



TÜRKİYE SÜPER LİG SEZON SONU TAKIM SIRALAMASININ GELİŞTİRİLEN YAPAY SİNİR AĞLARI MODELİ İLE TAHMİN EDİLMESİ

Hasan AKA¹

Zait Burak AKTUĞ¹

Faruk KILIÇ²

ÖZET

Bu çalışma yapay sinir ağları (YSA) modeli kullanılarak Türkiye Süper Lig sezon sonu takım sıralamasının, atılan ve yenilen gol sayısı giriş değişkenlerine göre tahmin edilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma kapsamında Türkiye Süper Liginde 2015/2016, 2016/2017 ve 2017/2018 sezonlarında oynanan toplam 918 maçta; atılan ve yenilen gol sayısı değişkenlerine ait veriler değerlendirilmiştir. Türkiye Süper Liginde 2015/2016 ve 2016/2017 sezonlarında oynanan maçların analizi yapılarak 2017/2018 sezon sonu lig sıralaması tahmin edilmiştir. Çalışmada değerlendirilen veriler eğitim ve test için rastgele yöntemle ayrılmıştır. Takımların lig sıralaması 0 (sıfır) ile 1 (bir) aralığındaki sayısal değerlerle modellenmiştir. Geliştirilen YSA modeli ile yapılan analizlere göre Türkiye Süper Lig takım sıralaması birçok takım için (test veri kümesi) % 99'un üzerinde doğruluk oranıyla tahmin edilmiştir. Türkiye Süper Liginde sezon sonu takım sıralamasını atılan ve yenilen gol sayılarının doğrudan etkilediği belirlenmiştir. Futbolda sezon sonu takım sıralamasının makine öğrenme yöntemi ile tahmin edilmesi, kulüplerin sezon sonu lig sıralamasında hedefledikleri yerlere göre transfer politikaları belirlemelerini sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağları, Futbol, Türkiye Süper Lig

THE PREDICTION OF THE TURKEY SUPER LEAGUE END OF SEASON TEAM ORDER THROUGH THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS MODEL

ABSTRACT

This study, artificial neural networks (ANN) model using the Turkey Super League season-ending ranking of teams according to the number of input variables thrown and the renewed goal was conducted to predict. Working under the Turkey Super League in the 2015/2016, 2016/2017 and 2017/2018 a total of 918 matches played in the season; The data of the number of goals scored and defeated were evaluated. In the Turkey Super League, it was determined that seasonal data for 2015/2016 and 2016/2017 were as input variables, and seasonal data for 2017/2018 were output variables. The data analyzed in the study were separated randomly for training and testing purposes. The league order of the teams was modeled with numerical values between 0 (zero) and 1 (one). According to the results of the analysis conducted through the ANN model, the end-of-season team order in the Turkey Super League was estimated at high accuracy for several teams (above 99%) in the test dataset. Turkey Super League at the end of the season the team ranking is determined that directly affect the number of discarded and renewed goals. Estimating the end-of-season team ranking in football with the machine learning method can enable clubs to set transfer policies according to their destination in the end-of-season league ranking.

Keywords: Artificial Neural Networks, Soccer, Turkey Super League

¹ Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Niğde/Türkiye, Yazışmadan sorumlu yazar: zaitburak@gmail.com

² Gazi Üniversitesi, Teknik Bilimleri Meslek Yüksekokulu, Ankara/Türkiye.

Hasan AKA: <https://orcid.org/0000-0003-0603-9478>

Zait Burak AKTUĞ: <https://orcid.org/0000-0002-5102-4331>

Faruk KILIÇ: <https://orcid.org/0000-0002-9978-1972>

GİRİŞ

Günümüz futbolunda üst düzey takımlarda oynayan oyuncuların müsabakalardaki yoğun tempoya uyum sağlayabilmesi için çok yönlü fiziksel, teknik ve taktik becerilere sahip olması gerekmektedir. Sporcuların bu becerilere ulaşması ise kontrollü bir antrenman süreci ile mümkündür [1,2]. Bu süreçte verimliliği artırıcı unsurlardan birisi hem müsabakaların hem de ligin tamamının analiz edilmesidir. Bu analizler aynı zamanda ligde iyi bir takım sıralaması için de önemlidir [3,4]. Müsabaka analizlerinin başlıca amacı takımların zayıf ve güçlü yönlerinin tespit edilmesi ve gerekli iyileştirmeler yapılması için çıkarımlar sunmasıdır [5]. Analizler sonucunda elde edilen bu çıkarımlar, antrenman planlanması, takım taktiğinin belirlenmesi ve rakip takımın istatistiksel bilgilerine ulaşılması gibi konularda antrenörlere yardımcı olmaktadır [6]. Antrenörler, takımlarının performans başarısını artırmak için analistler ile birlikte çalışarak hem kendi takımlarını hem de rakip takımları analiz ederek güçlü ve zayıf yönlerine odaklanır. Bu nedenle antrenörler, sporcuların verim düzeyleri hakkında geçerli ve güvenilir bilgilere dayanarak kararlar almak için maç analizlerinden yararlanırlar [7]. Müsabakaların analizinde branŐa özgü geliştirilmiş farklı analiz programları kullanılmaktadır [8].

Spor alanında yeni kullanılmaya başlayan analiz yöntemlerinden birisi de biyolojiden esinlenerek geliştirilen bir algoritma olan YSA modelidir [9,10]. YSA, öğrenebilme özelliği sayesinde yeni bilgilerin üretilmesi ve keşfedilmesi gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak uygulayabilen bilgisayar sistemleridir [11]. Bilgisayar yazılımları ile benzetim yapılarak uygulanan YSA modeli; bir öğrenme sürecinden sonra bilgi toplayarak hücreler arası bağlantılar sayesinde bilgiyi saklayabilir [12]. Bu model, veriler arasındaki bilinmeyen ve anlaşılması zor olan karşılıklı ilgilerin ortaya çıkarılmasını sağlar. YSA'nın eğitilmesi ve hedeflenen sonuçlara ulaşılabilmesi için yoğun olarak girdi ve çıktı dizilerine gereksinim duyulmaktadır. YSA ile farklı konularda analiz, genelleme, ilişkilendirme, optimizasyon, öğrenme ve sınıflandırma başarılı bir şekilde yapılabilmektedir [11]. YSA modeli probleme özel basit yapıları öğrenebilme, paralel işlem yapabilme ve hatayı tolere etme yeteneğiyle karmaşık problemlere kolay çözümler sunabilme gibi üstünlüklerinden dolayı çok geniş bir uygulama alanı bulmuştur [12].

Profesyonel futbolda yoğun olarak kullanılan klasik maç analiz programları ile takımların birçok istatistiksel verilerine ulaşılabilir. Bu verilerin değerlendirilmesi

zaman ve tecrübe gerektirmektedir. Ancak Türkiye Süper Lig gibi üst düzey liglerde takımların haftalık antrenman ve maç sayısındaki fazlalık göz önünde bulundurularak daha kısa zamanda analizlerin yapılması takımların lehine olabilir. Geliştirilen YSA modelleri ile yapılacak müsabaka analizlerinde çok fazla sayıda verinin analizi yapılarak hem hızlı hem de nesnel çıkarımlar yapılacağı düşünülmektedir. Literatürde YSA modeli ile yapılan müsabaka analizlerine yönelik çalışmaların sınırlı sayıda olduğu ve bu çalışmaların da maç sonuçlarının tahmin edilmesine odaklandığı görülmektedir [9,13]. YSA modeli ile futbolda lig sıralamasının tahmin edilmesine yönelik bir çalışma ise bulunmamaktadır. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı futbola özgü giriş değişkenleri kullanılarak geliştirilen YSA modeli ile Türkiye Süper Lig takım sıralamasının tahmin edilmesidir.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada futbolda sezon sonu lig sıralamasının tahmin edilmesinde makine öğrenme yöntemi kullanılmıştır. Modelin geliştirilmesi için Gazi Üniversitesi tarafından akademik personelin kullanımına lisanslı olarak sunulan (2019b sürümü) MATLAB (Neural Network Toolbox) yazılımındaki YSA modeli kullanılmıştır. Çalışmada Türkiye Süper Liginde 2015/2016, 2016/2017 ve 2017/2018 sezonlarında oynanan toplam 918 maçta hem atılan hem de yenilen gol sayısı değişkenlerine ait veriler kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan Türkiye Süper Lige ait müsabaka verileri uluslararası bir analiz şirketinden alınmıştır.

YSA Model Değişkenleri

Türkiye Süper Liginde 18 takım bulunmaktadır. Maçlar çift devreli lig usulüne göre 45 dakikalık 2 devre şeklinde oynanmaktadır. Türkiye Süper Liginde bulunan takımlar bir sezonda toplam 34 lig maçı oynamaktadır. Futbolda takımların galip gelmesi için rakibinden en az 1 gol fazla atması gerekmektedir. Maçlarda takımlar galip geldikleri her maç için 3 puan, beraberlik için 1 puan kazanırken mağlubiyet durumunda puan almamaktadırlar. Sezon boyunca oynan bütün maçlarda kazanılan puanlarla lig sıralaması oluşturulmaktadır. Bu çalışmada takımların oynadığı maçların hem ilk yarısında hem de ikinci yarısında attığı ve yediği gol sayısı giriş değişkenleri olarak belirlenmiştir.

Geliştirilen Modelin Giriş Değişkenleri

Atılan goller: Takımların 2015/2016, 2016/2017 sezonlarında oynadığı müsabakaların 1. ve 2. devresinde attığı gol sayısı giriş değişkenleri olarak belirlenmiştir.

Yenilen goller: Takımların 2015/2016, 2016/2017 sezonlarında oynadığı müsabakalarda 1. ve 2. devre yediği gol sayısı giriş değişkenleri olarak belirlenmiştir.

Çıkış Değişkeni

Türkiye Süper Ligi 2017/2018 futbol sezonunda, sezon sonu takım sıralaması çıkış değişkeni olarak belirlenmiştir.

Normalizasyon

Çalışmada kullanılan değerler 0 (sıfır) ile 1 (bir) aralığında olacak şekilde tüm girdi ve çıktıları normalleştirme işlemine tabi tutulmuştur [14]. Normalleştirme işleminin yapılmasında kullanılan formül denkleminde belirtilmiştir.

x' Normalleştirilmiş değer.

x İlk değer.

$\max(x)$ En yüksek değer.

$\min(x)$ En küçük değer.

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad [15].$$

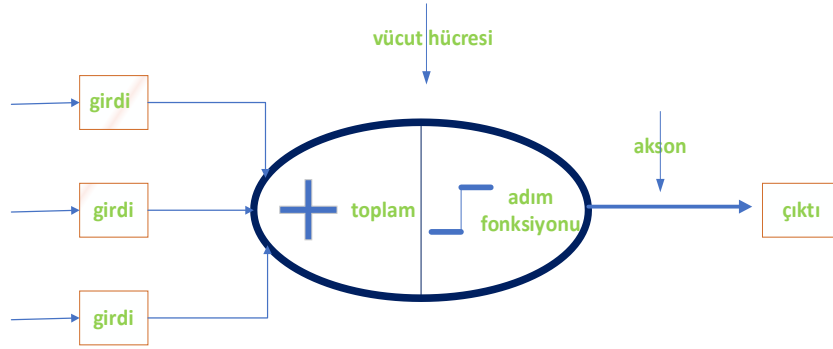
Ortalama Karesel Hata (OKH) değerı

Ortalama kare hatası, tahmin edicinin performansının tespit edilmesinde kullanılan ana ölçüdür. Ortalama kare hatası değerinin sıfıra yakın olması tercih edilmektedir[16].

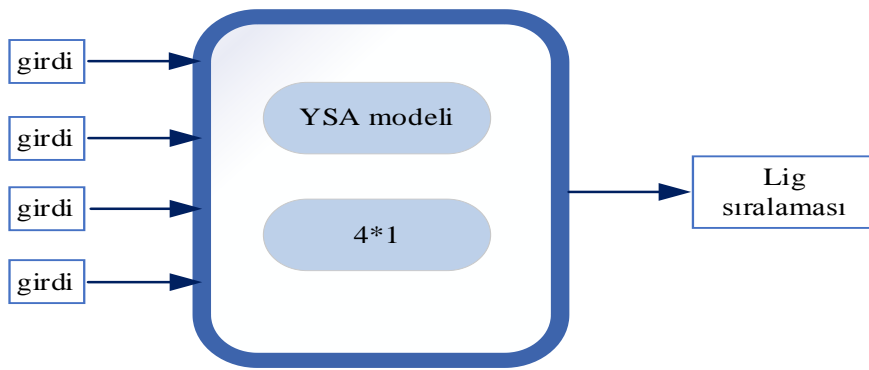
$$OKH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [Y_i(m) - Y_i(p)]^2$$

Yapay Sinir Ağları ve Modelleme

Bir nöron kendisine gelen girdi değerini değerlendirerek eşik değerine bağlı olarak ateşleme yapılıp yapılmamasına karar verebilen bir mekanizmaya sahiptir (şekil 1). Nöronlar, aralarında kurulan iletişim sayesinde karar verebilirler [17].



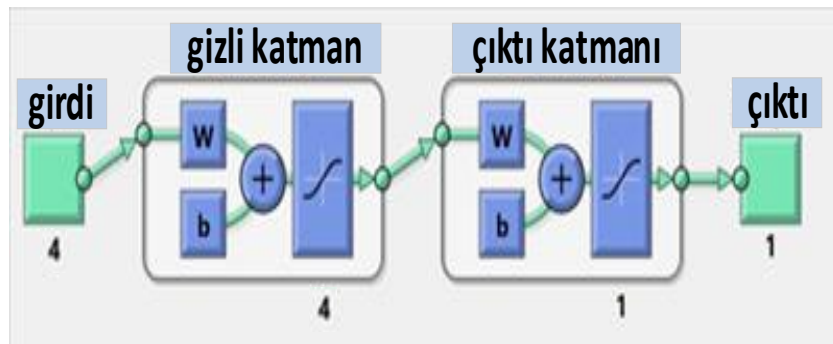
Şekil 1. Basit Sinir Modeli



Şekil 2. MATLAB Yapay Sinir Ağı Modelleri Girdi ve Çıkıtı Değerleri

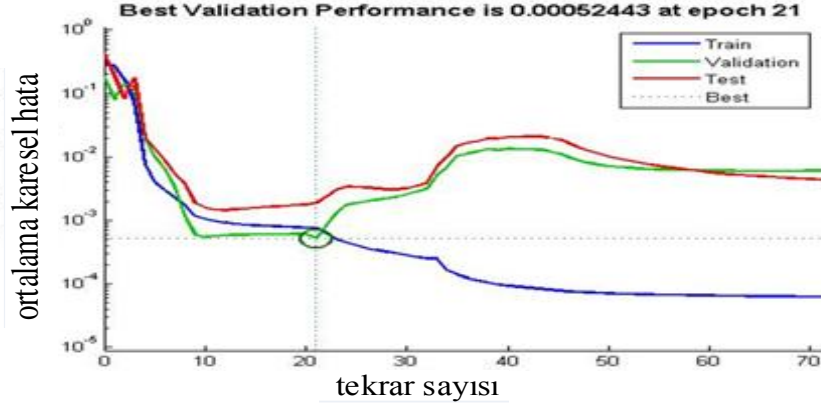
BULGULAR

Çalıştırılan modellerin özel sinir ağı görünümü Şekil 3'de verilmiştir. Geliştirilen modellerde soldan sağa sırası ile girdi, gizli katman ve çıkıtı olarak dizilim yapılmıştır. Birbirlerinden farklı katmanlara sahip olan modellerde 4 girdi ve 1 çıkıtı değerleri bulunmaktadır.



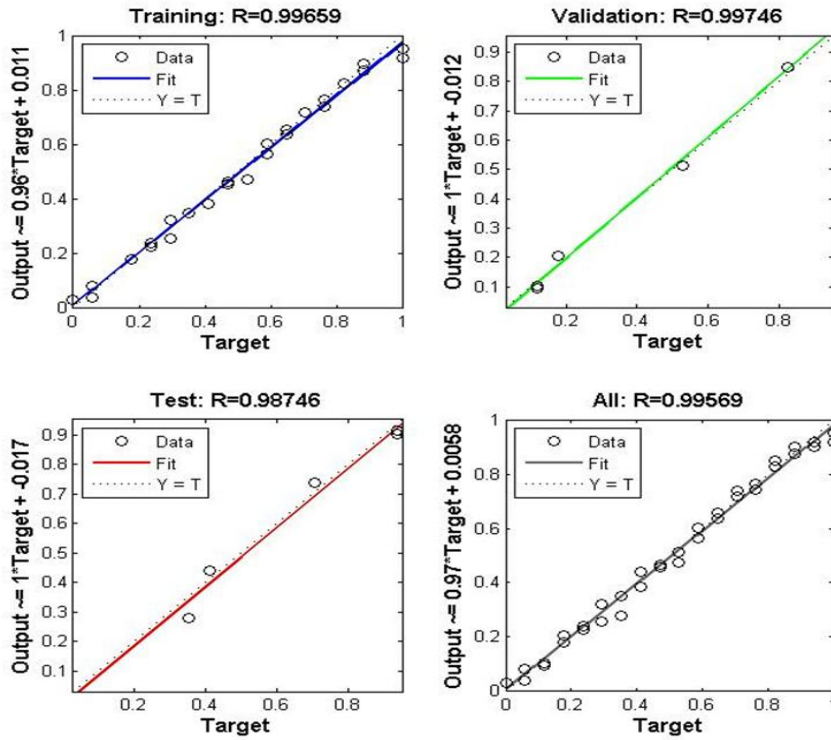
Şekil 3. Geliştirilen Modelin Özel Sinir Ağı Görünümü

Kurulan modelde seçilen ağlarda aynı özellikler belirlenmiştir. Kurulan modelde ileri beslemeli ađ tipi çalıştırılmıştır. Ađ oluşturulma ekranında eğitim fonksiyonu TRAINLM, benimsenmiş renme fonksiyonu, LEARNGDM seçilmiştir.



Şekil 4. Kurulan Modelin En İy Performans Değer Grafiği

Şekil 4’de bulunan yatay ekseninde tekrar sayısı gösterilirken, dikey ekseninde ise ortalama karesel hata değer gösterilmiştir. Modelin en iyi performans değer 0,00052443 olarak belirlenmiştir.



Şekil 5. Modelin Eğitim (Training), Doğrulama (Validation), Test ve Tüm (All) değerleri

Şekilde geliştirilen modelin eğitim, doğrulama, test ve tüm değerleri görülmektedir. 2015-2016, 2016-2017 lig girdi değerleri ile YSA eğitimi 0,99659 regresyon ile gerçekleşmiştir. Kurulan 4*1 network doğrulaması 0,99746 ile gerçekleşmiştir. Modelde hedef olarak seçilen değerlerin test regresyon değerleri 0,98746 olarak yüksek bir geçerlilik ile belirlenmiştir. Tüm giriş regresyon değerleri 0,99569 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 1. Yapay Sinir Ağları ile Modelleme Sonuçları

Takım sıralaması	Ligin Normalleştirilmiş Değerlerinin sıralaması	Tahmin edilen Normalleştirilmiş Değerler	Tahmin edilen Normalleştirilmiş Değerler (sıralı)
1	Galatasaray	0,00000	0,01873
2	Fenerbahçe	0,05882	0,04770
3	Başakşehir	0,11765	0,06616
4	Beşiktaş	0,17647	0,08265
5	Trabzonspor	0,23529	0,11431
6	Göztepe	0,29412	0,16656
7	Sivasspor	0,35294	0,18111
8	Kasımpaşa	0,41176	0,25896
9	Kayserispor	0,47059	0,35239
10	Y. Malatyaspor	0,52941	0,38648
11	Akhisarspor	0,58824	0,39176
12	Alanyaspor	0,64706	0,43500
13	Bursaspor	0,70588	0,45615
14	Antalyaspor	0,76471	0,58409
15	Konyaspor	0,82353	0,63759
16	Osmanlıspor	0,88235	0,72433
17	Gençlerbirliği	0,94118	0,82885
18	K. Karabkspor	1,00000	0,97546

Geliştirilen YSA modeli MATLAB ile gerçekleştirilmiş olup modelin performans gösterge grafikleri gösterilmiştir (Şekil 3). Takım sıralaması stnndaki değerlerin 0 – 1 aralığında olduğu görülmektedir. Geliştirilen modellerde giriş ve çıkış değişkenlerinden elde edilen sonuçlara göre sezon sonu Türkiye Süper Lig sıralamasında yer alan takımların yüksek doğrluk oranı (% 99 üzeri) ile tahmin edildiği görülmektedir.

TARTIŐMA ve SONUÇ

Bu alıŐma Türkiye Süper Lig takım sıralamasının, atılan ve yenilen gol sayısı giriş değişkenlerine göre geliştirilen YSA modeli ile tahmin edilmesi amacıyla yapılmıştır. Geliştirilen modelde en iyi sonucun elde edilebilmesi için Türkiye Süper Liginde toplam 918 ma (3 sezon) YSA modeli ile analiz edilmiştir. Geliştirilen modele göre yapılan değerlendirmede ilk 2 sezonda (2015/2016, 2016/2017) oynan maçlarda hem atılan hem de yenilen gol sayısı giriş deĐiŐkeni, 3. sezon (2017/2018) lig sıralaması ise çıkıŐ deĐiŐkeni olarak belirlenmiştir. YSA modeli tarafından yapılan değerlendirmelere göre Türkiye Süper Lig sezon sonu (2017/2018) takım sıralamasının yukarıda belirtilen giriş değişkenlerine göre % 99'un üzerinde tahmin etme oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Futbolda bir sezon boyunca oynanan tüm maçlarda performansı etkileyen diğer parametrelerle birlikte takımların maçlarda hem attığı hem de yediği gol sayılarının sezon sonu lig sıralamasında önemli olduğu belirlenmiştir. Aka [18] tarafından YSA modeli kullanılarak yapılan benzer bir çalışmada Almanya futbol ligi (Bundesliga) takımların attığı ve yediği goller, pas sayısı ve topa sahip olma giriş değişkenleri kullanılarak sezon sonu lig sıralaması % 97'nin üzerinde doğru tahmin edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan giriş değişkenleri çalıŐmamızdan farklılık göstermesine rağmen geliştirilen YSA modeli ile sezon sonu takım sıralamasının yüksek doğru tahmin etme oranında belirlenmesi sonuçlarımızı destekler niteliktedir. Tmer ve Koçer [19] tarafından yapılan bir çalışmada Türkiye voleybol erkekler liginde (1.lig) 66 ma 4 giriş deĐiŐkenine göre geliştirilen YSA modeli ile analiz edilmiştir. Bu çalışmada yapılan analiz sonuçlarına göre Türkiye erkekler voleybol ligi takım sıralaması % 98 tahmin etme oranı ile belirlenmiştir [19]. Bu çalışmada voleybol branŐının değerlendirilmesi ve sadece 66 maçın analiz edilmiŐ olmasına rağmen, geliştirilen YSA modeli ile lig sıralamasının tahmin edilmesi sonuçlarımızı destekler niteliktedir. Futbolda takımların lig sıralamasının geliştirilen YSA modeli ile tahmin edilmesine yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunması çalıŐmamızın tartıŐmasını sınırlandırmıŐtır. Farklı giriş değişkenleri belirlenerek geliŐtirilecek YSA modeli ile futbolda lig sıralamasının tahmin edilmesini araŐtıran çalıŐmalar yapılması sonuçlarımızın daha anlaşılır olmasını sağlayabilir.

Literatür incelendiğinde YSA modeli ile müsabaka analizine yönelik çalışmaların sayısının oldukça az olduğu; bulunan çalışmaların ise ma sonuçlarının tahmin edilmesine odaklandığı görülmektedir. Ayyıldız [9] basketbol (NBA) ma sonuçlarını (% 90 doğru tahmin

etme oranı), Arabzad ve ark. [13] futbol ma sonuçlarını (% 83 doğru tahmin etme oranı), Igiri ve Nwachukwu [20] futbol ma sonuçlarını (% 85 doğru tahmin etme oranı), Ivankovic ve ark. [21] basketbolda galibiyeti etkileyen faktörleri (% 80 doğru tahmin etme oranı), McCabe ve Trevathan [22] rugby liginde galip gelen takımları (% 55-68 doğru tahmin etme oranı), branşlara öğgü giriş değişkenleri kullanarak farklı yüzdelerle doğru tahmin etme oranlarına sahip oldukları görülmüştür.

Yukarıda belirtilen araştırmalarda, çalışmamıza oranla daha az sayıda ma analizinin yapıldığı ve daha düşük doğruluk değerlerinde ma sonuçlarının tahmin edildiği görülmektedir. Çalışmamızda toplam 3 sezonu kapsayan 918 malık geniş bir veri kümesi kullanılması elde edilen yüksek doğruluk oranının (% 99 üzeri) bir nedeni olabilir. Nitekim YSA algoritmalarının kullanılan girdi veya örnek sayısının artmasıyla daha doğru tahminler yapılabildiği önceki çalışmalarda belirtilmiştir [11,23].

Sonuç olarak geliştirilen YSA modeli ile Türkiye Süper Lig (2017/2018) sezon sonu takım sıralaması yüksek doğru tahmin etme oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Türkiye Süper Lig takım sıralamasında, performansa etki eden diğer parametrelerin yanı sıra atılan ve yenilen gol sayılarının da sıralamayı doğrudan etkilediği belirlenmiştir. Bu sonuç takımların hücum ve savunma organizasyonlarının değerlendirilmesinde antrenörlere yol gösterici olabilir. Futbolda sezon sonu takım sıralamasının makine öğrenme yöntemi ile tahmin edilmesi, kulüplerin sezon sonu lig sıralamasında hedefledikleri yerlere göre transfer politikaları belirlemelerini sağlayabilir. Geliştirilen YSA modeli ile futbola öğgü çok sayıda değişkenin kısa bir zaman diliminde sinir ağları tarafından analiz edilmesi daha fazla maçın hatta antrenmanların da değerlendirilmesi olanağını sağlayabilir.

KAYNAKLAR

1. Harper DJ, Carling C, Kiely J. High-intensity acceleration and deceleration demands in elite team sports competitive match play: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Sports Medicine*, 2019; 49(12): 1923-1947.
2. Sarmiento H, Anguera MT, Pereira A, Araújo D. Talent identification and development in male football: A systematic review. *Sports Medicine*, 2018; 48(4): 907-931.
3. Brito de Souza D, López-Del Campo R, Blanco-Pita H, Resta R, Del Coso J. An extensive comparative analysis of successful and unsuccessful football teams in La Liga. *Frontiers in Psychology*, 2019; 10: 1-8.

4. Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C, Coutts AJ, Wisl off U. Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A League: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2009; 12(1): 227-233.
5. Carling C, Williams AM, Reilly T. *Handbook of soccer match analysis: A systematic approach to improving performance*. New York: Routledge; 2007.
6. Baacke H. *Voleybol antrenmanı  st d zey takımlar için el kitabı 2*. İstanbul: ağrı Baskı; 2005.
7. O'Donoghue P. What is sports performance analysis, In: O'Donoghue P, editor, *An introduction to performance analysis of sport*. New York: Routledge; 2015.
8. Setterwall D. *Computerised video analysis of football-technical and commercial possibilities for football coaching*. centre for user oriented it design. Department of numerical analysis and computer science. 2003.
9. Ayyıldız E. Amerika Basketbol Ligi (NBA) ma sonularının yapay sinir ağları ile tahmini. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 2018; 3(1): 40-53.
10. Bartlett R. Artificial intelligence in sports biomechanics: New dawn or false hope. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2006; 5(4): 474-479.
11. Öztemel E. *Yapay sinir ağları*. Türkiye: Papatya Yayınevi; 2003.
12. Sağıroğlu Ő, Beşdok E, Erler M. *Mühendislikte yapay zeka uygulamaları 1 / Yapay sinir ağları*. Kayseri: Ufuk Kitap Kirtasiye –Yayıncılık Tic. Ltd. Őti; 2003.
13. Arabzad A, Araghi M, Soheil S. Football match results prediction using artificial neural networks: The case of Iran pro league. *International Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, 2014; 1(3): 159-179.
14.  zden S, Kılı F. Performance evaluation of GSA, SOS, ABC and ANN algorithms on linear and quadratic modelling of eggplant drying kinetic. *Food Science and Technology*. 2019.
15. S zen A, Arcaklıoğlu E,  zkaymak M. Turkey's net energy consumption. *Applied Energy*, 2005; 81(2): 209-221.
16. Salman MS, Kukrer O, Hocanın A. Recursive inverse algorithm: Mean-square-error analysis. *Digital Signal Processing*, 2017; 66: 10-17.
17. Menet F, Berthier P, Gagnon M, Fernandez JM. Spartan Networks: Self-feature-squeezing neural networks for increased robustness in adversarial settings. *Computers & Security*, 2020; 88: 1-17.
18. Aka H. Yapay sinir ağları modeli ile futbolda takım sıralamasının tahmin edilmesi. *Spor Bilimleri Alanında Akademik alışmalar-2*. Ankara: Gece Kitaplığı Yayın Evi; 2020.
19. T mer AE, Koer S. Prediction of team league's rankings in volleyball by artificial neural network method. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2017; 17(3): 202-211.

20. Igiri CP, Nwachukwu EO. An improved prediction system for football a match result. IOSR Journal of Engineering, 2014; 4: 12-20.
21. Ivankovic Z, Rackovic M, Markoski B, Radosav D, Ivankovic, M. Analysis of basketball games using neural networks. In Computational Intelligence and Informatics (CINTI), 11th International Symposium on (pp. 251–256), Obuda University Budapest, Hungary. IEEE. 2010.
22. McCabe A, Trevathan J. Artificial intelligence in sports prediction. In information technology: New generations, ITNG 2008 Fifth International Conference Las Vegas. 2008: 1194–1197.
23. Arslan A, Ince R. The neural network approximation to the size effect in fracture of cementitious materials. Engineering Fracture Mechanics, 1996; 54(2): 249-261.