



## SPORMETRE

The Journal of Physical Education and Sport Sciences  
Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi

DOI: 10.33689/spormetre.759976



Geliş Tarihi (Received): 16.07.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 09.03.2021

Online Yayın Tarihi (Published): 30.03.2021

### YAPAY SİNİR AĞLARI MODELİ İLE İSPANYA FUTBOL LİĞİ (LA LIGA) SEZON SONU TAKIM SIRALAMASININ TAHMİN EDİLMESİ

Hasan AKA<sup>1</sup> , Serkan İBİŞ<sup>1</sup> , Zait Burak AKTUĞ<sup>1\*</sup> , Faruk KILIÇ<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Niğde

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ankara

**Öz:** Bu çalışma futbola özgü 8 farklı giriş değişkeni kullanılarak geliştirilen yapay sinir ağları (YSA) modeli ile İspanya (La Liga) Futbol Ligi sezon sonu takım sıralamasının tahmin edilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada La Liga'da oynanmış 3 sezonda toplam 1140 maçta atılan ve yenilen goller, duran top golleri, kısa ve uzun pas sayısı değişkenleri analiz edilmiştir. La Liga'da 2015/2016 ve 2016/2017 sezon verileri giriş değişkenleri, 2017/2018 sezon verileri ise çıkış değişkeni olarak belirlenmiştir. Çalışmada değerlendirilen veriler eğitim ve test amacıyla rastgele yöntemle ayrılmıştır. Takımların lig sıralaması 0 (sıfır) ile 1 (bir) aralığındaki sayısal değerlerle modellenmiştir. YSA modeli ile yapılan analiz sonuçlarına göre La Liga'da sezon sonu takım sıralaması test veri kümesinde yer alan birçok takım için (% 99 üstü) yüksek doğruluk oranında tahmin edilmiştir. Futbolda önemli parametrelerden olan; atılan ve yenilen goller, duran top golleri (atılan ve yenilen) ve pas sayılarının (kısa ve uzun paslar) sezon sonu lig sıralamasının belirlenmesinde de etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, YSA ile yapılan müsabaka analizlerinin antrenörlere, takımların teknik ve taktik yönden gelişimlerini olumlu etkileyecek nesnel çıkarımlar sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay sinir ağları, futbol, La Liga

### THE PREDICTION OF THE SPAIN SOCCER LEAGUE (LA LIGA) END OF SEASON TEAM ORDER THROUGH THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS MODEL

**Abstract:** This study was conducted with the aim of predicting the end of the season of Spain (La Liga) Soccer League through the artificial neural networks (ANN) model developed by means of 8 different input variables specific to soccer. In the study, the goals of 1140 games performed in 3 seasons in the La Liga, fixed ball goals, the number of short and long pass variables were analyzed. In the La Liga, 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 La Liga was estimated at high accuracy for several teams (above 99%) in the test dataset. It was also determined that the goals scored and defeated, the fixed ball goals, which is one of the important parameters in soccer, and the number of passes (short and long passes) were also effective in determining the order of the teams in the league at the end of the season. As a result, it is considered that competition analysis through ANN provides objective implications to coaches, which will have positive effect on the technical and tactical development of teams.

**Key Words:** Artificial neural networks, soccer, La Liga

## GİRİŞ

Bilgisayarların düşünerek karar verebilmeleri olarak tanımlanan yapay zekâ, insanların günlük yaşantısında önemli derecede varlık göstermekte ve kullanımını giderek artmaktadır. Birçok yapay zekâ modeli vardır ve bunlardan birisi de YSA modelidir. YSA genel anlamda, insan beyninin bir işlevi yapabilme yöntemini modellemek için tasarlanan bir sistem olarak tanımlanabilir (Öztemel, 2003). YSA, yapay sinir hücreleri arasındaki farklı bağlantı şekillerinden oluşur ve katmanlar halinde düzenlenir. İnsan beyninin bilgi işleme yöntemine uygun olarak YSA, bir öğrenme sürecinden sonra bilgiyi saklama, genelleme ve tümevarım yapma yeteneğine sahip paralel dağılmış bir işlemcidir (Haykin, 1999; Sağıroğlu ve ark., 2003). Yapay sinir hücrelerinin katmanlar halinde bağlanmasıyla oluşturulan veri tabanlı sistemlerle, insan beyninin farklı koşullarda öğrenme ve hızlı karar verebilme gibi yeteneklerinin basitleştirilmiş modelleri yardımıyla karmaşık problemlerin çözülmesinde kullanılması amaçlanmaktadır (Koç ve ark., 2004). YSA ile farklı konularda analiz, genelleme, ilişkilendirme, optimizasyon, öğrenme ve sınıflandırma başarılı bir şekilde yapılabilmektedir (Öztemel, 2003). Geliştirilen YSA modelleri birçok alanda uygulanmakta olup yapılan uygulamalar tahmin yönünden yüksek bir öneme sahiptir (Sözen, 2009; Sözen ve ark., 2005).

Günümüzde bilgisayar teknolojilerinin sporda kullanımının artmasıyla birlikte sporcuların performanslarının takip edilmesi ve değerlendirilmesi önem kazanmıştır. Takımlarda bulunan uzman bir analiziçi tarafından bilgisayar temelli programlar kullanarak sporcuların; maç oynanmadan önce, maç sırasında ve maç oynandıktan sonra teknik, taktik, fiziksel ve davranışsal performansları değerlendirilmektedir (Baca, 2014; Carling ve ark., 2005). Özellikle branşa özgü geliştirilen analiz programları ile sporcuların müsabaka boyunca performansı hakkında sayısal verilere ulaşmak mümkündür. Maç analizi, müsabaka esnasında meydana gelen oyuncu ve takım davranışlarının objektif veriler halinde kaydedilmesine imkân sağlamaktadır (Carling ve ark., 2008). Bu veriler antrenman planlanması, takımların müsabaka taktiğinin belirlenmesi ile rakip takımın güçlü ve zayıf yönlerinin tespit edilmesi gibi konularda antrenörlere yardımcı olmaktadır (Baacke, 2005). Müsabakaların analiz edilmesinde kullanılan branşa özgü analiz programlarıyla çok sayıda objektif veri elde edilmesine rağmen, bu verilerin analiz edilmesi zaman ve tecrübe gerektirmektedir.

Spor alanında maçların analiz edilmesinde kullanılan bir yöntem de matematiksel bir model olan YSA modelidir (Bartlett, 2006). YSA modeli ile yapılan maç analizlerinde takımlara ait çok sayıda veri kısa bir zamanda değerlendirilebilir. Bu analizler sonucunda antrenörlerin, takımların haftalık, aylık, dönemlik, yıllık hatta birkaç yılı kapsayan verilerinden nesnel çıkarımlar sağlayacağı düşünülmektedir. Literatürde futbolda YSA modeli kullanılarak müsabakaların analiz edilmesine yönelik çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir (Aka, 2020; Aka ve ark., 2020; Arabzad ve ark., 2014; Ayyıldız, 2018; Kılıç ve ark., 2020). İspanya liginin sezon sonu lig sıralamasının geliştirilen bir YSA modeli ile tahmin edilmesine yönelik bir çalışma ise bulunmamaktadır. Bu bağlamda çalışmamızın amacı, La Liga'da atılan ve yenilen goller, duran top golleri, kısa pas sayısı ve uzun pas sayısı giriş değişkenleri kullanılarak, YSA modeli ile sezon sonu takım sıralamasının tahmin edilmesidir.

## YÖNTEM

### Araştırma Modeli

Futbol branşında sezon sonu takım sıralaması makine öğrenme yöntemi ile tahmin edilmiştir. Modelin geliştirilmesi için MATLAB (Neural Network Toolbox) yazılımındaki YSA modeli kullanılmıştır.

### Veri Seti

Çalışmada La Liga'da 2015/2016, 2016/2017 ve 2017/2018 sezonlarında oynanan toplam 1140 maçta, atılan ve yenilen goller, duran top golleri, kısa pas sayısı ve uzun pas sayısı değişkenlerine ait veriler kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan La Liga maç verileri uluslararası bir analiz şirketinden alınmıştır.

### Veri Toplama Araçları

#### YSA Model Değişkenleri

La Liga'da 20 takım bulunmaktadır. Bir takım sezon boyunca toplam 38 lig maçı oynamaktadır. Futbolda takımların galip gelmesi için rakibinden en az 1 gol fazla atması gerekmektedir. Maçlarda 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 atılan gol sayısı (1. ve 2. devre), yenilen gol sayısı (1. ve 2. devre) duran top golleri (atılan-yenilen), kısa ve uzun pas sayısı giriş değişkenleri olarak belirlenmiştir.

### Giriş Değişkenleri

*Atılan gol sayısı:* Takımların maçın hem ilk yarısında hem de ikinci yarısında attığı goller ayrı ayrı giriş değişkenleri olarak alınmıştır.

*Yenilen gol sayısı:* Takımların maçın hem ilk yarısında hem de ikinci yarısında yediği goller ayrı ayrı giriş değişkenleri olarak alınmıştır.

*Duran top (atılan gol):* Faul ve korner gibi topun durduğu anlarda kullanılan atış sonrasında takımların attığı goller giriş değişkenleri olarak alınmıştır.

*Duran top (yenilen gol):* Faul ve korner gibi topun durduğu anlarda kullanılan atış sonrasında takımların yediği goller giriş değişkenleri olarak alınmıştır.

*Kısa pas sayısı:* Takımlarda bulunan oyuncuların bir maç boyunca kendi takım arkadaşına isabetli olarak verebildiği 15-20 m mesafesini aşmayan ve genellikle ayak içi vuruş ile yapılan kısa pasların toplam sayısı giriş değişkeni olarak alınmıştır.

*Uzun pas:* Bir maç boyunca oyuncuların kendi takımından bir başka oyuncuya isabetli olarak verebildiği 20 m üzerindeki mesafelerde ve genellikle ayak üstü ve iç üst vuruş ile yapılan uzak mesafeden verdiği pas sayısı giriş değişkeni olarak alınmıştır.

### Çıkış Değişkeni

2017/2018 sezonu sonu La Liga takım sıralaması çıkış değişkeni olarak belirlenmiştir.

### Normalizasyon

Bu çalışmada en büyük değer 1 (bir), en küçük değer 0 (sıfır) olarak belirlenmiştir. Modelde bulunan tüm girdi ve çıktılar normalleştirme işlemine tabi tutulmuştur (Özden ve Kılıç, 2019). Normalleştirme işlemine kullanılan formül denklemde belirtilmiştir.

$x'$  Normalleştirilmiş değer.  
 $x$  İlk değer.  
 $\text{mak}(x)$  En yüksek değer.  
 $\text{min}(x)$  En küçük değer.  
 $x' = \frac{x - \text{min}(x)}{\text{mak}(x) - \text{min}(x)}$  (Sözen ve ark., 2005).

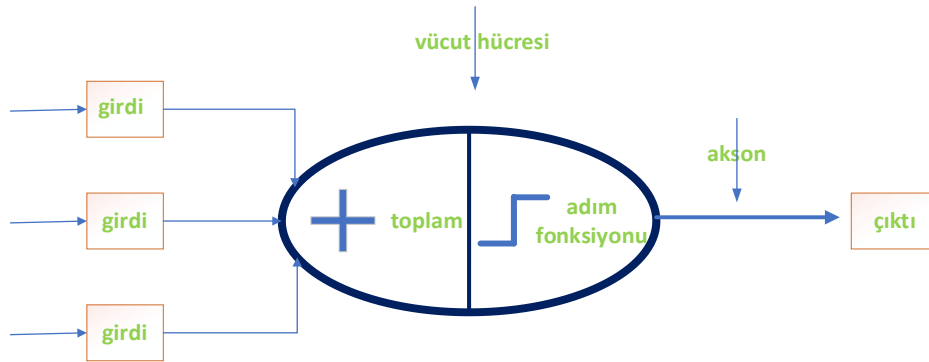
### Ortalama kare hatası (OKH)

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

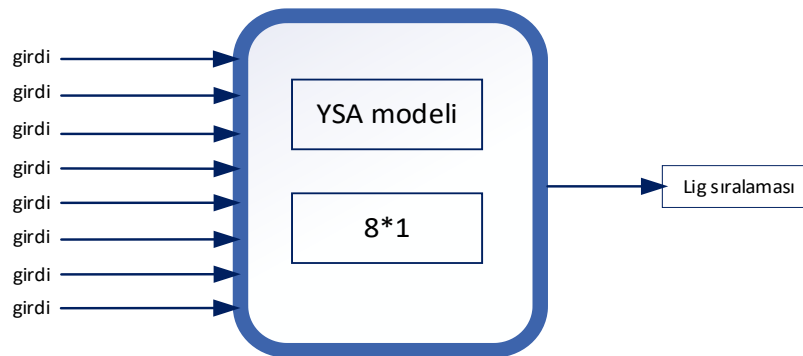
Ortalama kare kavramı, bir tahmin edicinin performansını belirlemek için kullandığı temel bir ölçüdür. Ortalama kare hatası değerinin sıfıra yakın olması istenmektedir (Salman ve ark., 2017).

### Yapay Sinir Ağları ve Modelleme

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



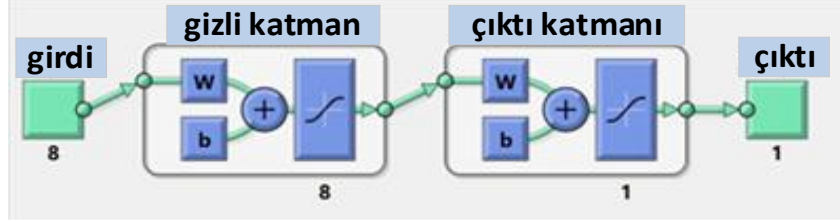
Resim 1. Basit nöron modeli



Resim 2. MATLAB YSA modeli girdi ve çıktı değerleri

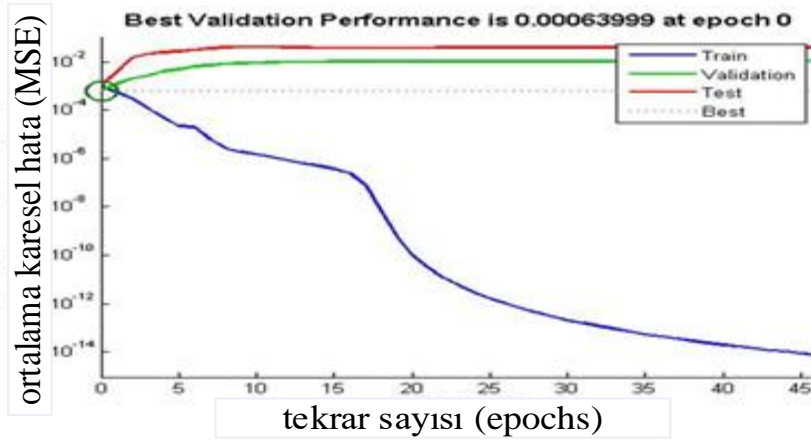
## BULGULAR

Çalıştırılan YSA modelinin özel sinir ağı görünümü resim 3'de belirtilmiştir. Geliştirilen modellerin dizilimi soldan sağa; girdi, gizli katman ve çıktı olarak sıralanmıştır. Birbirlerinden farklı katmanlara sahip olan modellerde 8 girdi ve 1 çıktı değeri bulunmaktadır.



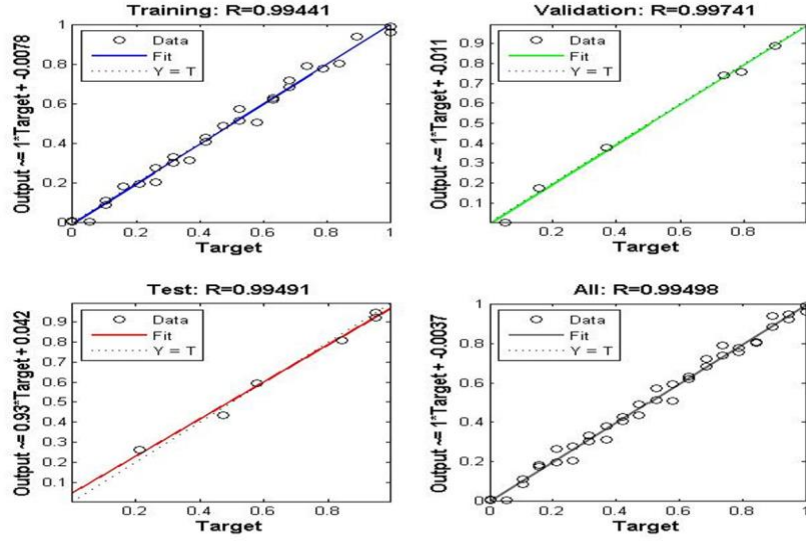
**Resim 3.** Geliştirilen modelin özel sinir ağı görünümü

Geliştirilen YSA modelinde ağ özellikleri aynı seçilmiştir. Modelde ileri beslemeli ağ tipi çalıştırılmıştır. Ağ oluşturulma ekranında eğitim fonksiyonu TRAINLM; benimsenmiş öğrenme fonksiyonu ise LEARNGDM olarak seçilmiştir.



**Resim 4.** Geliştirilen modelin en iyi performans değeri

Resim 4'e göre yatay ekseninde tekrar sayısı, dikey ekseninde ortalama karesel hata değeri verilmiştir. En iyi performans değeri ilk tekrarda elde edilerek 0.00063999 olarak bulunmuştur.



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

Resim 5 incelendiğinde geliştirilen modelin eğitim, doğrulama, test ve tüm değerleri ayrı ayrı verilmiştir. La Liga 2015-2016, 2016-2017 sezonları lig girdi değerleri ile YSA eğitimi 0.99441 regresyon ile gerçekleşmiştir. Kurulan 8\*1 network doğrulaması 0.99741 ile gerçekleşmiştir. Hedef olarak belirlenen değerlerin test regresyon değeri 0.99491 olarak yüksek bir geçerlilik ile belirlenmiştir. Tüm giriş regresyon değeri 0.99498 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 1. Yapay sinir ağları ile modelleme sonuçları

|    | <i>Takım sıralaması</i> | <i>Lig Normalize Değerlerinin sıralaması</i> | <i>Tahmin edilen Normalize Değerler</i> |
|----|-------------------------|--|---|
| 1  | Barcelona               | 0  | 0.00143                                 |
| 2  | Atletico Madrid         | 0.052632                                     | 0.02556                                 |
| 3  | Real Madrid             | 0.105263                                     | 0.02268                                 |
| 4  | Valencia CF             | 0.157895                                     | 0.00718                                 |
| 5  | Villarreal              | 0.210526                                     | 0.07002                                 |
| 6  | Real Betis              | 0.263158                                     | 0.01158                                 |
| 7  | Sevilla                 | 0.315789                                     | 0.10571                                 |
| 8  | Getafe                  | 0.368421                                     | 0.13411                                 |
| 9  | Eibar                   | 0.421053                                     | 0.58939                                 |
| 10 | Girona FC               | 0.473684                                     | 0.07697                                 |
| 11 | Espanyol                | 0.526316                                     | 0.75240                                 |
| 12 | Real Sociedad           | 0.578947                                     | 0.25321                                 |
| 13 | Celta de Vigo           | 0.631579                                     | 0.09266                                 |
| 14 | Deportivo Alaves        | 0.684211                                     | 0.87106                                 |
| 15 | Levante UD              | 0.736842                                     | 0.71773                                 |
| 16 | Athletic Bilbao         | 0.789474                                     | 0.30907                                 |
| 17 | Leganes                 | 0.842105                                     | 0.62928                                 |
| 18 | Deportivo La Coruna     | 0.894737                                     | 0.10602                                 |
| 19 | Las Palmas              | 0.947368                                     | 0.65520                                 |
| 20 | Malaga                  | 1  | 0.98546                                 |

YSA modeli MATLAB ile kurulmuş olup modelin performans gösterge grafikleri sunulmuştur (Şekil 3). Tabloya göre takım sıralaması sütunundaki değerlerin 0 – 1 aralığında

belirlendiği görülmektedir. YSA modellerinde kullanılan giriş ve çıkış değişkenlerinin analiz edilmesiyle ulaşılan sonuçlara göre La Liga sezon sonu lig sıralamasında yer alan takımların yüksek doğruluk oranı (% 99 üzeri) ile tahmin edildiği görülmektedir.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın amacı 8 farklı giriş değişkenine göre geliştirilen YSA modeli ile La Liga sezon sonu takım sıralamasının tahmin edilmesidir. Çalışmamızda YSA modeli geliştirilirken en doğru modelin tespit edilmesi için La Liga’da oynanmış 3 sezonda (2015/2016, 2016/2017, 2017/2018) toplam 1140 lig maçı 8 giriş değişkenine göre analiz edilmiştir. Model değerlendirmesinde 2015/2016 ve 2016/2017 sezonlarında oynanan maçlarda atılan ve yenilen goller (1. ve 2. devre) duran top golleri (atılan ve yenilen), kısa pas sayısı ve uzun pas sayısı giriş değişkenleri; 2017/2018 sezon sonu lig sıralaması ise çıkış değişkeni olarak belirlenmiştir.

Geliştirilen YSA modeli ile yapılan analiz sonuçlarına göre La Liga takım sıralaması atılan ve yenilen goller, duran top golleri, kısa ve uzun pas sayılarına göre % 99’un üzerinde doğrulukla tahmin edilmiştir. Avrupa’nın en önemli futbol liglerinden olan İspanya La Liga’da sezon sonu takım sıralamasında diğer değişkenlerle birlikte atılan ve yenilen gollerin, duran top gollerinin, kısa ve uzun pas sayılarının da sıralamada önemli unsurlar olduğu belirlenmiştir. Futbolda sezon sonu lig sıralamasının belirlenmesinde takımların performansları belirleyici unsurlardandır. Sezon boyunca takımlardaki oyuncu performansları ise oyuncuların fizyolojik, psikolojik, sağlık ve çevresel birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Dolayısıyla geliştirilen bir YSA modeli ile yapılan müsabaka analizi sonucunda takım sıralamasının doğru tahmin edilmesi, kulüp yöneticilerine ve antrenörlere sezon planlamasının yapılmasında önemli bir bilgi kaynağı sunabileceği düşünülmektedir.

Literatürde futbolda sezon sonu lig sıralamasının makine öğrenmesi yöntemi ile tahmin edilmesine yönelik çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Aka (2020) tarafından yapılan bir çalışmada Almanya futbol ligi (Bundesliga) atılan ve yenilen goller, pas sayısı ve topa sahip olma giriş değişkenlerine göre YSA modeli ile analiz edilerek sezon sonu lig sıralaması %97’nin üzerinde doğrulukla tahmin edilmiştir. Kılıç ve ark. (2020) geliştirilen YSA modeli sayesinde, Türkiye Süper Lig sezon sonu takım sıralamasını; atılan şut sayısı, top kazanma sayısı, toplam pas sayısı, gol öncesi pas sayısı, hücum pası sayısı, toplam atak süresi ve topa sahip olma toplam süresi giriş değişkenleri ile %94’ün üzerinde doğrulukla tahmin etmişlerdir. Aka ve ark. (2020) benzer bir çalışmada Türkiye Süper Lig takımlarının sezon sonu sıralamasını 1. ve 2. devre atılan gol ve yenilen gol giriş değişkenlerine geliştirilen YSA modeli ile %99’un üzerinde doğrulukla tahmin etmişlerdir. Tümer ve Koçer (2017) bir çalışmada, geliştirilen YSA modeli ile Türkiye voleybol ligi takım sıralaması, 66 müsabakada takımların maçı kendi sahasında kazanma-kaybetme ve rakip sahada kazanma-kaybetme değişkenlerine göre %98 doğruluk oranıyla tahmin edilmiştir (Tümer ve Koçer, 2017).

Yukarıda belirtilen çalışmalar ile bizim çalışmamız arasında bazı farklılıklar olduğu dikkat çekmektedir. Futbol branşını araştıran çalışmalarda farklı ülke futbol liglerinin analiz edilmesi ve giriş değişkenlerinin çalışmamızdan farklı olduğu görülmektedir. Bu farklılıklara rağmen çalışmalarda geliştirilen YSA modelleri sayesinde elde edilen yüksek doğruluk oranındaki tahminler, sonuçlarımızı desteler niteliktedir. YSA modeli ile futbolda sezon sonu lig sıralamasının tahmin edilmesine yönelik çalışma sayısının az olması sonuçlarımızın karşılaştırılmasını sınırlandırmıştır. Tümer ve Koçer (2017) tarafından yapılan çalışmanın

voleybol branşına yönelik olması ve yalnızca 66 maçın analiz edilmesine karşın çalışmamızda 1140 maçın analiz edilmiş olması dikkat çekmektedir. Sinir ağlarının eğitim safhasında veri sayısının artmasıyla daha iyi tahminlerde bulunduğu bilinmektedir (Öztemel, 2003; Arslan ve İnce, 1996). Dolayısıyla çalışmamızda elde edilen sonucun daha geniş bir veri kümesinden elde edilmiş olması sonuç güvenilirliğini artırıcı bir unsur olarak düşünülebilir.

Literatürde geliştirilen YSA modelleri ile yapılan müsabaka analizlerinde maç sonuçlarının tahmin edilmesine yönelik çalışmalar olduğu da görülmektedir. Ayyıldız (2018) basketbolda maç sonuçlarını % 90'ın üzerinde bir oranda; Igiri ve Nwachukwu (2014) futbolda maç sonuçlarını % 85 oranında; Arabzad ve ark. (2014) futbol maç sonuçlarını % 83 oranında; McCabe ve Trevathan (2008) rugby liginde galip gelen takımları %55-68 oranında; Kahn (2003) NFL futbol liginde galip gelen takımları % 75 oranında geliştirilen YSA modeli ile tahmin etmişlerdir. Literatürde yer alan çalışmalarda farklı branşlardan maç sonuçlarının, çalışmamıza göre daha düşük doğruluk oranlarında tahmin edildiği görülmektedir. Bu durumun nedeni çalışmamızda kullanılan 3 sezonda toplam 1140 maçlık geniş veri kümesi olabilir. Geliştirilen YSA modellerinin veri sayısının artmasıyla daha doğru tahminlerde bulunabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak UEFA sıralamasına göre Avrupa'da ilk sırada bulunan La Liga (UEFA, 2020), sezon sonu takım sıralaması geliştirilen YSA modeli ile yüksek doğruluk oranında (% 99 üzeri) tahmin edilmiştir. YSA modeli ile yapılan değerlendirmelere göre La Liga'da takım performansına etki eden diğer unsurların yanı sıra atılan ve yenilen goller, duran top golleri, kısa ve uzun pas sayılarının da lig sıralamasında belirleyici faktörler olduğu görülmüştür. Bu sonuç, antrenörlere hem kendi takımları hem de rakipleri hakkında önemli çıkarımlar sağlayarak antrenörlerin takımlarını teknik ve taktik yönden geliştirici tedbirler almasına yardımcı olabilir. YSA modeli ile yapılan müsabaka analizlerinde takımların performansları günlük olarak değerlendirilebileceği gibi; bir veya daha fazla yılı kapsayan geriye dönük değerlendirmelerin de yapılabileceği 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 s, 173-182.

Aka, H., Aktuğ, ZB., Kılıç, F. (2020). Türkiye süper lig sezon sonu takım sıralamasının geliştirilen yapay sinir ağları modeli ile tahmin edilmesi. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 11(3), 258-268.

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.

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.

Ayyıldız, E. (2018). Amerika Basketbol Ligi (NBA) maç sonuçlarının yapay sinir ağları ile tahmini. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 3(1), 40-53.

Baacke, H. (2005). *Voleybol Antrenmanı Üst Düzey Takımlar İçin El Kitabı 2*. Pekünlü E. (Çev). İstanbul: Çağrı Baskı.

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., Bloomfield, J., Nelsen, L., Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer: Contemporary performance measurement techniques and work rate data. *Sports Medicine*, 38(10), 839-862.
- 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.
- Kahn, J. (2003). *Neural network prediction of NFL football games*. World Wide Web Electronic Publication, 9-15.
- Kılıç, F., Aka, H., Aktuğu, ZB. (2020). Futbolda yapay sinir ağları modeli ile lig sıralaması tahmini. *International Journal of Contemporary Educational Studies*, 6(2), 379-391.
- Koç, M. L., Balas, C. E., Arslan, A. (2004). Taş dolgu dalgakıranların yapay sinir ağları ile ön tasarımı. *Teknik Dergi*, 15(4), 3351-3375.
- McCabe, A., Trevathan, J. (2008). Artificial intelligence in sports prediction. In information technology: New generations, 2008. ITNG 2008 *Fifth International Conference* (ss. 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.
- 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.
- Sağıroğlu, Ş., Beşdok, E., Erler, M. (2003). *Mühendislikte yapay zeka uygulamaları 1 / Yapay sinir ağları*. Kayseri: Ufuk Kitap Kırtasiye –Yayıncılık Tic. Ltd. Şti.
- 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.
- Sözen, A. (2009). Future projection of the energy dependency of Turkey using artificial neural network. *Energy Policy*, 37(11), 4827-4833.
- 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.
- UEFA. (2020). <https://www.uefa.com/memberassociations/uefarankings/country/#/yr/2020> [Erişim tarihi: 29.06.2020]