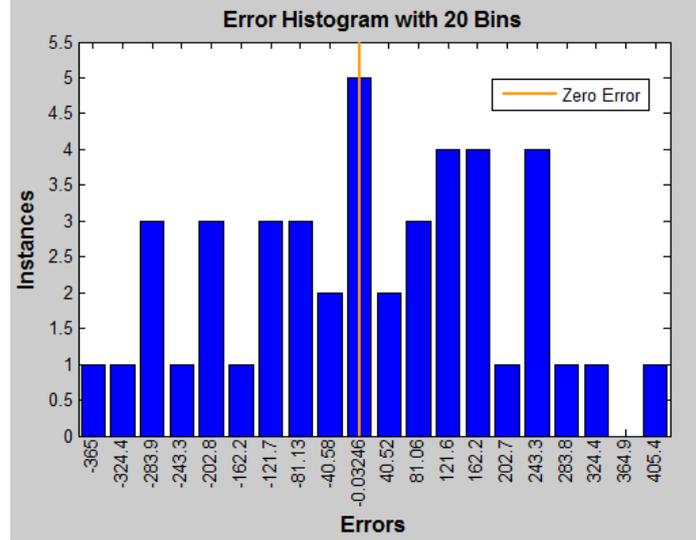
Ara Katman					Çıktı Katmanı	
1. YSH	2. YSH	3. YSH	4. YSH	Ara Katmandaki	Tek YSH	
Y_{t-1}	0.2855	0.6195	0.4541	-0.3208	1. YSH Çıkışı	5.0931
X_i	0.2828	-	10.7812	-1.1523	2. YSH Çıkışı	2.7584
		2.2618			3. YSH Çıkışı	-0.5713
					4. YSH Çıkışı	2.2834

Eğitilen ağ tarafından elde edilen tahmin değerleri ile gerçek gözlem değerleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.



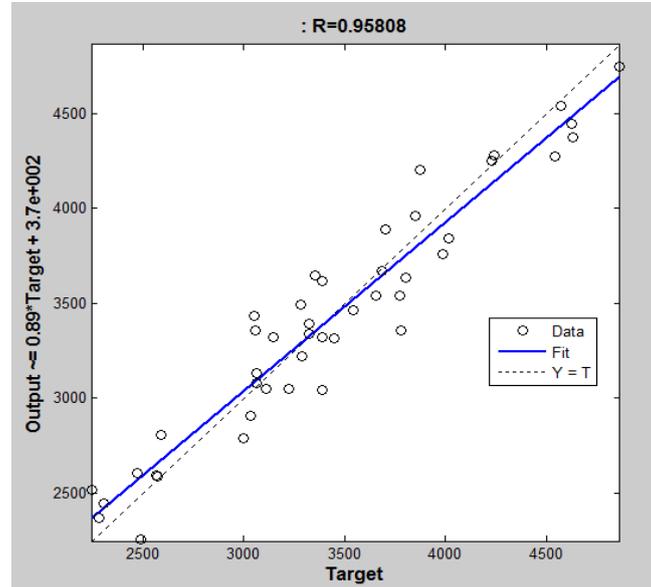
Şekil 8. Ağ Tarafından Tahmin Edilen Değerler ile Gerçek Değerlerin Grafik Üzerinde Gösterimi

Şekilde görüldüğü üzere eğitimi tamamlanan ağ tarafından elde edilen tahmin değerleri gerçek değerlerin gösterdiği mevsimselliği yakalayabilmiştir. Ancak küçük dalgalanmalara ağ tarafından gecikmeli olarak tepki verilmektedir. Bunun nedeni ağa tanıtılmayan su satışlarını etkileyen hava sıcaklığı gibi diğer etkenlerden kaynaklı eksik bilgi olduğu düşünülmektedir. Bu eksik bilgilerden kaynaklı tahminlerde meydana gelen hata miktarları aşağıdaki şekilde histogram grafiği olarak verilmiştir.



Şekil 9. Elde Edilen Tahminlerde Gerçekleşen Hataların Histogram Grafiği

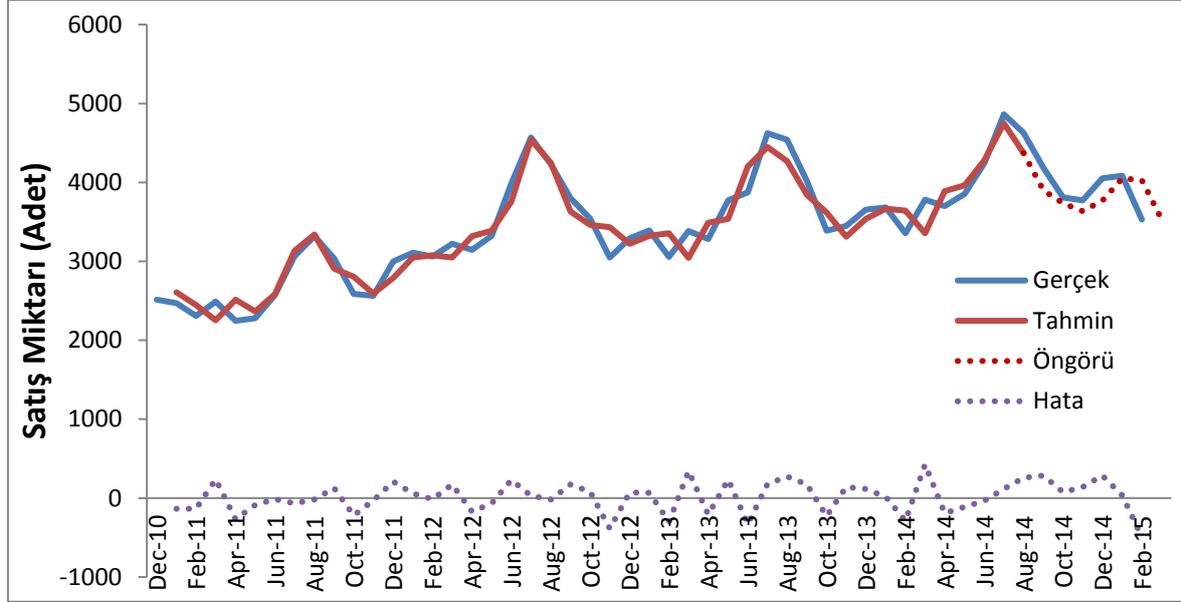
Yapılan tahminlerin tutarlılığını test etmek amacıyla regresyon sonuçları incelenmiş ve aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi elde edilen tahminler ile gerçek değerler arasında %95,8 oranında doğrusal bir ilişki olduğu görülmüştür.



Şekil 10. YSA Tarafından Elde Edilen Tahmin Değerleri (Output) ile Gerçek Gözlem Değerleri (Target) Arasındaki İlişki

3.4. Ağın Test Edilmesi

Uygulamanın bu kısmında eğitimi tamamlanan ağa, eğitimin hiçbir aşamasında gösterilmeyen son altı aylık değerler ile kayan pencere yaklaşımı kullanılarak birer aylık ilerisi öngörülmüştür. Böylece ağın genelleme özelliği test edilerek yakınsanan fonksiyonun ileriki aylarda da geçerliliği analiz edilmiştir. Kestirim sonucunda elde edilen öngörü değerleri ve gerçek değerler aşağıdaki şekilde verildiği gibidir.



Şekil 11. Damacana Su Satış Tahminleri Grafiği (Adet Damacana)

Grafikte de görüldüğü üzere ağırlık genelleme özelliğine sahip olduğu, sabitlenen ağırlık ve eşik değerleri ile ileriki aylarda da tutarlı tahminlerin elde edilebildiği görülmüştür.

Tablo 4. Damacana Su Satış Tahminleri (Adet Damacana)

Tarih	Gerçek	Tahmin	Sapma	Tarih	Gerçek	Tahmin	Sapma	Tarih	Gerçek	Tahmin	Sapma
Aralık.2010	2.516	-	-	Mayıs.2012	3.322	3.389	67	Ekim.2013	3.387	3.617	230
Ocak.2011	2.471	2.607	136	Haziran.2012	3.986	3.757	-229	Kasım.2013	3.450	3.312	-138
Şubat.2011	2.308	2.445	137	Temmuz.2012	4.571	4.542	-29	Aralık.2013	3.655	3.538	-117
Mart.2011	2.489	2.253	-236	Ağustos.2012	4.229	4.248	19	Ocak.2014	3.685	3.669	-16
Nisan.2011	2.246	2.514	268	Eylül.2012	3.803	3.632	-171	Şubat.2014	3.356	3.644	288
Mayıs.2011	2.280	2.366	86	Ekim.2012	3.542	3.461	-81	Mart.2014	3.781	3.355	-426
Haziran.2011	2.573	2.585	12	Kasım.2012	3.049	3.434	385	Nisan.2014	3.700	3.891	191
Temmuz.2011	3.064	3.132	68	Aralık.2012	3.291	3.222	-69	Mayıs.2014	3.852	3.961	109
Ağustos.2011	3.321	3.340	19	Ocak.2013	3.391	3.323	-68	Haziran.2014	4.242	4.278	36
Eylül.2011	3.035	2.907	-128	Şubat.2013	3.056	3.355	299	Temmuz.2014	4.863	4.749	-114
Ekim.2011	2.588	2.808	220	Mart.2013	3.386	3.044	-342	Ağustos.2014	4.630	4.372	-258
Kasım.2011	2.563	2.591	28	Nisan.2013	3.285	3.491	206	Eylül.2014	4.184	3.897	-287
Aralık.2011	2.999	2.789	-210	Mayıs.2013	3.771	3.537	-234	Ekim.2014	3.811	3.736	-75
Ocak.2012	3.109	3.049	-60	Haziran.2013	3.874	4.202	328	Kasım.2014	3.774	3.634	-140
Şubat.2012	3.061	3.076	15	Temmuz.2013	4.624	4.447	-177	Aralık.2014	4.053	3.767	-286
Mart.2012	3.221	3.049	-172	Ağustos.2013	4.543	4.272	-271	Ocak.2015	4.084	4.051	-33

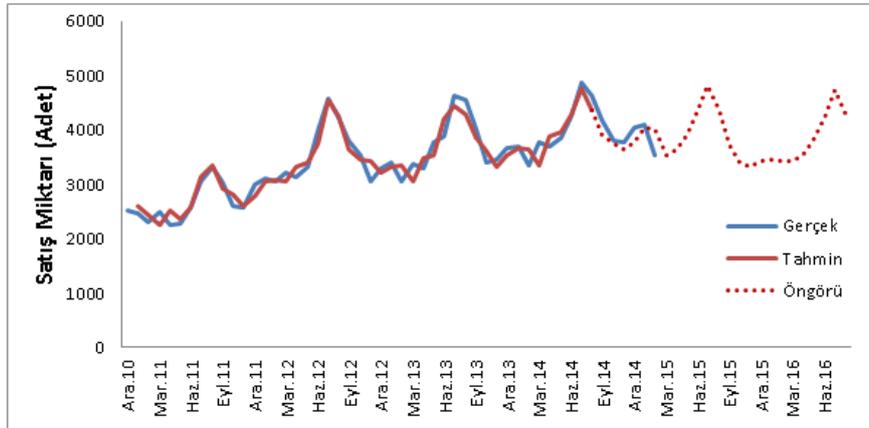


Nisan.2012	3.146	3.318	172	Eylül.2013	4.014	3.843	-171	Şubat.2015	3.532	4.027	495
								Mart.2015	-	3.534	-

Tablodaki koyu renkli tahmin değerleri (Eylül 2014-Mart 2015 dönemi) eğitim esnasında ağı gösterilmeyen gerçek değerler kullanılarak elde edilen tahmin değerleridir. Böylece ağıın genelleme yeteneğı ölçülmüştür.

3.5. Öngörü

Şu ana kadar elde edilen tahmin değerleri ancak bir ay ilerisini öngörebilmektedir. Bazı durumlarda ise uzun süreli tahminlerin gerekliliğı geleceğın planlanması açısından önemli olabilmektedir. Bu bağlamda bir birimden fazla ilerisinin öngörülebilmesi için tahmin edilen değerler, gerçekleşmiş gibi tekrar girdi olarak kullanılarak öngörülen süre arttırılabilir. Her birim ilerisi için yapılan tahminde girdi olarak kullanılan bir gerçek birim çıkarılarak yerine tahmin edilmiş değer konur. Böylece kestirilmek istenen süre istenildiğı kadar arttırılabilir. Ancak bir yerden sonra ağı girdi olarak verilen değerler tamamen tahmin değerlerinden oluşacağından yapılan kestirimlerin tutarlılığı öngörülen süre arttıkça azalacak, sapma oranı artacaktır. Yine kayan pencere yöntemi ile gerçekleşmemiş 15 ay için elde edilen öngörü değerleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 12. Damacana Su Satışı Öngörü Değerleri Grafiğı (Adet Damacana)

Elde edilen tahminler kullanılarak yapılan öngörü değerleri aşağıdaki tablodaki biçimde elde edilmiştir:



Tablo 5. Damacana Su Satışı Öngörü Değerleri (Adet Damacana)

Tarih	Öngörü
Nisan.2015	3.644
Mayıs.2015	3.906
Haziran.2015	4.327
Temmuz.2015	4.814
Ağustos.2015	4.352
Eylül.2015	3.717
Ekim.2015	3.395
Kasım.2015	3.318
Aralık.2015	3.438
Ocak.2016	3.462
Şubat.2016	3.425
Mart.2016	3.426
Nisan.2016	3.533
Mayıs.2016	3.794
Haziran.2016	4.224

4.Sonuç

Tahmin geleceğe ilişkin bugünden yapılan bir kestirimdir. Satış miktarlarının tahmin edilmesi her şirket için önemli bir konudur. Bir şirketin satış miktarları tahmin edildiğinde, şirketin satışını yaptığı ürünlerin tüketiciler tarafından gelecekte talep edilecek miktarları veya talep tahmini yapılmış olur. Bu bilgiye sahip olan şirket yöneticileri geleceğe ilişkin hammadde, araç-gereç, makine-teçhizat ve insan gibi kaynaklarını önceden planlama ve bu konularda stratejik kararlar verme imkânına sahip olacaktır.

Ülkemizde son yıllarda özellikle büyük şehirlerde damacana su satışı yaygınlaşmıştır. Evlerde ve işyerlerinde damacana su talebi her geçen gün artmaktadır. Serbest piyasada çeşitli su şirketleri bayilikler üzerinden artan talebi karşılamak üzere çalışmaktadır. Bu sektörde çalışan şirketlerin geleceğe yönelik satış tahminlerini bugünden bilmeleri yukarıda belirtilen nedenlerden önem arz etmektedir. Bu çerçevede, çalışmada Bursa'da damacana su satışı yapan Korusu Su Şirketinin Özlüce semti bayisinin aylık satış miktarlarının Yapay Sınır Ağları Yöntemi kullanılarak tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma sonuçları eğitilmiş ağdan tahmin edilen değerlerin gerçek satış değerlerinin mevsimselliğinin yakalandığını göstermektedir. Tahmin edilen değerler ile gerçek değerler tutarlı bulunmuştur. Eğitilmiş ağ ile tutarlı öngörülerin elde edilebileceği anlamına gelen ağın genelleme yeteneğine sahip olduğu bulunmuştur. Kayan pencere yöntemi kullanılarak on beş ay için damacana su satış öngörülerini elde edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen tahminler Korusu Su Şirketinin Özlüce bayisi, Korusu Su Şirketi ve bu sektördeki diğer şirketler için değerli bilgiler içermektedir. Özlüce bayisi yöneticilerinin gelecekteki on beş aydaki damacana su talebini bugünden bilmeleri onların bayide çalışan su dağıtımını yapan eleman sayısı, su dağıtımında kullanılan araç sayısı ve bayi deposuna su getirecek kamyonun ayda kaç defa şirketin dolum tesisine gideceği ve depo



stoklarında bulunacak damacana su sayısı gibi kaynakların planlanmasında ve stratejik kararlar verilmesinde önem arz etmektedir. Yine, Korusu Su Şirketinin Özlüce bayisinden gelecek olan damacana su talebini karşılayabilmesi bakımından Özlüce'deki satış miktarlarını bilmesi önemlidir. Şirket Özlüce bayisinin yanında diğer bayilerin satış miktarlarının tahminlerini elde etmesi halinde gelecekteki üretimini bu tahminlere göre planlayabilir. Bu çalışmanın damacana su sektöründeki diğer şirketlerin de benzer bilimsel tahmin çalışmaları ile üretim planlamalarına ve stratejik kararlarına bilimsel açıdan değer katacağı da ayrıca belirtilebilir.

Kaynaklar

- Akcan Ahmet ve Cem Kartal, (2011), “İMKB Sigorta Endeksini Oluşturan Şirketlerin Hisse Senedi Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmini”, Muhasebe ve Finansman Dergisi, Sayı 51, s. 27-40.
- Akçalı Burçay Yaşar, (2015), “MIST Ülkeleri Finansal Baskı Endekslerinin Yapay Sinir Ağları ve Box-Jenkins Yöntemleriyle Tahmin Edilerek Finansal Krizlerin Öngörülmesi”, Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, 17, 2, s. 347-384.
- Akın Melda, (2001), “Yapay Sinir Ağları”, İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, No 25, s. 7-19.
- Altan Şenol, (2008), “Döviz Kuru Öngörü Performansı için Alternatif Bir Yaklaşım: Yapay Sinir Ağı”, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10/2, s. 141-160.
- Asilkan Özcan ve Sezgin Irmak, (2009), “İkinci El Otomobillerin Gelecekteki Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmin Edilmesi”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C. 14, S. 2, s. 375-391.
- Ata Raşit, (2014), “Akhisar Bölgesi için Ortalama Rüzgar Hızlarına Bağlı Rüzgar Esmeye Sürelerinin Yapay Sinir Ağları ile Tahmini”, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 20, Sayı 5, s. 162-165.
- Ataseven Burçin, (2013), “Yapay Sinir Ağları ile Öngörü Modellemesi”, Öneri, C. 10, s. 39, s. 101-115.
- Atik Kemal, Nazif Kahraman ve Bilge Albayrak Çeper, (2013), “Prediction of Performance and Emission Parameters of an Si Engine by Using Artificial Neural Networks”, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 33, 2, 57-64.
- Aydemir Erdal, Meltam Karaatlı, Gökhan Yılmaz ve Serdar Aksoy, (2014), “112 Acil Çağrı Merkezine Gelen Çağrı Sayılarını Belirleyebilmek için bir Yapay Sinir Ağları Tahminleme Modeli Geliştirilmesi”, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 20, Sayı 5, s. 145-149.



- Aygören Hakan, Hakan Sarıtaş ve Tuncay Moralı, (2012), “İMKB 100 Endeksinin Yapay Sinir Ağları ve Newton Nümerik Arama Modelleri ile Tahmini”, Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, C. 4, S. 1, ss. 73-88.
- Benli Yasemin Keskin ve Ayşe Yıldız, (2014), “Altın Fiyatlarının Zaman Serisi Yöntemleri ve Yapay Sinir Ağları ile Öngörüsü”, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı 42, s. 213-224.
- Bilgili Mehmet, Erdoğan Şimşek ve Beşir Şahin, (2010), “Ege Bölgesindeki Toprak Sıcaklıklarının Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Belirlenmesi”, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 30, 1, 121-132.
- Çuhadar Murat, İbrahim Güngör ve Ali Göksu, (2009), “Turizm Talebinin Yapay Sinir Ağları ile Tahmini ve Zaman Serisi Yöntemleri ile Karşılaştırmalı Analizi: Antalya İline Yönelik Bir Uygulama”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C. 14, S. 1, s. 99-114.
- Elmas Çetin, (2003), Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama), SeçkinYayıncılık, Ankara.
- Erilli N. Alp, Erol Eğrioğlu, Ufuk Yolcu, Ç. Hakan Aladağ ve V. Rezan Uslu, (2010), “Türkiye’de Enflasyonun İleri ve Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağlarının Melez Yaklaşımı ile Öngörüsü”, Doğuş Üniversitesi Dergisi, 11 (1), s. 42-55.
- Es Hüseyin Avni, F. Yeşim Kalender ve Coşkun Hamzaçebi, (2014), “Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Net Enerji Talep Tahmini”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 29, No. 3, s. 495-504.
- Gülpınar Vildan, (2013), “Yapay Sinir Ağları ve Sosyal Ağ Analizi Yardımı ile Türk Telekomünikasyon Piyasasında Müşteri Kaybı Analizi”, Marmara Üniversitesi İİB Dergisi, Cilt XXXIV, Sayı I, s. 331-350.
- Hotunluoğlu Hakan ve Etem Karakaya, (2011), “Forecasting Turkey’s Energy Demand Using Artificial Neural Networks: Three Scenario Applications”, Ege Akademik Bakış, Cilt 11, Özel Sayı, s. 87-94.
- İlbaş Mustafa ve Mahmut Türkmen, (2012), “Estimation of Exhaust Gas Temperature Using Artificial Neural Network in Turbofan Engines”, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 32, 2, s. 11-18.
- Jain Anil K., Jianchang Mao ve K. M. Mohiuddin, (1996), “Artificial Neural Networks: A Tutorial”, IEEE, 31-44.
- Karaali Faika Çağla ve Füsün Ülengin, (2008), “Yapay Sinir Ağları ve Bilişsel Haritalar Kullanarak İşsizlik Oranı Öngörü Çalışması”, İtü Mühendislik Dergisi, Cilt 7, Sayı 3, s. 15-26.



- Karaatlı Meltem, Özlem Ceyda Helvacıoğlu, Nuri Ömürbek ve Gönül Tokgöz, (2012), “Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Otomobil Satış Tahmini”, Int. Journal of Management Economics and Business, Vol. 8, No. 17, pp. 87-100.
- Karahan Mehmet, (2015a), “Yapay Sinir Ağları Metodu ile İhracat Miktarlarının Tahmini: ARIMA ve YSA Metodunun Karşılaştırmalı Analizi”, Ege Akademik Bakış, Cilt 15, Sayı 2, s. 165-172.
- Karahan Mehmet, (2015b), “Turizm Talebini Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Tahmin Edilmesi”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C. 20, S. 2, s. 195-209.
- Karymshakov Kamalbek ve Yzat Abdykaparov (2012), “Forecasting Stock Index Movement with Artificial Neural Networks: The Case of Istanbul Stock Exchange”, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 14, Sayı 2, s. 231-242.
- Krenker Andrej, Janez Bester ve Andrej Kos, (2015), “Introduction to the Artificial Neural Networks”, Accessed on 09.01.2015 from www.intechopen.com.
- Okkan Umut ve H. Yıldırım Dalkılıç, (2012), “Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağları ile Kemer Barajı Aylık Akımlarının Modellenmesi”, İMO Teknik Dergi, Teknik Yazı, Yazı 379, s. 5957-5966.
- Özkan Filiz, (2012), “Döviz Kuru Tahmininde Parasal Model ve Yapay Sinir Ağları Karşılaştırması”, Business and Economics Research Journal, Vol. 3, Bo. 1, pp. 27-39.
- Öztemel Ercan, (2006), Yapay Sinir Ağları, PapatyaYayıncılık, İstanbul.
- Polat Özgür ve Ş. Mustafa Ersungur, (2012), “Türkiye’nin Dış Ticaret Öngörüsü”, Journal of Business Economics and Political Science, Vol. 1, No. 1, pp. 83-95.
- Söyler Hasan ve Oktay Kızılkaya, (2015), “Türkiye’nin GSYİH Tahmini için Yapay Sinir Ağları Model Performanslarının Karşılaştırılması”, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 16, Sayı 1, s. 45-58.
- Terzi Özlem ve Eda Çevik, (2012), “Rainfall Estimation Using Artificial Neural Network Method”, SDU International Journal of Technologic Systems, Vol. 4, No. 1, pp. 10-19.
- Terzi Özlem ve Mehmet Köse, (2012), “Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Göksu Nehrinin Akım Tahmini”, SDU International Journal of Technologic Systems, Vol. 4, No. 3, pp. 1-7.
- Tosunoğlu Nuray Güneri ve Yasemin Keskin Benli, (2012), “Morgan Stanley Capital International Türkiye Endeksinin Yapay Sinir Ağları ile Öngörüsü”, Ege Akademik Bakış, Cilt 12, Sayı 4, s. 541-547.
- Turhan Kemal, Burçin Kurt ve Yasemin Zeynep Engin, (2013), “Estimation of Student Success with Artificial Neural Networks”, Eğitim ve Bilim, Cilt 37, Sayı 170, s. 112-120.



AKADEMİK BAKIŞ DERGİSİ

Sayı: 56 Temmuz - Ağustos 2016

Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi

ISSN:1694-528X İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Türk Dünyası
Kırgız – Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü, Celalabat – KIRGIZİSTAN

<http://www.akademikbakis.org>



Ulusoy Tolga, (2010), “İMKB Endeks Öngörüsü için İleri Beslemeli Ağ Mimarisine Sahip Yapay Sinir Ağı Modellemesi”, International Journal of Economic and Administrative Studies, No 5, pp. 21-40.

Utkun Emine, (2014), “Giyim Konforunun Tahminlemede Yapay Sinir Ağları Sistemlerinin Kullanımına Yönelik Bir Literatür Araştırması”, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 20, Sayı 7, s. 272-280.

Yakut Emre, Bekir Elmas ve Selahattin Yavuz, (2014), “Yapay Sinir Ağları ve Destek Vektör Makineleri Yöntemleriyle Borsa Endeksi Tahmini”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C. 19, S. 1, s. 139-157.