



Çağrı Merkezi Çalışanlarının Aylık Performanslarının Yapay Sinir Ağları Yardımı ile Tahmin Edilmesi*

Sefa Ortakaya^{a**}, Remzi Tuntaş^b

^a Yüksek Lisans Öğrencisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Erciş İşletme Fakültesi, 65400 Van, TÜRKİYE. e-posta: sefaortakaya@hotmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8145-0705>

^b Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Erciş İşletme Fakültesi, 65400 Van, TÜRKİYE. e-posta: rtuntas@hotmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7973-2412>

MAKALE BİLGİSİ

Geliş Tarihi: 19.06.2018
Kabul Tarihi: 10.09.2018
Çevrimiçi Kullanım Tarihi: 29.10.2018

ÖZ

Bilgi teknolojilerindeki hızlı gelişmeler inovasyonun da ötesine geçerek yıkıcı bir boyuta ulaşmıştır. Bu boyut yapay zekâ uygulamalarına yönelik geniş bir araştırma alanına yön vermiştir. Günümüzde yapay zekâ teknolojilerinin kullanımında önemli ölçüde ilerleme kaydedilmiştir. İnsana özgü olan biyolojik beyin sisteminden ilham alınarak Yapay Sinir Ağ (YSA) teknolojisi ortaya çıkarılmıştır. Yapay sinir ağları insan beyninin fonksiyonlarından olan öğrenme yeteneğinin bilgisayarlara ve makinelere kazandırıldığı yapay zekâ teknolojilerinden olduğu, bu nedenle yapay sinir ağlarının geçmişteki örnekleri öğrenme yoluyla kullanarak geleceğe ait yorumlar ve tahminler yapabilme özelliği gibi kuramsal çerçeve ele alınmıştır. Bu bakımdan YSA biyolojik sinir sisteminin matematiksel mimarideki modellemesidir. Tahmin performanslarının üstün olması YSA'lara birçok alanda başarılı bir şekilde kullanım alanları sağlamıştır. Bu çalışmada ise çağrı merkezi çalışanlarının sonraki aylara yönelik çalışma performansları YSA yardımı ile tahmin edilmiştir. YSA yöntem bilimi ile çağrı merkezlerinde çalışan müşteri/vatandaş temsilcilerinin performansı tahmin edilerek bulgular ve sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler:

Yapay Sinir Ağları,
Çağrı Merkezleri,
Tahmin Performansları.

Çağrı merkezi sektöründeki firmaların başarılı olmasında ve yöneticilerin sağlıklı kararlar almasında temel koşul, neler yapılacağına önceden bilinmesidir. Bunun için öncelikle çağrı merkezlerinde çalışan personelin geçmiş aylara ait çalışma performans verileri saat olarak elde edilmiştir. Daha sonra tahmin amaçlı olarak kullanacağımız uygun YSA mimarisini oluşturmak için elde edilen mevcut veriler ile geri yayılım algoritması kullanılarak YSA eğitilmiş ve deneme yanıtı yöntemiyle ağ parametreleri tespit edilmiştir. Nihai aşamada ise başarılı bir şekilde eğitilmiş ve test edilmiş olan bu uygun YSA'lar kullanılarak çağrı merkezlerinde çalışan personellerin daha sonraki aylara ait çalışma performansları başarılı bir şekilde tahmin edilerek uygun analiz ve değerlendirmeler yapılmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada öngörü modellemesi tekniği olan yapay sinir ağları metodolojisi ele alınarak, çağrı merkezi sektöründe istihdam edilen çalışanların performanslarının tahmin edilmesine yönelik bulgularla

* Bu makale, 09-11 Mart 2018 tarihlerinde Mardin'de gerçekleştirilen 1. Uluslararası İktisat Sosyal Bilimler Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur

** Sorumlu Yazar / Corresponding Author

Doi: <https://dx.doi.org/10.30855/gjeb.2018.4.3.003>

sonuçlar başarılı bir şekilde elde edilmiştir. Elde edilen çıktılara göre bu çalışma göstermiştir ki çağrı merkezleri veya benzer sektörlerdeki yöneticilerin geleceğe dönük doğru ve sağlıklı kararlar alabilmelerini sağlayacak olan optimum çalışma şartlarının oluşturulması ve maksimum verimin alınabilmesi için çok ciddi imkanlar sağlamaktadır.

Estimation of Monthly Performance of Call Center Employees with Artificial Neural Networks Assistance

ARTICLE INFO

Received: 19.06.2018

Accepted: 10.09.2018

Available online: 29.10.2018

Keywords:

Artificial Neural Networks, Call Centers, Forecasting Performance.

ABSTRACT

Rapid developments in information technologies have gone beyond innovation to a destructive dimension. This dimension has led to a broad research area for artificial intelligence applications. Today, significant progress has been made in the use of artificial intelligence technologies. Artificial Neural Network (ANN) technology has been developed by inspiring the human brain system. Artificial neural networks are considered to be the artificial intelligence technologies that have been acquired by computers and machines for their ability to learn from the functions of the human brain, and thus the theoretical framework of artificial neural networks such as the ability to make predictions and predictions of the future using learning through the past is studied. In this regard, ANN is the model of the biological nervous system in mathematical architecture. Superiority of forecasting performance ANN has been successfully used in many areas. In this study, call center employees' work performance for the next month was estimated with the aid of ANN. The performance of customer / citizen representatives working in call centers with ANN methodology was estimated by trying to avoid the findings and results.

The basic condition for the success of the companies in the call center sector and for managers to make sound decisions is to know in advance what to do. For this purpose, the performance data of the personnel working in the call centers of the past month were obtained as hourly. Then, we use ANN as a predictor and use the backpropagation algorithm with the existing data obtained to construct the appropriate ANN architecture. The network parameters are determined by trial and error method. In the final stage, the successful performance of the personnel working at the call centers by using these appropriate ANNs which have been trained and tested successfully was predicted successfully and appropriate analyzes and evaluations were made. As a result, the methodology of forecasting modeling artificial neural networks in this study has been taken into consideration and the results have been successfully obtained with the findings of estimating the performance of the employees employed in the call center sector. According to the output obtained, this study has shown very serious possibilities for establishing optimum working conditions and maximizing efficiency, which will enable call centers or managers in similar sectors to make correct and healthy decisions for the future.

1. Giriş

İşletmeler amaçlarına ulaşmak ve istihdam etmiş oldukları personelin performanslarını yüksek tutmak için performans çizelgelerini takip etmek durumuyla karşı karşıyadırlar. Çağrı merkezi yöneticileri ise daha sağlıklı kararlar alarak aksiyona geçebilmek için çalışanların performansını takip etmenin yanında tahmin etmek durumuyla da karşı karşıyadırlar. Yöneticiler geleceğe ulaşmak için tahmin yapmak durumundadırlar. Bundan ötürü tahminde bulunarak erken karar alma düşüncelerine de yardımcı olmaktadır. Çağrı merkezlerinin hedeflerine ulaşabilmesi için çağrıları karşılayan personelin performansının önceden tahmin edilmesi yönetim birimlerine ve insan kaynakları uygulamalarına katkı sağlamaktadır. Bu durum personeli gözlemleyen birimlere de yön vermektedir.

Bilgi teknolojilerindeki yıkıcı gelişmeler insana özgü özellikleri modelleyerek yapay zekâ teknolojilerini ortaya çıkarmıştır. Bu bakımdan yapay zekâ teknolojileri bilgisayarlarında insanlar gibi düşünmesi yaklaşımı ile insana özgü özelliklerin bilgisayarlara modellenmesidir. Yapay zekâ teknolojileri üzerine yapılan çalışmalar yapay sinir ağları (YSA) metodolojisini meydana çıkarmıştır. YSA'lar birçok alanda uygulandığı gibi tahmin modellenmesinde de yaygın olarak uygulanmaktadır. Bilgi teknolojilerindeki hızlı ilerlemeler literatürde yapay zekâ teknolojilerinden biri olan YSA'na yön vermiştir.

Literatür incelendiğinde YSA Bilgisayar Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, İşletme, Ekonometri, İstatistik gibi disiplinlere de ışık tutmuştur. Bundan ötürü YSA tahmin, sınıflandırma, kümeleme ve regresyon problemlerinin çözümü için literatürde kabul görülerek sıklıkla tercih edilmiştir.

Sarı (2016), YSA yaklaşımı ile bir otomotiv firmasında motor yataklarının satış talep tahmini yapmıştır. Ulaşmış olduğu çıktı değerlerini, regresyon analizi ve zaman serileri ile yapılan tahmin sonuçlarıyla karşılaştırmıştır. Elde etmiş olduğu sonuçlara göre YSA ile gerçeğe daha yakın tahminde bulunmuştur.

Yüksel (2014), Altın fiyatlarının YSA ile tahminini yapmıştır. YSA metodolojisi ile kurulan modelden yola çıkarak gerçek değerler ile tahmin değerlerini karşılaştırmıştır. Ayrıca yaptığı duyarlılık analizinin sonuçlarını değerlendirirken altın fiyatlarını etkileyen faktörlere de ulaşmıştır.

Turhan vd. (2013), Karadeniz Teknik Üniversitesinin Tıp Fakültesinde öğrenim gören öğrencilerin 1.dönem sonu final sınavlarını YSA ve regresyon analizi ile tahmin etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre YSA'nın tahmin probleminin çözümünde daha yüksek performans gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Ekinci vd. (2008), Finansal göstergelerden yola çıkarak ekonomik açıdan krizlerin yaşandığı dönemlerde imalat firmalarının başarılarının tahminine yönelik çalışma yapmışlardır. Ulaştıkları sonuçlara göre firma başarısının tahmininde YSA 'nın kullanılabilmesine ve başarılı sonuçlar elde edilebilmesine yönelik değerlendirmede bulunmuşlardır.

Gorr vd. (1994), YSA yardımı ile istatistiksel modelleri karşılaştırarak öğrencilerin başarı performanslarını ve notlarının tahmin edilmesine yönelik çalışma yapmışlardır. Yapmış oldukları çalışmanın sonucunda YSA'nın istatistiksel modellere göre daha uygun olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Paliwal ve Kumar (2009), İşletme fakültesi mezunlarının akademik performanslarının ve potansiyellerinin tahmin edilebilmesi için YSA tekniğini kullanmışlardır. El etmiş oldukları sonuçları geleneksel istatistik tekniklerle de karşılaştırarak çıktılarının performanslarını değerlendirmişlerdir.

Sharda ve Wilson (1993), Yapay zekâ uygulamalarına yönelik yapmış oldukları çalışmada analiz problemlerinde YSA'nın istatistiksel açıdan geleneksel tekniklere göre daha etkin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Ballı vd. (2009), Yapmış oldukları çalışmalarında insan kaynakları açısından performans yönetimine destek için yapay zekâ teknolojilerinin kullanılabilmesini savunmuşlardır. İşletme çalışanlarının yıllık performanslarının değerlendirilmesi için yapay zekâ teknolojilerinin daha tutarlı ve sağlıklı sonuçlar verebileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Atasoy (2012), YSA metodolojisi yardımıyla insan kaynaklarında performans yönetiminin modellenmesine yönelik çalışma yapmıştır. Yaptığı çalışmada soyut olan kararların somutlaştırılmasında YSA'nın tahmin özelliğinin diğer sayısal yöntemlere göre daha etkin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Ataseven (2013), Yapay zekâ teknolojilerinden biri olan YSA yardımı ile geleceğe dönük öngörü modellerinin gerçekleştirilmesinin mümkün olduğunu irdelemiştir. YSA'nın öngöründe başarılı sonuçlar verdiği ulaştırılmıştır.

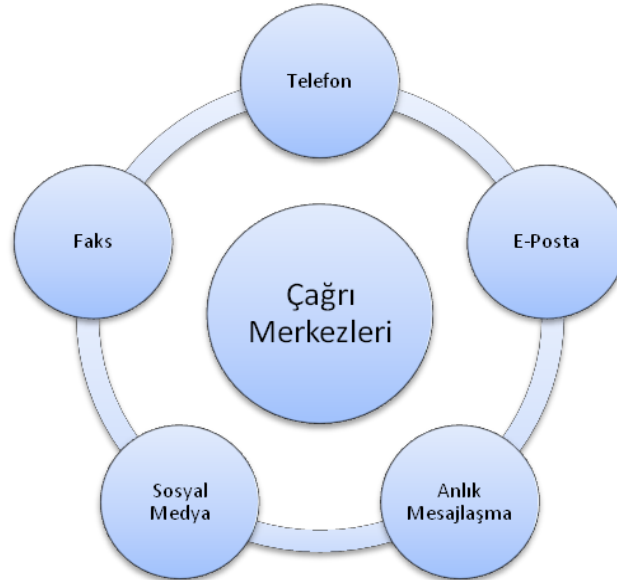
YSA'nın yapısının rahatlıkla anlaşılabilir olması ve çözümü zor olan problemlere kolay uygulanması literatürde tercih edilme oranını arttırmıştır. YSA metodolojisinden faydalanılarak üretimde iş akış kontrolünün yapılmasına, finansal göstergelerle başarı tahmininde bulunulmasına, öğrencilerin başarı yönünden performanslarının tahmin edilmesine, öngörü modellemesi ile erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar literatürde yer almaktadır. Ancak çağrı merkezi çalışanlarının performanslarının tahmin edilmesine yönelik çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı ise çağrı merkezlerinde tutulan raporlamaların veri seti olarak kullanılmasıyla performansa dayalı tahminde bulunmak ve yapay sinir ağları yaklaşımının geleneksel algoritmalara göre güçlü yönlerini ortaya koymaktır. Bu amaçla Milli Eğitim Bakanlığı İletişim Merkezinde (MEBİM) istihdam edilen vatandaş temsilcilerinin anahtar performans göstergeleri (KPI) veri seti olarak kullanılmıştır. YSA metodolojisi ile çağrı merkezlerinde çalışan personelin performansları tahmin edilerek bulgular ve sonuçlar açıklanmıştır.

2. Çağrı merkezleri

Çağrı merkezleri müşterilerden veya vatandaşlardan bilgi edinme, talep, satış, öneri, işlem, ihbar ve şikâyet vb. konularda gelen çağrılarını karşılandığı, çözüm ve eylem planlarının gerçekleştirildiği, onlara belirli amaçlar doğrultusunda dış aramaların gerçekleştirildiği iletişim merkezleridir (Mesleki Yeterlilik Kurumu [MYK], 2013).

Çağrı merkezleri temasta olması gereken kişi ve kurumlarla Şekil 1'de görüldüğü gibi çeşitli iletişim araçları ile hizmet sunmaktadırlar (Mesleki Yeterlilik Kurumu [MYK], 2013):



Şekil 1. Çağrı Merkezlerinde Kullanılan İletişim Araçları

Çağrı merkezleri kurumların, işletmelerin temasta olmaları gereken diğer kurumlar ve bireyler ile iletişimini sağlayan birimlerdir. Bu birimler kurumların kendi içinde yardım masası biçiminde olabileceği gibi çeşitli iletişim araçları yardımıyla müşteri hizmetlerine yönelik te bulunabilmektedir. İletişim yönünden sunulacak hizmetler kurumlar için dışarıdan hizmet alımı yoluyla da temin

edilebilmektedir. İşletmeler genellikle dış kaynak temini ile iletişim hizmetlerini satın almaktadırlar. Dış kaynak yolu ile satın alınan iletişim hizmetleri sayı bakımından çağrı merkezlerinin çoğalmasına yol açmaktadır (Norman, 2005, s. 1).

Çağrı merkezlerinde sunulan hizmetler genelde vatandaş temsilcisi veya müşteri temsilcisi adı verilen personeller tarafından yürütülmektedir. Yürütülmekte olan işin özelliğine göre performansları bağlı oldukları yöneticileri ve insan kaynakları birimleri tarafından takip edilmektedir. Özellikle yöneticiler insan kaynakları uygulamaları ile organizasyonun hedeflerine ulaşması için çalışanların performansı tahmin etmek durumuyla karşı karşıya kalmaktadırlar.

3. Yapay sinir ağları

Bilgisayar sektöründen bir sonraki büyük gelişmelerden biri de yapay zekâ teknolojilerinden biri olan YSA'nın keşfedilmesidir. YSA'lar insan beyninin temel özelliklerini simüle ederek modellenmişlerdir (Anderson-Mcneill, 1992, s. 2). Bir başka deyişle insan beynine ait temel özelliklerinin bilgisayarlarda uygulanmasıdır.

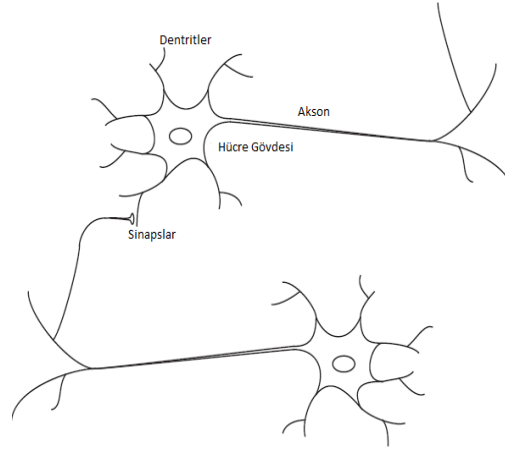
YSA'lar biyolojik ağların sadeleştirilmiş modelleri olarak düşünülebilir. YSA'nın yapı taşları nöronlardan modellenen yapay nöronlardır (Gurney, 1997, s. 21).

YSA'lar deneye dayalı bilgileri kabul eden, bilgileri depolayarak işleyen ve sıralı elemanlardan oluşan yapay zekâ teknolojilerindedir. YSA'lar matematiksel açıdan çözümü güç olan problemlere çözüm üretmek için kullanılan yaklaşımlardır. İnsan beyninde yer alan hücrelerin bir biri ile ilişki içinde olması YSA'ya ilham vermiştir. Bundan ötürü biyolojik sinir ağlarının çalışma prensipleri YSA'ya ışık tutmuştur (Sağiroğlu, vd. 2003). Bir başka ifadeyle YSA biyolojik sinir ağının işleyişinden ilham alarak meydana çıkmıştır.

İnsana özgü olan beynin çalışma prensiplerinden ilham alınarak modellenen YSA, öğrenme ve genelleme gibi işlemleri deneme yolu ile gerçekleştirebilmektedir. Geleceğe yönelik tahminlerde bulunulma özelliği ile YSA önemli bir görev üstlenmektedir. YSA'lar verilerin kendi aralarındaki çözümü zor olan ilişkilere etkin bir alternatif sunmaktadır. Ağın eğitilerek arzu edilen çıktılara ulaşabilmesi için yeteri kadar girdi setine ve çıktı değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. İnsana özgü olan beynin fonksiyonlarını modelleyen YSA özellikle aşağıdaki uygulamalarda tercih edilmektedir (Öztemel, 2003. s. 29):

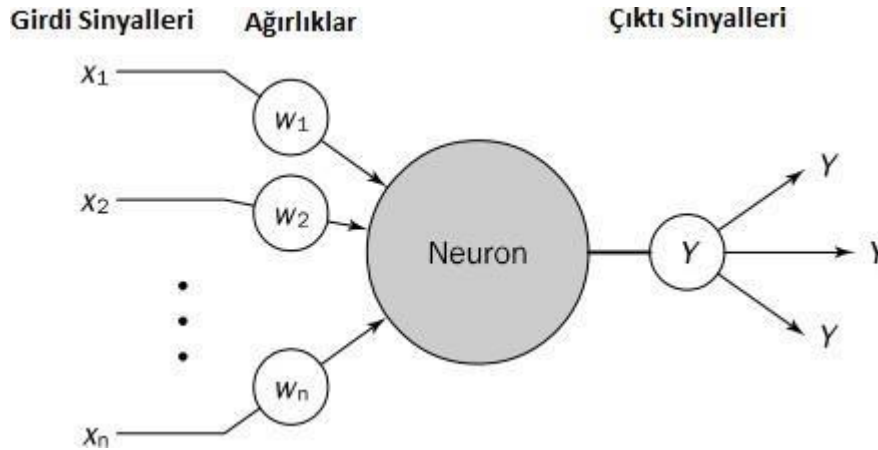
- Öğrenmede bulunma,
- Optimizasyon yapma,
- Analiz yapma,
- Sınıflandırma yapma,
- Genellemede bulunma,
- Veriler arasında ilişkilendirme.

YSA'nın gelişimine biyolojik sinir hücreleri ilham vermiştir. İnsan beyninde bir birleriyle bağlantılı olan 10^{11} kadar sinir hücreleri (nöronlar) bulunmaktadır. Bu nöronların her birinin hücre gövdesi, dendritler ve aksonlar olmak üzere üç ana bileşeni vardır. Sinapslar ise nöronlar arasındaki teması sağlamaktadır. Bir ağacın dallarına benzeyen dendritler sinyalleri hücre gövdesine taşıyarak alıcı görevi görmektedir. Hücre gövdesi ise gelen sinyalleri etkili bir şekilde toplayarak eşleştirmektedir. Aksonlar ise hücre gövdesinde işlenen sinyalleri sinapslar aracılığıyla diğer nöronlara iletmektedirler. Şekil 2'de biyolojik nöronların şematik çizimi yer almaktadır (Hagan, vd. 2014, s. 8).



Şekil 2. Biyolojik Nöronların Şematik Çizimi. (Hagan vd., 2014, s. 8).

Basit bir yapay sinir hücresinde, girdiler, ağırlıklar, toplama (birleştirme fonksiyonu), aktivasyon (transfer) fonksiyonu ve çıktı gibi elemanlar bulunmaktadır. Şekil 3 te görüldüğü gibi dış çevreden gelen veriler girdi elemanı yardımıyla ağa alınır. Girdi elemanı tarafından kabul edilen değişkenler ağırlık katsayıları ile çarpıldıktan sonra birleştirme fonksiyonu ile bir araya getirilir. Aktivasyon fonksiyonu yarımıyla da net girdi değerlendirilerek çıktı el edilmiş olur. Elde edilen çıktılar başka bir YSA'ya girdi olarak ya da dış dünyaya bilgi olarak gönderilir almaktadır (Kurt, vd. 2017, s. 100).



Şekil 3. Yapay Sinir Ağı Diyagram Gösterimi. (Negnevitsky, M. 2005, s.168).

4. Geriye yayılım algoritması ile yapay sinir ağının eğitilmesi

YSA'nın eğitilmesi için gereksinim duyulan ve öğrenme özelliği olan algoritmalardan biri de geri yayılım algoritmasıdır. Geri yayılım algoritmasının uygulanması için çıktı yönüne doğru ileri beslemeli bir yapı ve çok katmanlı bir ağ yapısı gerekmektedir (Yalçın, 2012, s. 24).

Çok katmanlı bir yapıya sahip olan YSA'daki ağırlıklar bağlantılara atanarak girdi katmanındaki sinyallerin gücünü belirlemektedir. Ağırlık değerleri bu girdi değerlerine ve hataya bağlı olarak hesaplanmaktadır. Gizli (ara) katmanın rolü ise girdi katmanına bağlı olduğu bağlantıların ağırlık değerlerini güncellemektir (Kishore-Kaur 2012, s. 3).

Bir öğrenme algoritması olan geri yayılım algoritması iki aşamada çalışmaktadır. İlk aşamada ağ eğitmek için önceden tanımlanmış olan veri seti ile eğitim verileri (örnekler) girdi katmanını yardımcı ile elde edilir. Test aşamasında ise uygulanan modelin test verileri tahmin için girdi katmanından sağlanır. İkinci aşamada ise öğrenmenin gerçekleşmesi için bağlantı ağırlıkları ayarlanır. Ağ için istenilen çıktı önceden bilinmektedir. Bu nedenle istenilen çıktı ile hesaplanan çıktı arasında fark var ise girdi katmanına geri dönülerek bağlantı ağırlıkları yeniden ayarlanır. Hata azaltılana kadar bu durum devam

eder. Geri yayılım algoritmasının çalışmalarda tercih edilmesinin temel nedeni ise kullanımının basit olması ve karmaşık modellere yönelik çözüm üretmesidir (Kishore-Kaur 2012, s. 3).

Geri yayılım algoritması ile üzerinde çalışılmakta olan ağın ağırlık değeri ve eşik değeri negatif eğime göre yapılmalıdır. Aşağıdaki formülde x_k ağırlık değerinin matrisini, g_k mevcut fonksiyonun gradyanını, η_k ise öğrenme oranını ifade etmektedir (Li, vd. 2012, s. 554):

$$x_{k+1} = x_k - \eta_k g_k \quad (1)$$

Geri yayılım algoritması ile eğitilen ve üç katmanlı olan bir YSA'nın girdi düğümündeki değeri x_a , ara katmandaki değeri y_b , çıkış katmanındaki değerini z_c olarak ayrıca girdi katmanı ile ara katman arasındaki değeri w_{ba} , ara katman ile çıktı katmanı arasındaki değeri v_{cb} , çıktı katmanı için beklenen değeri t_c olarak varsayarak $f(\cdot)$ aktivasyon fonksiyonu ile model aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

İleri doğru ara katmandaki düğümün çıktısı:

$$y_b = f\left(\sum_a w_{ba} x_a - \theta_b\right) = f(net_b) \quad (2)$$

$$net_b = \sum_a w_{ba} x_a - \theta_b$$

Çıkış katmanındaki düğümün çıktısı:

$$z_c = f\left(\sum_b v_{cb} y_b - \theta_c\right) = f(net_c) \quad (3)$$

$$net_c = \sum_b v_{cb} y_b - \theta_c$$

Çıktı düğümünün hata değeri:

$$E = \frac{1}{2} \sum_c (t_c z_c)^2 \quad E = \frac{1}{2} \sum_c (t_c - f(\sum_b v_{cb} y_b - \theta_c))^2 \quad (4)$$

$$E = \frac{1}{2} \sum_c (t_c z_c)^2 \quad E = \frac{1}{2} \sum_c (t_c - f(\sum_b v_{cb} y_b - \theta_c))^2$$

Bundan ötürü geri yayılım algoritması ilgili olduğu ağın ağırlık değerlerini ayarlayarak ağın eğitilmesine yardımcı olmaktadır.

5. Materyal ve yöntem

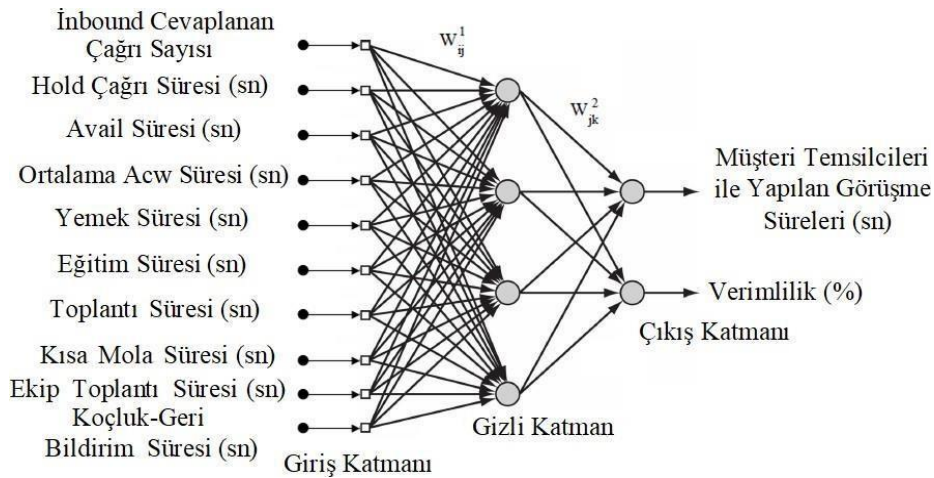
Bu çalışmanın amacı çağrı merkezlerinde çalışan vatandaş temsilcilerinin çalışma performanslarını, yani toplam çalışma süreleri içerisinde müşteriler ile yapmış oldukları görüşme süresini ve dolayısıyla verimliliklerini YSA ile tahmin etmektir. Bunun için oluşturulan YSA modeli için girdi verisi olarak müşteri temsilcilerinin performansını etkileyen faktörlerden; inbound cevaplanan çağrı sayısı, hold çağrı süresi, avail süresi, ortalama acw süresi, yemek süresi, eğitim süresi, toplantı süresi, kısa mola süresi, koçluk-geri bildirim süresi ve ekip toplantı süresi olmak üzere toplam 10 adet veriye sahip bir giriş katmanı, bir adet gizli katman ve müşteriler ile yapmış oldukları görüşme süresi ve verimlilik olmak üzere 2 adet de çıkış katmanı kullanılmıştır. En uygun YSA modelinin elde edilmesi için oluşturulan bu veriler kullanılarak YSA eğitim, doğrulama ve test işlemine tabi tutulmuştur. Bu amaçla, Türkiye'de faaliyet gösteren Milli Eğitim Bakanlığı İletişim

Merkezi olarak faaliyet gösteren MEBİM’de çalışan müşteri temsilcilerinden 103 tanesinin aylık çalışma dataları elde edilmiştir. Elde edilen bu verilerin ilk 73 adeti ağı eğitimi sonraki 15 adeti eğitimin geçerliliğinin doğrulanması için kullanılırken, eğitim esnasında ağı tanıtılmamış son 15 adeti ise ağı genelleme yeteneğini ölçmek ve öngörülerin tutarlılığını test etmek için kullanılmıştır. Yapılan denemeler sonucunda elde edilen en uygun ağı ileri beslemeli geri yayımlı YSA (newff) modeli olduğuna karar verilmiş ve eğitim algoritması olarak da Levenberg-Marquardt geri yayılım algoritması (trainlm) kullanılmıştır. Daha sonra en uygun YSA parametrelerinin tespiti için eğitim, doğrulama ve test işlemlerinin başarı oranları Korelasyon Katsayısı (R) parametresi ile belirlenerek değerlendirilmiştir. Bunun için gizli katman nöron sayıları ve aktivasyon fonksiyonları farklı olan 11 ayrı model denenmiş ve elde edilen performanslar Tablo 1’de gösterilmiştir:

Tablo 1. Kurulan YSA Modelleri

Model No	Gizli Katman Aktivasyon Fonksiyonu	Çıktı Katmanı Aktivasyon Fonksiyonu	Gizli Katman Nöron n	Eğitim Performansı	Doğrulama Performansı	Test Performansı
1	Hiperbolik Tanjant	Hiperbolik Tanjant	11	0.98563	0.97924	0.97258
2	Hiperbolik Tanjant	Doğrusal	7	0.99265	0.98613	0.98354
3	Sigmoid	Hiperbolik Tanjant	8	0.98371	0.97842	0.97048
4	Sigmoid	Sigmoid	6	0.98476	0.98034	0.97852
5	Hiperbolik Tanjant	Doğrusal	13	0.97892	0.97251	0.97027
6	Sigmoid	Sigmoid	24	0.98496	0.98175	0.97685
7	Hiperbolik Tanjant	Doğrusal	4	0.99595	0.99148	0.99018
8	Sigmoid	Hiperbolik Tanjant	9	0.97369	0.97152	0.96591
9	Sigmoid	Doğrusal	18	0.97954	0.97487	0.97203
10	Hiperbolik Tanjant	Sigmoid	5	0.98137	0.97829	0.97485
11	Sigmoid	Doğrusal	19	0.99053	0.98715	0.98306

Yukarıda Tablo 1’de verilen değerlere göre gizli katman aktivasyon fonksiyonu hiperbolik tanjant, çıktı katman aktivasyon fonksiyonu doğrusal ve gizli katman nöron sayısı 4 olan 7 nolu YSA modelinin en iyi performansa sahip model olduğu görülmektedir. Şekil 4’te çağrı merkezlerinde çalışan müşteri temsilcilerinin çalışma performanslarını tahmin etmek için oluşturulan YSA modelinin yapısı verilmiştir.

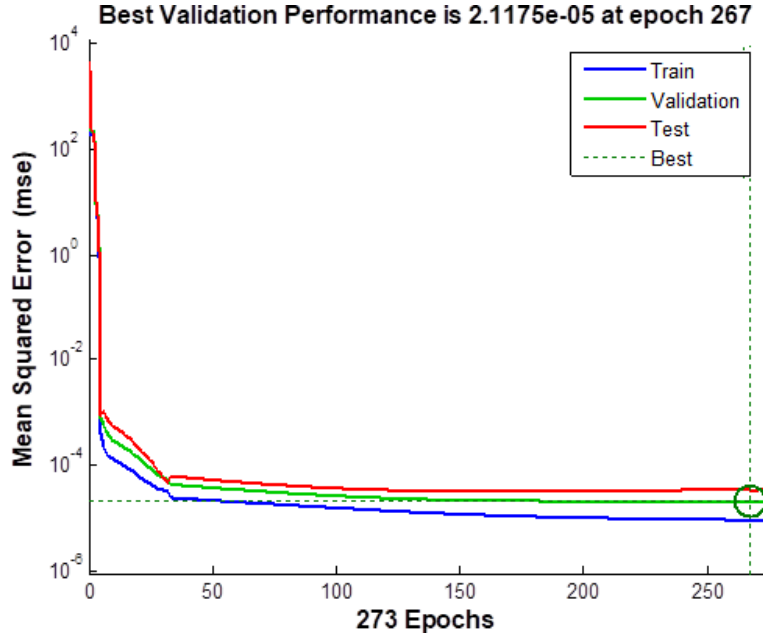


Şekil 4. Çağrı Merkezlerinde Çalışan Müşteri Temsilcilerinin Çalışma Performanslarının Tahmini İçin Kullanılan YSA Modeli.

6. Bulgular

Çözüm için Matlab R2013a paket programı kullanılmıştır. Veriler Matlab programına girilirken normalizasyona tabi tutulmuştur. Oluşturulan YSA modelinin eğitimi sonucunda her iterasyondaki eğitim, doğrulama ve test kümelerine ilişkin hata değerlerinin değişimini gösteren grafik Şekil 5’te

verilmiştir. Verilen grafikte görüldüğü gibi ağı eğitimi için iterasyon sayısı 273 olarak alınmış olmasına rağmen 267. iterasyonda en iyi performans elde edilmiştir.

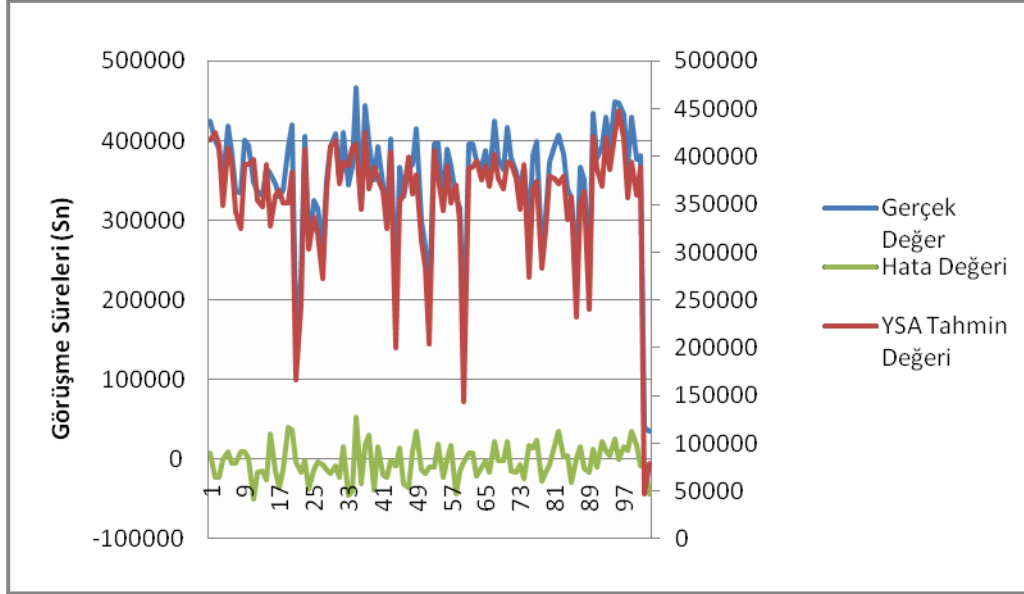


Şekil 5. Eğitim, Doğrulama ve Test Kümelerine İlişkin Hata Performansları

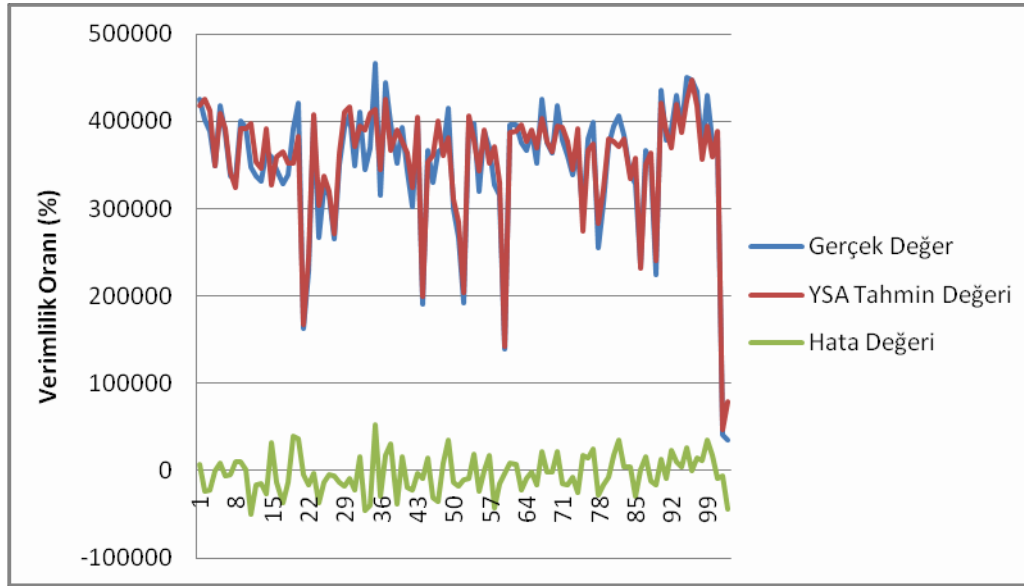
Çağrı merkezlerinde çalışan müşteri temsilcilerinden 20 tanesi için çalışma performanslarının tahmin edilen ve gerçekleşen değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Ayrıca tüm veriler için, kurulan YSA modeli ile yapılan tahmin ve gerçekleşen değerlerin grafiksel gösterimi görüşme süreleri için Şekil 6’da, yüzdelik verimlilik oranları için ise Şekil 7’de verilmiştir.

Tablo 2. Çağrı Merkezlerinde Çalışan Müşteri Temsilcilerinin Çalışma Performanslarının Tahmin Edilen ve Gerçekleşen Değerleri

Müşteri Temsilcisi No	Tahmini Görüşme Süreleri	Gerçekleşen Görüşme Süreleri	Tahmin Edilen Verimlilik Oranı (%)	Gerçekleşen Verimlilik Oranı (%)
1	425993	424778	67	67
2	405611	401431	65	63
3	399333	388771	64	62
4	346217	349783	62	66
5	417581	418003	69	70
6	384028	385306	65	65
7	354617	336919	68	66
8	334735	333952	66	65
9	411210	401010	67	69
10	389737	393691	61	66
11	365705	347592	65	66
12	335115	336882	68	68
13	332970	331536	58	59
14	384350	365381	62	60
15	356576	358647	65	67
16	342432	345227	65	63
17	321350	329240	64	65
18	333528	338634	66	67
19	390515	390927	64	63
20	414603	420381	65	66



Şekil 6. YSA Modeli Tarafından Tahmin Edilen Görüşme Süreleri ile Gerçekleşen Görüşme Sürelerinin Aynı Grafik Üzerinde Gösterimi



Şekil 7. YSA Modeli Tarafından Tahmin Edilen Yüzdellik Verimlilik Oranları ile Gerçekleşen Yüzdellik Verimlilik Oranlarının Aynı Grafik Üzerinde Gösterimi

Oluşturulan YSA modelin tahmin başarısını belirlemek amacı ile Ortalama Karesel Hata (MSE), Kök Ortalama Karesel Hata (RMSE) ve Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE) performans ölçütleri kullanılmıştır. Aşağıdaki eşitlikler performans ölçütlerinin hesaplanışını göstermektedir.

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (G_i - T_i)^2 \quad (5)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (G_i - T_i)^2} \quad (6)$$

$$MAPE = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|G_i - T_i|}{G_i} \quad (7)$$

Vatandaş temsilcilerinin çalışma performanslarının tahmininde kullanılan en iyi YSA modelin belirlenmesinde tahmin performans ölçümlerine bakılmıştır. Belirlenen en iyi ağ yapısına göre bu ölçümlerin değerleri MSE=0,00004638, RMSE=0,00681, MAPE=0,1724 olarak bulunmuştur. Tablo 2, Şekil 6 ve Şekil 7 incelendiğinde grafiklerden de görüldüğü gibi test edilen gerçek değerler ile tahmin değerleri birbirine çok yakın çıkmıştır.

7. Sonuç ve değerlendirme

Bu çalışmada YSA'lar kullanılarak çağrı merkezlerinde çalışan personellerin daha sonraki aylara ait çalışma performansları başarılı bir şekilde tahmin edilerek uygun analiz ve değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan çalışma göstermiştir ki öngörü modellemesi tekniği olan YSA metodolojisi ile çağrı merkezi sektöründe istihdam edilen çalışanların performanslarının tahmin edilmesine yönelik bulgularla sonuçlar başarılı bir şekilde elde edilmiştir. Şekil 6 ve Şekil 7'de modelin hata paylarına ilişkin grafiğinde de görüldüğü gibi gerçekleşen ve tahmin edilen görüşme süreleri ve verimlilik değerlerinin birbirine örtüşen yapıda olduğu ve aralarındaki sapmaların aşırılık göstermediği ve elde edilen sonuçlardan YSA modelinin yüksek bir tahmin performansına sahip olduğu görülmektedir.

Bundan sonraki çalışmalarda, eğitim, sağlık, haberleşme ve eğlence sektörünün birçok alanında ve ayrıca hisse senedi, enflasyon, altın ve faiz gibi finansal ve makroekonomik değişkenlerin tahmin edilmesinde YSA ile birlikte neuro fuzzy, uzman sistemler ve genetik algoritma gibi diğer yapay zekâ teknikleri de kullanılarak çeşitli modeller geliştirilebilir. Geliştirilen bu modellerin sonuçları, geleneksel istatistikî tekniklerin sonuçları ile karşılaştırmalı bir şekilde incelenerek daha kapsamlı ve geniş çalışmalar yapılabilir.

Teşekkür

Çalışmada kullanılan veri seti için MEBİM çağrı merkezi raporlamalarının kullanılmasında desteklerini esirgemeyen Milli Eğitim Bakanlığı Basın ve Halkla İlişkiler Müşavirliğine teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Anderson, D. and Mcneill G. (1992). *Artificial Neural Networks Technology*, A DACS State-of-the-Art Report. Newyork: Kaman Sciences Corporation.
- Ataseven, B . (2013). Yapay Sinir Ağları İle Öngörü Modellemesi. *Öneri Dergisi*, 10 (39), 101-115.
- Atasoy, S. (2012). *Yapay Sinir Ağları ve Sinirsel Bulanık Ağlar İle İnsan Kaynaklarında Performans Yönetimi Modellenmesi*, (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ballı S., Uğur A. ve Korukoğlu S. (2009). İnsan Kaynakları Yönetiminde Performans Değerlendirme için bir Bulanık Uzman Sistem Gerçekleştirimi, *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Ege Akademik Bakış dergisi*, 9(2), 837-849.
- Ekinci, Y., Temur, G. T., Çelebi, D ve Bayraktar, D. (2010). Ekonomik Kriz Döneminde Firma Başarısı Tahmini: Yapay Sinir Ağları Tabanlı Bir Yaklaşım. *Endüstri Mühendisliği*, 21 (1), 17-29.
- Gorr, W. L., Nagin, D. and Szczygula, A. (1994). Comparative study of artificial neural network and statistical models for predicting student grade point averages. *International Journal of Forecasting*, 10(2), 17-34.
- Gurney, K. (1997). *An Introduction to Neural Networks*, London and New York: UCL Press Limited, 15.
- Hagan, M.T., Demuth, H.B., Beale, M.H. and Jesus, O. D. (2014). *Neural Network Design* (2nd edition). USA: Martin Hagan, 1-8.
- Kishore, R. and Kaur, T. (2012). Backpropagation Algorithm: An Artificial Neural Network Approach for Pattern Recognition. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 3(6), 3.
- Kurt, R., Karayılmazlar, S., İmren E. ve Çabuk, Y. (2017). Yapay Sinir Ağları İle Öngörü Modellemesi: Türkiye Kâğıt-Karton Sanayi Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2), 99-106.
- Li, J., Cheng, J.H., Shi, J.Y and Huang, F. (2012). Brief Introduction of Back Propagation (BP) Neural Network Algorithm and Its Improvement. *Advances in CSIE*, 2 (169), 553–558.
- Negnevitsky, M. (2005) *Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems*. Pearson Education, 168.

- Norman, K. (2005). *Call centre work – characteristics, physical, and psychosocial exposure, and health related outcomes*, (PhD Thesis). Linköpings Universitet, National Institute for Working Life , Swedish.
- Öztemel, E. (2003), *Yapay Sinir Ağları*, Birinci Baskı, İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Paliwal, M. and Kumar, U. A. (2009). A study of academic performance of business school graduates using neural network and statistical techniques. *Expert Systems with Applications*, 36, 7865– 7872.
- Sağıroğlu, Ş., Beşdok, E. ve Erler, M. (2003), *Mühendislikte Yapay Zekâ Uygulamaları-I: Yapay Sinir Ağları*, Kayseri: Ufuk yayınları.
- Sarı, M. (2016). *Yapay Sinir Ağları ve Bir Otomotiv Firmasında Satış Talep Tahmini Uygulaması*, (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Sharda, R. ve Wilson, R.L.(1993). Performance Comparison Issues in Neural Network Experiments for Classification Problems, *Proceedings of the 26th Hawaii International Conference on Systems Sciences*, 2(14), 6-28.
- Turhan, K., Kurt, B. ve Engin, Y. (2013). Yapay Sinir Ağları ile Öğrenci Başarısı Tahmini. *Eğitim ve Bilim*, 38 (170).
- Ulusal Meslek Standartlarına Dair Tebliğ. (2013). *T.C. Resmi Gazete*, 28661 (Mükerrer), 29 Mayıs 2013.
- Yalçın, N. (2012). *Sezgisel Algoritma Öğrenmeli Yapay Sinir Ağları ile Epilepsi Hastalığının Teşhisi*, (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yüksel, R. (2014). *Altın fiyatlarının yapay sinir ağları ile tahmini ve bir uygulama*, (Yüksek Lisans Tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.