



Futbolda Yapay Sinir Ağları Modeli İle Lig Sıralaması Tahmini

Faruk KILIÇ¹, Hasan AKA², Zait Burak AKTUĞ³

¹ Gazi Üniversitesi, Teknik Bilimleri Meslek Yüksekokulu, Ankara, TÜRKİYE
<https://orcid.org/0000-0002-9978-1972>

² Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Niğde, TÜRKİYE
<https://orcid.org/0000-0003-0603-9478>

³ Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Niğde, TÜRKİYE
<https://orcid.org/0000-0002-5102-4331>

Email: farukkilic@gazi.edu.tr, hasanaka06@gmail.com, zaitburak@gmail.com

Türü: Araştırma Makalesi (Alındı: 31.08.2020 - Kabul: 14.11.2020)

Öz

Bu çalışmanın amacı, 7 farklı giriş değişkenine göre geliştirilen Yapay Sinir Ağlar (YSA) modeli ile Türkiye Süper Lig takım sıralamasının tahmin edilmesidir. Çalışmada Türkiye Süper Liginde üç sezonda (2015/2016, 2016/2017, 2017/2018) oynanan toplam 918 lig maçında; top kazanma, pas sayısı (isabetli pas, hücum pası ve gol öncesi pas sayısı), maç boyu topa sahip olma süresi, golle sonuçlanan atak süresi ve atılan şut sayısına ait veriler değerlendirilmiştir. Çalışmada 2015/2016 ve 2016/2017 sezonlarında oynanan maçlar (giriş değişkenleri) analiz edilmiş ve 2017/2018 sezonu lig sıralaması (çıkış değişkeni) tahmin edilmiştir. Modelde üretilen değer 0 - 1 aralığında olduğundan eğitilen bir ağ için 100 ile çarpılarak lig sıralaması bulunmuştur. Geliştirilen YSA modeli ile yapılan analiz sonuçlarına göre Türkiye Süper Lig takım sıralaması test veri kümesinde bulunan birçok takım için %94'ün üzerinde doğruluk oranı ile tahmin edilmiştir. Sonuç olarak futbolda skoru değiştiren en önemli etkenler olan atılan şut, top kazanma, pas sayısı, hücum süresi ve topa sahip olma süresi değişkenlerinin takımların lig sıralamalarının belirlenmesinde de önemli bir parametre olduğu bulunmuştur. YSA modeli ile yapılan maç analizleri sayesinde antrenörlerin performansa dayalı önemli çıkarımlar yapabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Yapay Sinir Ağları, Lig Sıralaması, Futbol



Prediction of League Ranking with Artificial Neural Networks Model in Football

Abstract

The aim of this study was developed by Artificial Neural Networks (ANN) to 7 different input variables model is to estimate with Turkey Super League team ranking. In the study, in total 918 league matches played in three seasons (2015/2016, 2016/2017, 2017/2018) in the Turkey Super League; the data on winning the ball, the number of passes (accurate pass, attacking pass and the number of passes before the goal), time of possession of the ball throughout the match, time of attack resulting in a goal and the number of shots taken were evaluated. In the study, the matches played in the 2015/2016 and 2016/2017 seasons (input variables) were analyzed and the league rank (output variable) for the 2017/2018 season was estimated. Since the value produced in the model is in the range of 0 - 1, the league rank for a trained network is multiplied by 100. According to the results of analysis performed by ANN model to Turkey Super League team ranking it was estimated with an accuracy rate of over 94% for the team on the test data set. As a result, it was found that the most important factors that change the score in football, shooting shot, winning the ball, number of passes, attack time and ball possession time are also important parameters in determining the league rankings of the teams. We think that trainers can make important inferences based on performance thanks to the match analysis made with the ANN model.

Keywords: Artificial Neural Networks, League Rankings, Football



Giriş

Günümüzde bilgi teknolojilerindeki hızlı gelişmenin bir sonucu olarak bilgisayarların bilgi topladığı ve düşünerek karar verebildikleri görülmektedir. Bilgisayarların insanlar gibi düşünerek karar verebilmeleri yapay zekâ olarak tanımlanmaktadır. Yapay zekâ teknolojileri, insanların günlük yaşantısında önemli ölçüde varlık göstermekte ve kullanımı giderek artmaktadır (Öztemel, 2003). Bu teknolojilerden birisi de Yapay Sinir Ağlarıdır (YSA). YSA bütün yönleri ile bilinen bir öğrenme sürecinin ardından toplanan bilgileri birleştiren, hücreler arasındaki bağlantı ağırlıklarının yardımı ile elde edilen bilgiyi depolayan ve tümevarım yapabilme yeteneğine sahip temel işlem birimidir (Haykin, 1999). İnsan beyninin biyolojik sistemine benzetilerek geliştirilen YSA ilk olarak 1943 yılında nörofizyolog Warren Sturgis McCulloch ile matematikçi Walter Pitts tarafından biyolojik sinir ağının, matematiksel sinir ağına modellenmesiyle başlamıştır (Macukow, 2016). YSA örneklerle eğitilebilir bir yapıya sahiptir. Ağların eğitiminde kullanılan örnek sayısının artması YSA modelinin problem çözme başarısını artırıcı bir unsurdur (Arslan ve İnce, 1996). YSA probleme özel basit yapıları öğrenebilme, hatayı tolere etme, genelleme ve paralel işlem yapabilme kabiliyetlerine sahiptir. Ayrıca YSA, modellenmesi güç olan, doğrusal olmayan karmaşık problemlere kolay çözümler sunabilme gibi üstünlüklerinden dolayı karmaşık sistemlerin modellenmesinde birçok alanda kullanılmaktadır (Sağiroğlu ve ark., 2003).

Profesyonel futbolda sporcuların performansları; farklı teknik, taktik, fiziksel, zihinsel ve fizyolojik faktörlerin etkileşimine bağlıdır (Carling ve ark., 2005; Coutts, 2014; Mohr ve ark., 2003). Sporcuların teknik, taktik, fiziksel ve davranışsal performansları hakkında bilgiler bilgisayar temelli sistemler sayesinde toplanabilmektedir (Carling ve ark., 2005; Baca, 2014). Bu sistemlerin doğru bir şekilde kullanılabilmesi için futbol kulüplerinde analiz uzmanları bulunmaktadır (Carling, 2016). Analiz uzmanları gelişmiş bilimsel teknolojileri etkili bir şekilde kullanarak sporcuların gelişimlerine katkıda bulunmaktadır (Strudwick, 2016). Bu teknolojiler aynı zamanda antrenörlere müsabakaları tarafsız bir gözle değerlendirme imkanı sunarak antrenörlerin oyun sistemindeki tercih ve isteklerine doğru bir şekilde yön vermelerini sağlamaktadır (Franks ve Hughes, 2016). Futbolda kullanılan analiz yöntemleri ile bir takımın veya futbolcunun hareket, teknik, taktik gibi özelliklerinin değerlendirilmesi yapılabilir (Erith ve Curneen, 2016; Harley ve ark., 2002). Futbolda özellikle branşa özgü olarak geliştirilen farklı müsabaka analiz programları kullanılmaktadır.

Spor alanında müsabakaların analiz edilmesinde yeni kullanılmaya başlayan bir başka yöntem ise biyolojiden esinlenerek geliştirilmiş bir algoritma olan YSA modelidir (Ayyıldız, 2018; Bartlett, 2006). YSA modeli ile yapılacak maç analizlerinin çalıştırıcılara hem teknik hem de taktiksel yönden hızlı ve nesnel çıkarımlar sağlayacağı düşünülmektedir. Literatürde futbolda YSA modeli kullanılarak yapılan az sayıda çalışmanın genellikle müsabaka sonuçlarının tahmin edilmesine yönelik olduğu görülmektedir (Arabzad ve ark., 2014). Geliştirilen bir YSA modeli ile Türkiye Süper Lig'de takımların lig sıralamasının tahmin edilmesine yönelik bir çalışmaya ise rastlanılmamıştır. Bu bağlamda çalışmamızın amacı, Türkiye Süper Ligi takım sıralamasının top kazanma, pas sayısı (isabetli pas, hücum pası ve gol öncesi pas sayısı), maç boyu topa sahip olma süresi, golle sonuçlanan atak süresi ve atılan şut giriş değişkenlerine göre geliştirilen YSA modeli ile tahmin edilmesidir.



Materyal ve Metod

Yapılan çalışmada makine öğrenme yöntemi kullanılarak futbolda lig sıralaması tahmin edilmiştir. Modelin geliştirilmesi için MATLAB (Neural Network Toolbox) yazılımındaki YSA modeli kullanılmıştır. Çalışmada Türkiye Süper Lig’inde 2015/2016, 2016/2017 ve 2017/2018 sezonlarında oynanan toplam 918 maçta; top kazanma, pas sayısı (isabetli pas, hücum pası ve gol öncesi pas sayısı), maç boyu topa sahip olma süresi, golle sonuçlanan atak süresi ve atılan toplam şut değişkenlerine ait veriler kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan Türkiye Süper Lig maç verileri uluslararası bir analiz şirketinden alınmıştır.

Yapay Sinir Ağları Model Değişkenleri

Türkiye Süper Lig’de 18 takım bulunmaktadır. Bir takım sezon boyunca toplam 34 lig maçı oynamaktadır. Futbolda takımların galip gelmesi için rakibinden en az 1 gol fazla atması gerekmektedir. Takımlar kazandıkları her maç için 3 puan, beraberlik için 1 puan alırken mağlubiyet durumunda puan alamazlar. Sezon boyunca oynan bütün maçlarda kazanılan puanlarla lig sıralaması oluşturulmaktadır. Bu çalışmada 2015/2016 ve 2016/2017 sezonlarında takımların oynadığı maçlarda top kazanma, pas sayısı, topa sahip olma, atak süresi ve atılan şutlar giriş değişkenleri olarak belirlenmiştir.

Giriş Değişkenleri

- A. Atak süresi: Takımların maç boyunca karşı takımın sahasında gol atmaya çalıştığı sürelerin toplamıdır.
- B. Gol öncesi pas sayısı: Takımların attığı gollerden önce yaptığı toplam pas sayısıdır.
- C. Atılan şutlar: Bir maç boyunca takımların rakip takımın kalesine attığı şutların toplam sayısıdır.
- D. Topa sahip olma süresi: Takımların maçın tamamında topun kontrolünü sağlayabildiği toplam süredir.
- E. İsabetli pas sayısı: Takımlarda bulunan oyuncuların bir maç boyunca kendi takım arkadaşına verebildiği pasların toplam sayısıdır.
- F. Hücum pası: Bir oyuncunun kendi takımından bir oyuncuya verdiği pas sonucunda hücum organizasyonunun başlamasıdır.
- G. Top kazanma: Topun rakip takımdan alınmasıdır.

Çıkış Değişkeni

Süper Lig 2017/2018 sezon sonu takım sıralaması çıkış değişkeni olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. 2015/2016 ve 2016/2017 Sezonu Yapay Sinir Ağları Eğitim Verileri

Takımlar	Sezon	A	B	C	D	E	F	G
1	2015-2016	27.5	9.3	14	29.44	460	391	37
2	2015-2016	22.6	6.9	13.1	29.41	463	389	36
3	2015-2016	18	5	15	28.29	400	362	36
4	2015-2016	12.1	3.6	12	26.46	374	361	39
5	2015-2016	17	5.5	11	25.12	373	329	39
6	2015-2016	22.3	6.3	13.3	23.4	321	334	39
7	2015-2016	18.2	6.3	13.1	26.46	349	324	41
8	2015-2016	17	5.4	11.9	24.57	371	355	37
9	2015-2016	12.4	4.4	9.2	25.24	376	365	40
10	2015-2016	12.6	4	10.9	24.41	342	330	37



11	2015-2016	10.7	3.4	9.4	24.23	368	375	40
12	2015-2016	9.6	3.1	11.4	26.34	383	344	37
13	2015-2016	15.1	3.8	11.3	25.29	351	332	37
14	2015-2016	10.5	3.1	9.8	24.31	339	309	41
15	2015-2016	7.6	2.1	12.3	25.39	361	350	37
16	2015-2016	8.9	2.7	9.8	23.44	326	344	37
17	2015-2016	5.6	1.9	9.9	24.53	347	336	39
18	2015-2016	7	2.2	12.5	23.46	328	323	32
1	2016-2017	18.6	5.6	14.3	31.56	494	357	35
2	2016-2017	30.8	8.6	13.5	33.03	524	398	30
3	2016-2017	19.8	5.9	10.9	27.33	387	328	35
4	2016-2017	19.2	5.8	12	27.58	410	364	35
5	2016-2017	17.6	4.7	11.6	25.32	344	299	40
6	2016-2017	18.7	2.6	13.8	26.3	360	315	36
7	2016-2017	15.9	5.6	11.1	25.57	368	324	37
8	2016-2017	13.5	4.1	9.3	24.11	336	317	40
9	2016-2017	17.6	6.2	9	27.24	401	354	34
10	2016-2017	10.7	3.4	10.4	24.11	315	299	35
11	2016-2017	17.8	5.9	9.8	23.14	322	308	37
12	2016-2017	11.4	3.6	13	25.38	370	331	41
13	2016-2017	7.4	2.2	11.6	26.27	354	329	38
14	2016-2017	15	4	10.8	24.23	331	296	39
15	2016-2017	10.1	2.9	10.6	25.14	365	329	41
16	2016-2017	8.1	2.3	9.9	23.13	306	298	36
17	2016-2017	16.6	5.3	11.1	25.38	373	322	39
18	2016-2017	10.9	3.3	10.7	25.27	352	322	38

A: Atak süresi B: Gol öncesi Pas sayısı C: Atılan şutlar D: Topa sahip olma süresi
E: İsbetli pas sayısı F: Hücum pası sayısı G: Top kazanma

Tablo 2. 2017/2018 Sezonu Yapay Sinir Ağları Test Verileri

Takımlar	Sezon	A	B	C	D	E	F	G
1	2017-2018	24.5	6.7	16	31.53	557	383	34
2	2017-2018	34.6	10.8	13.9	30.39	457	353	38
3	2017-2018	18.4	6.2	12.4	29.6	437	378	26
4	2017-2018	25.3	7.5	11.3	33.17	514	408	35
5	2017-2018	22.2	6.7	11.5	27.08	383	324	39
6	2017-2018	14.1	4.2	12.4	24.42	338	321	35
7	2017-2018	15	5	10.9	24.47	373	335	39
8	2017-2018	13.5	3.7	9	25.53	353	299	37
9	2017-2018	19.1	4.2	10.8	26.23	362	339	31
10	2017-2018	14.7	4.5	9.9	22.27	281	285	33
11	2017-2018	13.5	4.4	9.2	24.52	346	314	33
12	2017-2018	22.8	7.4	12.3	26.39	394	356	40
13	2017-2018	5.7	2.1	11.1	25.39	352	32	38
14	2017-2018	11.7	3.7	10	25.35	353	307	35
15	2017-2018	15.6	5	10.9	25.55	372	335	36
16	2017-2018	11.6	3.8	10.4	26.47	379	328	34
17	2017-2018	18.8	5.4	12.7	24.39	328	317	39
18	2017-2018	15.2	4.7	10.3	27.29	397	340	34

A: Atak süresi B: Gol öncesi Pas sayısı C: Atılan şutlar D: Topa sahip olma süresi
E: İsbetli pas sayısı F: Hücum pası sayısı G: Top kazanma

Normalizasyon

Çalışmada en büyük değer 1 (bir); en küçük değer 0 (sıfır) olacak şekilde tüm girdi ve çıktılar normalleştirme işlemine tabi tutulmuştur (Özden ve Kılıç, 2019). Normalleştirme işleminde kullanılan formül denklemde belirtilmiştir.

x' = Normalleştirilmiş değer
 x = İlk değer.
 $\text{mak}(x)$ = En yüksek değer
 $\text{min}(x)$ = En küçük değer

$$x' = \frac{x - \text{min}(x)}{\text{mak}(x) - \text{min}(x)} \quad (\text{Sözen ve ark., 2005}).$$

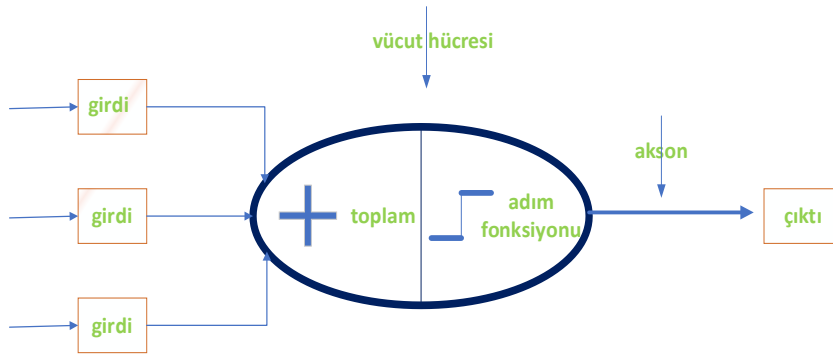
Ortalama kare hatası (OKH)

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

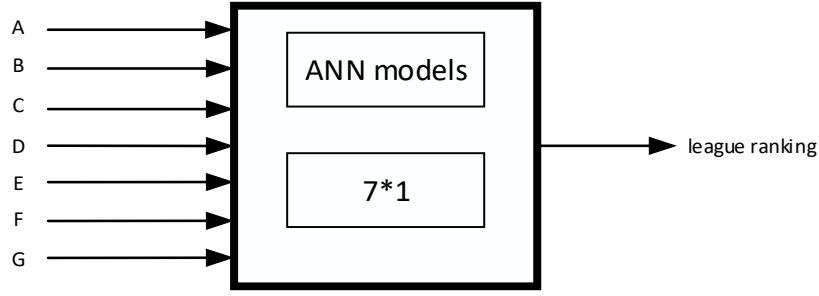
Ortalama kare hatası (OKH) kavramı, bir tahmin edicinin performansını belirlemek için kullanılan temel bir ölçüdür. Ortalama kare hatası değerinin sıfıra yakın olması istenir (Salman ve ark., 2017).

Yapay Sinir Ağları ve Modelleme

Bir nöron kendisine gelen girdi değerini değerlendirerek eşik değerine bağlı olarak ateşleme yapılmasına ya da yapılmamasına karar veren mekanizmadır (Şekil 1). Nöronlar kendi aralarında kurulan iletişime göre karar verebilirler (Menet ve ark., 2020).



Şekil 1. Basit Sinir Modeli

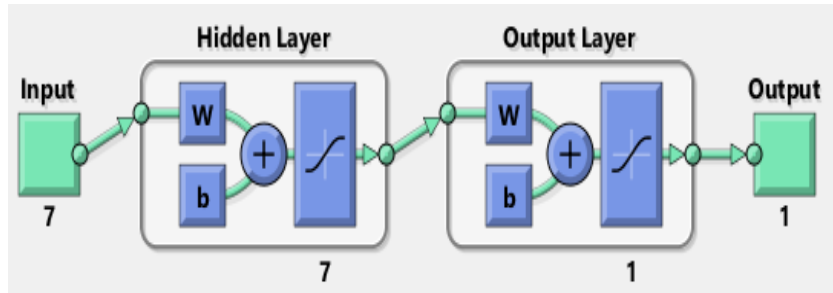


Şekil 2. MATLAB Yapay Sinir Ağları Modeli (ANN), Girdi ve Çıktı Değerleri

Giriş düzeyinden girdiler nöronlara iletilirken iletim hattının üzerinde bir ağırlık vardır. Nöronlar ile girdiler arasında ağırlık faktörleri işlemektedir. Her girdi ağırlık değerleri ile çarpılarak nöronlara iletilir. Girdiler ve nöronlar arasında bulunan ağırlıklar öğrenme süreci ile ilgilidir. Bellek ve öğrenme niteliklerine sahip nöronlar ağ kurarak girdi ve çıktı arasında bir model oluştururlar. Oluşturulan modeller yedi girdiye karşın bir çıktı değeri elde edilmek üzere kurgulanmıştır.

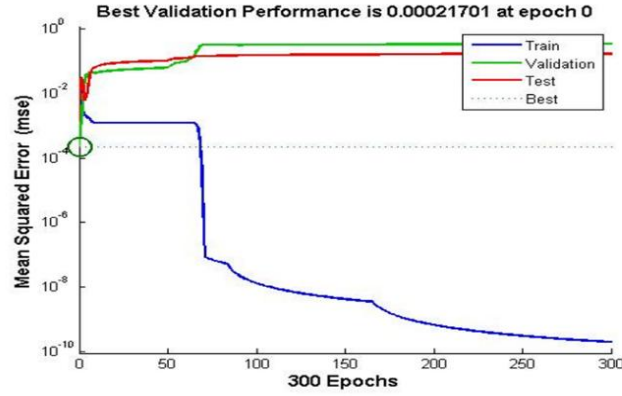
Bulgular

Geliştirilen YSA modellerine özgü sinir ağı görünümü Şekil 3'de verilmiştir. Modellerin dizilimi soldan sağa sıralı olarak girdi, gizli katman ve çıktı şeklinde yapılmıştır. Geliştirilen her bir modelde farklı katmanlar yer almaktadır. YSA modellerinde 7 girdi değeri ve 1 çıktı değeri bulunmaktadır.



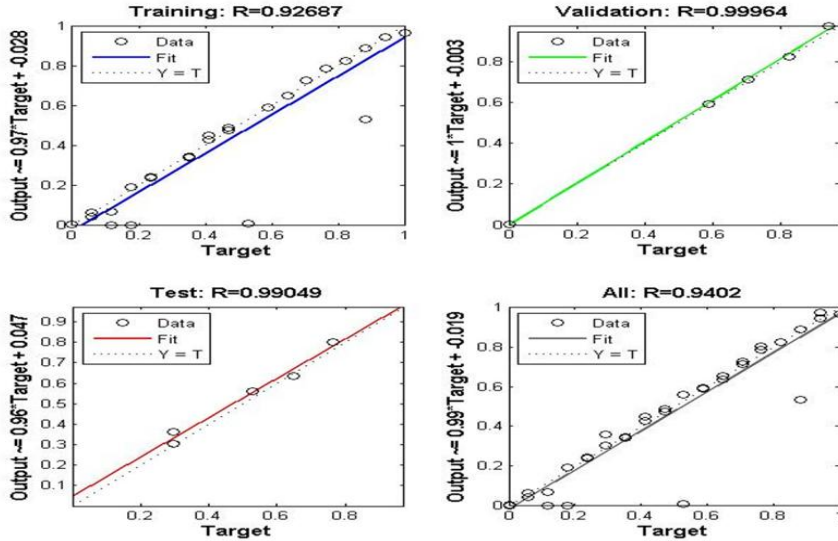
Şekil 3. Geliştirilen Modelin Özel Sinir Ağı Görünümü

Kurgulanan modellerin her birinde aynı network özellikleri kullanılmıştır. Çalıştırılan network tipi ise Feed-forward backprop'dur. Ağ oluşturulma ekranında Training function TRAINLM, Adoption learning function'u LEARNNGDM tercih edilmiştir.



Şekil 4. Geliştirilen Modelin En İyi Ortalama Kare Hatası Değeri

Şekil 4'e göre yatay ekseninde tekrar sayısı, dikey ekseninde ortalama karesel hata değeri gösterilmiştir. Geliştirilen modelde en iyi performans değeri 0.00021701 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 5. Geliştirilen Modelin Eğitim (Training), Doğrulama (Validation), Test Ve Tüm (All) Değerleri

Tabloda eğitim, doğrulama, test ve tüm değerleri görülmektedir. 2015-2016, 2016-2017 sezonlarındaki lig girdi değerleri ile YSA eğitim değeri 0.92687 regression ile gerçekleştirilmiştir. Kurulan 7*1 network doğrulama değeri 0.99964 ile gerçekleştirmiştir. Hedef olarak belirlenen değerlerin test regression değeri 0.99049 olarak yüksek bir geçerlilik ile gerçekleşmiştir. Tüm giriş regression değeri 0.9402 olarak bulunmuştur.



Tablo 3. Türkiye Süper Lig Futbol Takımlarının Tahmin Edilen Lig Sıralaması

Lig sıralaması	Normalize değerlerin sıralaması	Tahmin edilen normalize değerler	Tahmin edilen normalize değerler (sıralı)
1 Galatasaray	0.00000	0.00023	0.00000
2 Fenerbahçe	0.05882	0.00000	0.00023
3 Başakşehir	0.11765	0.22367	0.00577
4 Beşiktaş	0.17647	0.62076	0.00920
5 Trabzonspor	0.23529	0.10151	0.02081
6 Göztepe	0.29412	0.00577	0.02528
7 Sivasspor	0.35294	0.03087	0.03087
8 Kasımpaşa	0.41176	0.17501	0.04158
9 Kayserispor	0.47059	0.02528	0.04158
10 Yeni Malatyaspor	0.52941	0.00920	0.06281
11 Akhisarspor	0.58824	0.02081	0.07768
12 Alanyaspor	0.64706	0.04158	0.09820
13 Bursaspor	0.70588	0.09820	0.10151
14 Antalyaspor	0.76471	0.04158	0.17501
15 Konyaspor	0.82353	0.22730	0.22367
16 Osmanlıspor	0.88235	0.06281	0.22730
17 Gençlerbirliği	0.94118	0.07768	0.62076
18 K. Karabükspor	1.00000	0.98977	0.98977

Geliştirilen YSA modeli, MATLAB ile gerçekleştirilmiş olup performans gösterge grafikleri sunulmuştur (Şekil 4). Takım sıralaması sütunundaki değerlerin 0 – 1 aralığında alındığı görülmektedir. Geliştirilen modellerde giriş ve çıkış değişkenlerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde lig sıralamasında yer alan takımların yüksek doğruluk oranı (%94 üzeri) ile tahmin edildiği görülmektedir.

Tablo 4. Birinci Gizli Katman ve Girdi Değeri Arasındaki Ağırlıklar

1.1806	0.78095	1.4918	-1.1659	-1.1226	-1.159	2.3672
0.41792	0.52544	1.6982	0.31979	0.345	0.3637	1.1077
2.0231	0.031769	1.0743	1.9051	-0.3992	-1.703	-2.0094
1.5164	-2.6564	-0.40767	-1.5079	2.4308	-0.565	-0.0820
0.99855	0.49961	-1.5842	1.678	1.32	2.38	0.0600
-2.8199	-1.3167	0.4109	0.67217	-0.6841	-0.320	-0.4058
0.00271	-1.701	-0.40388	-0.1108	1.086	1.465	-0.394

YSA ile oluşturulan bu model yüksek doğruluk değerine sahiptir. Daha önce şekil 3'te verildiği gibi, bu veri seti için 7*1 ağ yapısı oluşturulmuştur. Girişte yedi, çıkışta bir değişken vardır. Tablo 4'de, aralarındaki bağlantıların ağırlık değerleri yedi giriş değişkeni ve ilk gizli katman (7 nöron) 7*1 matrisi olarak sunulmuştur.

Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışma futbolda sezon sonu lig sıralamasının futbola özgü giriş değişkenleri kullanılarak geliştirilen YSA modeli ile tahmin edilmesi amacıyla yapılmıştır. YSA modeli geliştirilirken 918 maç (3 sezon), 7 farklı giriş değişkenine göre değerlendirilmiştir. Geliştirilen model değerlendirmesinde 2 sezonda (2015/2016, 2016/2017) atılan şut, top kazanma, toplam pas sayısı, gol öncesi pas sayısı, hücum pas sayısı, toplam atak süresi ve topa sahip olma toplam süresi giriş değişkenleri; 3. sezon (2017/2018) lig sıralaması ise çıkış değişkeni olarak



belirlenmiştir. YSA tarafından yapılan analiz sonuçlarına göre Türkiye Süper Lig sezon sonu (2017/2018) takım sıralaması yukarıda belirtilen giriş değişkenlerine göre %94'ün üzerinde doğruluk oranıyla tahmin edilmiştir. Süper Lig'de takımların şut sayısı, topa sahip olduğu süre, hücum süresi ve pas sayısı değişkenlerinin lig sıralamasında başarı unsurları olduğu belirlenmiştir.

Literatürde takımların lig sıralamasını araştıran çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Aka (2020) tarafından yapılan bir çalışmada geliştirilen YSA modeli ile Almanya Futbol Ligi (Bundesliga) atılan gol, yenilen gol, topa sahip olma ve pas sayıları giriş değişkenlerine göre sezon sonu lig sıralaması %97'nin üzerinde doğruluk oranı ile tahmin edilmiştir. Bu çalışma, farklı giriş değişkenleri ve farklı bir ülkenin futbol lig sıralamasına yönelik olmasına rağmen çalışmada YSA modeli ile lig sıralamasının yüksek doğruluk oranında tahmin edilmesi sonuçlarımızı destekler niteliktedir. Tümer ve Koçer (2017) tarafından yapılan takım sıralamasının tahmin edilmesine yönelik benzer bir çalışmada Türkiye erkekler voleybol liginde (1.lig) 66 maç 4 parametreye göre YSA modeli ile analiz edilmiştir. Çalışmada yapılan analiz sonuçlarına göre Türkiye erkekler voleybol ligi takım sıralaması, takımların maçı kendi sahasında kazanma-kaybetme ve rakip sahada kazanma-kaybetme değişkenlerine göre %98 doğrulukla tahmin edilmiştir (Tümer ve Koçer 2017). Bu çalışmada voleybol branşının analiz edilmesi ve voleybola özgü giriş değişkenleri kullanılması çalışmamızla en temel farklılıklarındandır. Ayrıca Tümer ve Koçer (2017) çalışmalarında sadece 66 müsabakayı değerlendirmesine karşın çalışmamızda 918 müsabakayı kapsayan geniş bir veri kümesinin değerlendirilmiş olması dikkat çekmektedir. Sinir ağlarının eğitilmesi safhasında yoğun olarak girdi değerlerine ihtiyaç duyulduğu ve veri sayısının artmasıyla daha doğru tahminler yaptığı bilinmektedir (Öztemel, 2003; Arslan ve İnce, 1996). Dolayısıyla; YSA modeli ile yapılacak değerlendirmelerde daha fazla sayıda veri kullanımı sinir ağları tarafından yapılacak tahminlerin başarısını artırıcı bir unsur olabileceği düşünülmektedir.

Literatürde YSA modeli ile yapılan müsabaka analizine yönelik çalışmalarda maç sonuçlarının tahmin edilmesine odaklanıldığı görülmektedir. Ayyıldız (2018) tarafından yapılan bir çalışmada YSA modeli ile Amerikan Profesyonel Basketbol Ligi (NBA) analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında 596 müsabakada; güncel kazanma yüzdeleri, son 3 maç kazanma yüzdesi, kendi evinde kazanma yüzdesi, 2014 yılı kazanma yüzdesi ve handikap girdi değişkenleri YSA modeli ile analiz edilerek 2015/2016 sezonu maç sonuçları %90 üzerinde doğrulukla tahmin edilmiştir (Ayyıldız, 2018). Futbolda maç sonuçlarının tahmin edilmesine yönelik yapılan benzer bir çalışmada 1 haftalık maç sonuçlarının tahmini için geçmiş 7 haftanın müsabaka verileri analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda YSA modeli ile 6 takımın 5 tanesinin maç sonuçları doğru (83%) tahmin edilmiştir (Arabzad ve ark., 2014). Maç sonuçlarının YSA ile tahmin edilmesine yönelik başka çalışmalarda da farklı doğruluk oranlarına ulaşıldığı görülmektedir. Igiri ve Nwachukwu, (2014), yaptığı çalışmada futbol maç sonuçlarını %85 oranında, McCabe ve Trevathan, (2008) rugby liginde galip gelen takımları %55-68 oranında, Kahn (2003) NFL futbol liginde galip gelen takımları %75 oranında, Ivankovic ve ark. (2010) basketbolda galibiyeti etkileyen faktörleri %80 oranında YSA modeli kullanarak tahmin etmişlerdir.

Yukarıda belirtilen çalışmaların kurgusunda YSA modeli olmasına rağmen çalışmamıza oranla daha az sayıda maç analiz edilerek müsabaka sonuçları tahmin edilmiştir. Çalışmamızda ise 918 maç verisi 7 farklı giriş değişkenine göre geliştirilen YSA modeli ile analiz edilerek daha yüksek doğruluk oranında lig sıralaması tahmin edilmiştir. Bu çalışmada



daha geniş bir veri kümesi kullanılarak lig sıralamasının tahmin edilmesi, geliştirilen modelin sonuç güvenilirliğini artırıcı bir unsur olarak düşünülebilir.

Sonuç olarak Türkiye Süper Lig takım sıralaması 7 farklı giriş değişkenine göre geliştirilen YSA modeli ile yüksek doğruluk oranında tahmin edilmiştir. Süper Lig takım sıralamasında performansı etkileyen diğer unsurların yanı sıra atılan şut sayısı, pas sayısı, top kazanma, hücum süresi ve topa sahip olma değişkenlerinin de belirleyici olduğu görülmüştür. Futbolda YSA modeli ile sezon sonunda oluşacak lig sıralamasının tahmin edilmesi; takımların hedefleri doğrultusunda transfer politikalarına ve antrenörlerin antrenman programlarına yön verebileceği düşünülmektedir. Bu sonuçlara göre futbolda takımların top tekniği yüksek ve pas yapabilen ve şütör sporculardan kurulmasının sezon sonu iyi bir lig sıralamasında önemli olduğu düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

Aka, H. (2020). Yapay Sinir Ağları Modeli İle Futbolda Takım Sıralamasının Tahmin Edilmesi, Spor Bilimleri Alanında Akademik Çalışmalar-2, Gece Kitaplığı Yayın Evi, Ankara.

Arabzad, A., Araghi, M., Soheil, S. (2014). Football match results prediction using artificial neural networks: The case of Iran pro league. *International Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, 1(3): 159-179.

Ayyıldız, E. (2018). Estimation of American Basketball League (NBA) match results by artificial neural networks. *Gaziantep University Journal of Sports Science*, 3(1): 40-53.

Arslan, A., İnce, R. (1996). The neural network approximation to the size effect in fracture of cementitious materials. *Engineering Fracture Mechanics*, 54(2): 249-261.

Baca, A. (2014). *Computer science in sport: Research and practice*. London: Routledge.

Bartlett, R. (2006). Artificial intelligence in sports biomechanics: New dawn or false hope. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5(4): 474-479.

Carling, C., Williams, A., Reilly, T. (2005). *The handbook of soccer match analysis*. London: Routledge.

Carling, C. (2016). Match evaluation: Systems and tools. Match performance and analysis. soccer science. Ed. Strudwick T. Human Kinetics. ABD.

Coutts, A. J. (2014). Evolution of football match analysis research. *Journal of Sports Sciences*, 32(20): 1829-1830.

Erith, S., Curneen, G. (2016). Optimal preparation for defensive play. Soccer science. Ed. Strudwick T. Human Kinetics. ABD.

Franks, I. M., Hughes, M. (2016). *Successful coaching through match analysis*. Meyer and Meyer Sport.

Harley, R. A., Tozer, K., Doust, J. (2002). An analysis of patterns and physiological strain in relation to optimal positioning of association football referees. *Science and Football*. Ed. Sprinks, W., Reilly, T., Murphy, A. Routledge Printing House, London and Newyork

Haykin, S. (1999). *Neural networks and learning machines*. India: Pearson Prentice Hall Igiri, C. P., Nwachukwu, E. O. (2014). An improved prediction system for football a match result. *IOSR Journal of Engineering* 4, 12-20.

Ivankovic, Z., Rackovic, M., Markoski, B., Radosav, D., Ivankovic. M. (2010). Analysis of basketball games using neural networks. In *Computational Intelligence and Informatics (CINTI) 11th International Symposium*, 251–256. Obuda University Budapest, Hungary.



Kahn, J. (2003). Neural network prediction of NFL football games. World Wide Web Electronic Publication.

Macukow, B. (2016). Neural Networks – State of Art, Brief History, Basic Models and Architecture, Faculty of Applied Mathematics and Information Science, 3-14.

McCabe, A., Trevathan, J. (2008). Artificial intelligence in sports prediction. In information technology: New generations, 2008. ITNG 2008 Fifth International Conference, 1194-1197. Las Vegas.

Menet, F., Berthier, P., Gagnon, M., Fernandez, J. M. (2020). Spartan Networks: Self-feature-squeezing neural networks for increased robustness in adversarial settings. Computers & Security, 88: 1-17.

Mohr, M., Krustup, P., Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. Journal of Sports Sciences. 21(7): 519-28.

Özden, S., Kılıç, F. (2019). Performance evaluation of GSA, SOS, ABC and ANN algorithms on linear and quadratic modelling of eggplant drying kinetic. Food Science and Technology. (Epub)

Öztemel, E. (2003). Yapay sinir ağları. Türkiye: Papatya Yayınevi.

Sağiroğlu, Ş., Beşdok, E., Eler, M. (2003). Mühendislikte yapay zeka uygulamaları1: yapay sinir ağları. Kayseri: Ufuk Kitap Kırtasiye–Yayıncılık Tic. Ltd. Şti. 299- 426.

Salman, M. S., Kukrer, O., Hocanin, A. (2017). Recursive inverse algorithm: Mean-square-error analysis. Digital Signal Processing, 66: 10-17.

Sözen, A., Arcaklioğlu, E., Özkaymak, M. (2005). Turkey's net energy consumption. Applied Energy, 81(2): 209-221.

Strudwick T. (2016). Application of soccer science, soccer science. Human Kinetics. 1nd Ed. ABD.

Tümer, A. E., Koçer. S. (2017). Prediction of team league's rankings in volleyball by artificial neural network method. International Journal of Performance Analysis in Sport, 17(3): 202-211.