

SPOR BİLİMLERİ ARAŞTIRMALARI DERGİSİ



Journal of Sport Sciences Researches

<http://dergipark.gov.tr/jssr>

ISSN: 2548-0723



Spor Toto Basketbol Süper Ligi ve Turkish Airline Euroleague Basketbol Takımlarının AHS-TOPSIS Yöntemleriyle Değerlendirilmesi

Oğuzhan GEYİK¹, Tamer EREN^{2*}

¹ Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, ORCID iD: 0000-0001-8996-2515

² Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, ORCID iD: 0000-0001-5282-3138

Öz

Basketbol, dünyada en çok izlenen spor alanlarının başında gelmektedir. Ülkemizde de basketbolda en çok Spor Toto Basketbol Süper ligi ve Turkish Airline Euroleague izlenmektedir. Ülkemizin en iyi basketbol ligi aynı zamanda Avrupa'nın da en iyi ligi olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada basketbol ligindeki takımların değerlendirilmesi, çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile yapılmıştır. Kullanılan çok ölçütlü karar verme yöntemleri analitik hiyerarşi süreci (AHS) ve TOPSIS yöntemleridir. Çalışmada ilk olarak istatistikleri tutulan 10 kriter ele alınmıştır. Bu kriterler sırasıyla; şut sayısı, üçlük atma yüzdesi, serbest atış yüzdesi, hücum ribaund, savunma ribaund, asist, blok, top çalma, foul ve skordur. Kriter ağırlıkları AHS yöntemi ile belirlenmiş ve TOPSIS yöntemi ile de takımların sıralaması yapılmıştır. Uygulama olarak 2016-2017 sezonu Türkiye Spor Toto Basketbol Ligi ve Turkish Airline Euroleague seçilmiştir. Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile bulunan sıralama ile normal sezon sıralamasının birbirine yakın sonuçlar verdiği gösterilmiştir.

Orijinal Makale

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 04.01.2018

Kabul Tarihi: 21.06.2018

Online Yayın Tarihi: 30.06.2018

DOI: 10.25307/jssr.374895

Anahtar kelimeler:

Çok ölçütlü karar verme,
AHS, TOPSIS,
Basketbol ligi

Evaluation of Sports Toto Basketball Super League and Euroleague Basketball Teams with AHP-TOPSIS Methods

Abstract

Basketball is one of the most watched sports fields in the world. In our country, Sports Toto Basketball Super League and Euroleague Basketball are the most watched. Our country's best basketball league is also considered as the best league in Europe at the same time. In this study, the evaluation of the teams in the basketball league was done by multi-criteria decision-making methods. The multi-criteria decision-making methods used in the study are analytical hierarchy process (AHP) and TOPSIS methods. In the study, firstly, the ten criteria which are kept statistics are taken. These criteria are a number of shots, the percentage of three throws, the percentage of free throws, offensive rebound, defensive rebound, assist, block, steal, foul and scorch. Criterion weights were determined by the AHP method and TOPSIS method was used to rank the teams. The 2016-2017 season, Sports Toto Turkey Basketball League and Euro League of Turkish Airline are chosen for the application. It has been shown that found that the ranking and the regular season rankings gave similar results.

Original Article

Article Info

Received: 04.01.2018

Accepted: 21.06.2018

Online Published: 30.06.2018

Keywords:

Multi-Criteria Decision-Making
TOPSIS, AHP
League of Basketball

* Sorumlu Yazar: Tamer EREN, E-mail: teren@kku.edu.tr, Tel: +90 318 357 3576.

GİRİŞ

Seçenekler kümesinden, örgütlerin amaçları doğrultusunda en uygun olanın seçilme sürecine karar verme denilmektedir. Buna tanıma göre, karar verme süreci karar verici, seçenekler, ölçütler, çevresel etkiler, kara vericinin öncelikleri ve kararın sonuçları elemanlarını içermektedir. Karar verme süreçlerinde en doğru kararın verilebilmesi için Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemleri karar vericilerin alternatif araçları arasındadır. Karar vermede etkili olan kriterlerin ikili olarak karşılaştırılmasına dayanan ÇÖKV yöntemleri, sayısal veriler ile mümkün olan en iyi kararın verilmesine yardımcı olmaktadır (Evren ve Ülengin,1992).

Spor Toto Basketbol Süper Ligi ve Turkish Airline Euroleague 2016-17 sezonu takımların değerlendirilmesinde çok fazla kriter ve değişken olduğu için takımların değerlendirilmesinde TOPSIS yöntemine başvurulmuştur. Takımların değerlendirilmesinde 10 adet kriter ve 16'şar adet takım bulunmaktadır. Takımların kriter ağırlıklarının bulunmasında AHS yöntemi kullanılmıştır. Uygulama sonucundan bu takımlar için mevcut olan sıralamanın yanında tutarlı bir teorik sıra bulunmuştur. Çalışmanın ilk kısmında uygulamanın çözümün de kullanılacak olan yöntemler açıklanmıştır. İkinci kısmında spor alanında yapılan benzer çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü kısımda çalışma ile ilgili bulgular ve çözüm verilmiştir. Dördüncü ve son bölümde de sonuç ve tartışma kısmı verilmiştir.

YÖNTEM

ÇÖKV teknikleri, karar verme problemlerinde kriter (değişken) sayısının çok olduğu durumlarda kullanılmaktadır. ÇÖKV tekniklerinin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu tekniklerden bazıları; ELECTRE (Limation Et Choix Traduisant La Réalité (Elimination and Choice Expressing Reality), TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution), PROMETHEE (The Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation), ANP (Analytic Network Process), VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje), DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory), AHS, Gri İlişkisel Analiz vb.'dir. Bu çalışmada ÇÖKV tekniklerinden, takımların ağırlıklı kriterlerinin bulunması için AHS, bu ağırlıkları kullanarak sıralama bulmak için TOPSIS kullanılmıştır. Bu yöntemlerin niteliksel verileri niceliksel verilere dönüştürme kabiliyetinden yararlanılarak karar verme süreçlerinde etkin ve faydalı sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmada kullanılan yöntemlerden AHS ve TOPSIS yöntemleri ile literatürde farklı alanlarda uygulamalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları şunlardır; Geyik vd., (2016) kitap basım evi seçiminde AHS-TOPSIS yöntemlerini entegre kullanmışlardır. Özcan vd., (2017) AHS ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak hidroelektrik santrallerde bakım stratejisi seçimi yapmışlardır.

ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS)

Hepimiz hayatımızda bazı kararlar vermekteyiz. Bu kararlarda ne kadar başarılı olduğumuz, sonuçlar ile birlikte ortaya çıkmaktadır. İnsanlar kararlarını iki tür analiz ile vermektedir. Birincisi, sezgilerle yapılan otomatik analizdir. Çok hızlı gelişir ve genellikle objektif değildir. Karar vermenin ikinci yolu ise mantıksal analizdir ve muhakkak analitik bir yöntem gerektirir. Çalışmanın bu bölümünde analitik hesaplamalara ihtiyaç duyan AHS yönteminin işleyişi gösterilmektedir. Buradaki amaç, kararlarınıza analitik bir yöntemle ulaşmanıza ve böylece daha doğru kararlar almanıza yardımcı olmaktır (Varlı, 2017). AHS yöntemi 6 adımdan oluşmaktadır, bu adımlara ait tanımlamalar açıklanmıştır (Çevik, 2009):

Adım 1: Karar verme probleminin tanımlanması

Karar verme süreçlerinin ilk adımı olan problem tanımlaması iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama karar noktalarının saptanması aşamasıdır. Bu aşamada karar süreci kaç sonuç üzerinden değerlendirecektir sorusu cevaplanmaktadır. İkinci aşama ise karar noktalarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi aşamasıdır. Bu çalışmada karar noktalarının sayısı m , karar noktalarını etkileyen faktör sayısı ise n ile sembolize edilmiştir. Karar noktalarını etkileyen faktörlerin doğru sayıda belirlenmesi ve aynı zamanda bu faktörlerin tanımlanmasının doğru olarak yapılması ikili karşılaştırmaların tutarlı ve mantıklı yapılabilmesi açısından çok önemlidir.

Adım 2: Faktörler arası ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması

Faktörler arası karşılaştırma matrisi, $n \times n$ boyutlu bir kare matristir. Bu matrisin köşegeni üzerindeki matris bileşenleri 1 değerini almaktadır. Karşılaştırma matrisi eşitlik (1)'de gösterilmiştir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Karşılaştırma matrisinin köşegeni üzerindeki bileşenler, yani $i=j$ olduğunda, 1 değerini alır. Çünkü, ilgili faktörün kendisi ile karşılaştırılması mümkün değildir. Faktörlerin karşılaştırılması, birbirlerine göre sahip oldukları önem değerlerine göre birebir ve karşılıklı yapılmaktadır. Faktörlerin birebir karşılıklı karşılaştırılmasında Tablo 1'deki önem skalası kullanılmaktadır. Örneğin birinci faktör üçüncü faktöre göre karşılaştırmayı yapan tarafından daha önemli görünüyorsa, bu durumda karşılaştırma matrisinin birinci satır üçüncü sütun bileşeni ($i=1, j=3$) değerini almaktadır. Aksi durumda, birinci faktörün üçüncü faktörle karşılaştırılmasında, daha önemli tercihi üçüncü faktörden yana kullanılacaksa bu durumda karşılaştırma matrisinin birinci satır üçüncü sütun bileşeni $1/3$ değerini almaktadır. Aynı karşılaştırmada birinci faktörle üçüncü faktörün karşılaştırılmasında faktörler eşit öneme sahip

oldukları yönünde tercih kullanılıyorsa, bu durumda bileşen 1 değerini almaktadır. Karşılaştırmalar, karşılaştırma matrisinin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üstünde kalan değerler için yapılmaktadır. Köşegenin altında kalan bileşenler için ise doğal olarak eşitlik (2)'deki formülü kullanmak yeterli olmaktadır.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (2)$$

Yukarıda verilen örnek dikkate alınır, karşılaştırma matrisinin birinci satır üçüncü sütun bileşeni (i=1, j=3) değerini alıyorsa, karşılaştırma matrisinin üçüncü satır birinci sütun bileşeni (i=3, j=1), (2) formülünden 1/3 değerini alacaktır.

Tablo 1. Önem Skalası

Önem ölçüğü	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	İki seçenek eşit derecede öneme sahiptir.
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmaktadır.
5	Kuvvetli derece önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmaktadır.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmaktadır.
9	Kesin önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerlerdir.

Adım 3: Faktörlerin yüzde önem dağılımlarının belirlenmesi

Karar problemini etkileyen faktörlerin birbirine göre önem derecelerini belirlerken kullanılan karşılaştırma matrislerinin sütun vektörlerinden yararlanılır. Daha sonra n adet ve n bileşenli B sütun vektörü oluşturulur.

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix} \quad (3)$$

B sütun vektörlerinin hesaplanmasında eşitlik (4)'teki formülden yararlanılmıştır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (4)$$

Bahsedilen adımlar bütün değerlendirme faktörleri için tekrarlanır. Faktör sayısı kadar B sütun vektörü elde edilmektedir. n adet B sütun vektörü, bir matris formatında bir araya getirildiğinde ise eşitlik (7)'de gösterilen C matrisi oluşturulmaktadır.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nm} \end{bmatrix} \quad (7)$$

(7) eşitliğinde verilen C matrisi kullanılarak, faktörlerin birbirine göre önem derecelerini gösteren yüzde önem dağılımları hesaplanır. Bunun için eşitlik (7)'deki formülde gösterildiği gibi C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır. Daha sonra öncelik vektörü olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilmektedir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (8)$$

W vektörü eşitlik (9)'da gösterilmiştir.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (9)$$

Adım 4: Faktör kıyaslamalarındaki tutarlılık ölçülmesi

Sonuçların gerçekçi olduğunu gösterebilmek için karar vericinin yaptığı birebir karşılaştırmalarda tutarlılık oranı hesaplanmaktadır. Adım 4'e göre elde edilen tutarlılık oranı (CR) ile, faktör sayısı ile temel değer (λ) adı verilen bir karşılaştırma süreci gerçekleştirilmektedir. Bu tutarlılık oranı ile karşılaştırma matrislerinin geçerliliği test edilebilmektedir. Temel değer elde edilebilmesi için, A karşılaştırma matrisi ile W öncelik matrisinin çarpımı sonucu D sütun vektörü hesaplanmaktadır.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (10)$$

Eşitlik (10)'da verilen formülde tanımlandığı gibi, D sütun vektörü ile W sütun vektörünün herbir elemanının bölümü ile temel değer (E) hesaplanmaktadır. Bu temel değer herbir değerlendirme faktörü ile ilişkilidir. Eşitlik (12)'deki formül karşılaştırmaya ilişkin temel değeri (λ) vermektedir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (12)$$

λ Hesaplandıktan sonra tutarlılık göstergesi (CI), eşitlik (13)'deki formülden yararlanarak hesaplanabilmektedir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (13)$$

Son aşamada ise CI, random gösterge (RI) olarak adlandırılan ve Tablo 2'de gösterilen standart düzeltme değerine bölünerek eşitlik (14)'deki formül ile CR elde edilmektedir.

Tablo 2. RI değerleri

N	RI	N	RI
1	0	8	1.41
2	0	9	1.45
3	0.58	10	1.49
4	0.90	11	1.51
5	1.12	12	1.48
6	1.24	13	1.56

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (14)$$

Eşitlik (14) sonucu elde edilen CR değeri 0.10'dan küçük olması durumunda karar vericilerin yaptıkları karşılaştırma matrislerinin tutarlı olduğu yorumu yapılmaktadır. CR değerinin bu orandan büyük olması durumunda tutarsızlık olduğu görülür ve karar vericiler tekrar hesaplama süreçlerine dönerek hesaplama adımlarını tekrarlar.

Adım 5: Her bir faktör için, m karar noktasındaki yüzde önem dağılımlarının bulunması

Bu adımda her ir faktör açısından karar noktalarının yüzde önem dağılımları hesaplanmaktadır. Yani, yapılan karşılaştırma ve matris işlemleri faktör sayısı kadar (n kez) tekrarlanmaktadır.

Bu kez, her bir faktör açısından karar noktalarında kullanılacak G karşılaştırma matrisi $m \times n$ boyuttadır. Bu karşılaştırma işlemlerinden sonra yüzde dağılımları gösteren S sütun vektörü elde edilmektedir. Bu sütun vektörleri eşitlik (15)'te tanımlanmıştır:

$$S_i = \begin{bmatrix} s_{11} \\ s_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ s_{m1} \end{bmatrix} \quad (15)$$

Adım 6: Karar noktalarındaki sonuç dağılımının bulunması

Bu adımda, S sütun vektöründen elde edilen $m \times n$ boyutlu K karar matrisi oluşturulur. Karar matrisi eşitlik (16)'da tanımlanmıştır:

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \quad (16)$$

Daha sonra eşitlik (17) kullanılarak W sütun vektörü ve karar matrisi çarpımından m elemanlı L sütun vektörü elde edilir. L sütun vektörü karar noktalarının yüzde dağılımını vermektedir. Vektör elemanlarının değerlerinin toplamı ise 1 sayısını vermelidir. Bu dağılım aynı zamanda karar noktalarının önem sırasını da göstermektedir (Saaty, 1996).

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ l_{m1} \end{bmatrix} \quad (18)$$

TOPSIS YÖNTEMİ

Yöntem, Yoon ve Hwang (1981) tarafından 1981 yılında geliştirilmiştir. TOPSIS yöntemi temeli ELECTRE yönteminin yaklaşımlarına dayanmaktadır. Yöntemin adımları, karar noktalarının ideal çözümüne yakınlığına göre ilerletilmektedir. 6 adımdan oluşan çözüm sürecinde ilk iki adım ELECTRE yöntemi ile aynıdır. Aşağıda TOPSIS yönteminin adımları tanımlanmıştır (Öktür, 2008):

Adım 1: Karar matrisinin (A) oluşturulması

Üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları satırlarda, karar vermede kullanılacak değerlendirme faktörleri sütunlarda yer alan bir karar matris yapısı oluşturulmaktadır. A ile adlandırılan bu karar matris yapısı karar vericiler tarafından oluşturulmaktadır ve başlangıç matrisidir. Karar matrisi A_{ij} matrisinde m karar noktası sayısını, n değerlendirme faktörü sayısını verir.

Adım 2: Standart karar matrisinin (R) oluşturulması

Standart Karar Matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanarak ve eşitlik (19)'daki formül kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (19)$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış Normalize Matrisin Elde Edilmesi

Normalize matris içerisindeki her bir değer w_{ij} ile ifade edilen bir değerle ağırlıklandırılmaktadır. Bu işlem ile TOPSIS yönteminin subjektif yönü ön plana çıkmaktadır. Çünkü ağırlıklandırma işlemi faktörlerin önem derecesine göre yapılmaktadır. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken şey ağırlıklarının toplamının 1'e eşit olması gerektiğidir. Yani $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ olmaktadır. Normalize matris ile elde edilen n_{ij} değerleri w_{ij} ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize matris (V matrisi) elde edilmektedir.

Adım 4: İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerlerinin Elde Edilmesi

V matrisi elde edildikten sonra, problemin yapısına göre ideal çözüm değerleri elde edilmektedir. Problem yapısı maksimizasyon ise her bir sütuna ait maksimum değerler ve minimum değerler, minimizasyon ise bu ifadelerin tam tersi değerler dikkate alınır. Bu değerler ideal çözüm değerleri olarak ifade edilmektedir. İdeal ve negatif ideal çözüm değerlerinin elde edilmesi ile ilgili notasyon aşağıdaki gibi gösterilmiştir;

İdeal çözüm değerleri içim ideal çözüm setinin bulunması eşitlik (20)'de gösterilmiştir:

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} | j \in J), (\min_i v_{ij} | j \in J') \right\} \quad (20)$$

formülünden hesaplanacak set $A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$ şeklinde gösterilmektedir.

Gerek ideal gerekse negatif ideal çözüm seti, değerlendirme faktörü sayısı yani m elemandan oluşmaktadır.

Negatif ideal çözüm değerleri, negatif ideal çözüm setinin bulunması eşitlik (21)'de gösterilmiştir:

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad (21)$$

formülünden hesaplanacak set $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$ şeklinde gösterilmektedir.

Her iki formülde de J fayda (maksimizasyon), J' ise kayıp (minimizasyon) değerini göstermektedir.

Adım 5: Ayırım ölçülerinin hesaplanması

İdeal ve negatif ideal çözüm setlerinden sapmalarının bulunabilmesi için Euclidian Uzaklık Yaklaşımından yararlanılmaktadır. Bu yaklaşım ile her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktörlerinin çözüm setlerinden sapmaları hesaplanmaktadır. Elde edilen bu sapma değerleri ise İdeal Ayırım (S_i^*) ve Negatif İdeal Ayırım (S_i^-) Ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. İdeal ayırım (S_i^*) ölçüsünün hesaplanması eşitlik (22)'deki formülde, negatif ideal ayırım (S_i^-) ölçüsünün hesaplanması ise eşitlik (23)'teki formülde gösterilmektedir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (22)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (23)$$

Burada hesaplanacak S_i^* ve S_i^- sayısı doğal olarak karar noktası sayısı kadar olacaktır.

Adım 6: İdeal çözüme görelî yakınlığın hesaplanması

Her bir karar noktasının ideal çözüme görelî yakınlığının (C_i^*) hesaplanması aşamasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılmaktadır. Burada negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payı ifade edilmektedir. İdeal çözüme görelî yakınlık değerinin hesaplanması eşitlik (24)'te gösterilmektedir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (24)$$

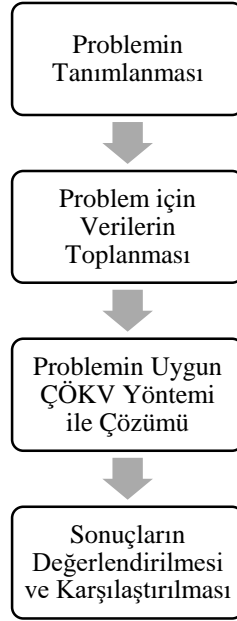
Burada C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında değer alır ve $C_i^* = 1$ ilgili karar noktasının ideal çözüme, $C_i^* = 0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını göstermektedir (Özder vd., 2015).

LİTERATÜRDE YER ALAN ÇALIŞMALAR

Uygulama yapılan çalışmada kullanılan ÇÖKV yöntemlerinden AHS ve TOPSIS ile ilgili ve spor dallarıyla ilgili literatürde yapılan çalışmalar aşağıdaki gibidir. Berri (1999), 1997-98 yılı NBA (National Basketball League) takımlarının istatistiklerini kullanarak ekonometrik açıdan incelemiştir. Berry ve Schmidt (2002) yaptıkları çalışma ile Amerikan basketbol liginde performans ölçüleme kriterlerinin yetersizliğini savunarak basketbolda takım performansına ilişkin kullanılan temel değişkenlerin sayısını arttırmışlardır. Trninic vd., (2002) basketbolda performans değerlendirmesine ilişkin önceki çalışmaları incelemiştir. Çalışmalarında, ayrıca basketbol oyuncularının fiili performans değerlendirmesi için bir sistem kullanmıştır. Fort ve Maxcy (2003), rekabetçi ağırlıklı spor liglerinde dengenin bağlı olduğu kriterler ile ilgili literatür taraması yapmıştır. Hughes (2004), yaptığı çalışmada geri beslemenin performans üzerindeki geliştirici etkisini performans ve uygulama kuvvetli bir analiz sürecine tabi tutularak güvenilir olmasını konu almıştır. Ballı (2005), karmaşık karar problemleri için karar verme konusunu ele almış ve basketbol oyununa uygulamış, karar destek sistemi ile konu daha da pekiştirilmiştir. Berri vd., (2005) yaptıkları çalışmada, takımlar için tutulan istatistiklerin zaman etkisi ile bağlantısı araştırılmıştır. Stern vd., (2006) AHS yöntemi ile 11 İsrail basketbol takımının sıralamasını bulmuşlar ve sezon sonunda gerçek sıralamaya göre oynanmıştır. Romanowich vd. (2007) şut ve 3'lük atış oranlarının takviye miktarlarını incelemek için eşleştirme kanunu yöntemini kullanmışlardır. Sanchez vd. (2007) basketbol takımı performansını belirleyen anahtar faktörlerin görece önemini ampirik olarak değerlendirmeye çalışmışlardır. Isik ve Gencer (2007), Beko Basketbol Ligi 2006-07 normal sezonda Türkiye bünyesinde yer alan ekiplerin, ev dışı alanlarındaki teknik performanslarını değerlendirmişlerdir. Hoon ve Berri (2008) yaptıkları çalışmada NBA de oynayan oyuncuların değerlendirme faktörü olarak sadece yeteneğin yeterli olmadığını zamansal model varsayımına sahip zamanla değişen stokastik sınır modellerini kullanarak yapmışlardır. Cooper (2009) İspanyol Basketbol ligindeki oyunculara veri zarflama analizi ve sıfır ağırlıklı profil prosedürü kullanmıştır. Rimler (2009) değerlendirmek için markov zinciri monte carlo tahminini ve analiz için Bayesian analizi kullanarak 2005-06 sezonunda atlantik takımında oynayan oyuncular için Teknik verimlilik hesaplamıştır. Winston (2009), "Mathletics" başlıklı kitabında Beyzbol, futbol ve basketbol gibi büyük spor dallarında, Amerika'daki oyuncuları ve oyun stratejisini daha iyi değerlendirmek için büyük bir sağduyu kaynağı ile birleştirmiştir. Fernandez vd., (2009) Takımların istatistiklerinin incelenmesi ve spor psikolojisinin değerlendirilmesi için gözlemsel metodoloji kullanmışlardır. Diğer bir çalışmada Özbek ve Eren (2013), hizmet sağlayıcı seçimi için AHS ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Acun ve Eren (2015) ise çalışmalarında Spor Toto Süper Lig'de 2014-2015 sezonunda gol krallığında yarışan 6 futbolcunun performanslarını ÇÖKV yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. Çalışmada ÇÖKV yöntemlerinden AHS ve VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır. Çetin ve Eren (2016), Türkiye erkek milli basketbol takımının eurobasket 2015 için oyun kurucu seçimini AHS, TOPSIS, ELECTRE yöntemleri ile çözmüşlerdir.

BULGULAR

Uygulamanın akış şeması Şekil 1'deki gibidir.



Şekil 1. Akış şeması

Problemin Tanımlanması

TBF (Türkiye Basketbol Federasyonu) içerisindeki ligler arasında en büyük ilgiyi ve takımı bulunduran Turkish Airline Euroleague ve Spor Toto Basketbol Süper Ligi büyük önem taşımaktadır. Avrupa, Türkiye ve birçok ülkenin takip ettiği bu ligler 16'şar takımdan oluşmaktadır. Son yıllarda büyük gelişme kaydetmiş ve gelişmekte olan bu ligler Dünya ve Türkiye'deki en iyi takımların oynadığı ligler haline gelmiştir. Liglerin büyümesi liglerde rekabet içerisinde olan takımlar açısından da belirli zorluklar getirmeye başlamıştır. Ligler yönetimi ve takımların elde ettikleri veriler sayesinde her takım kendini geliştirmek için bu verileri kullanmaya başlamıştır. Maçlardan toplanan veriler, rakip takımlar hakkında bilgi sahibi olmak, çeşitli stratejiler oluşturmak ve avantaj sağlamak için kullanılmak istenmiştir. Basketbol spor dalı olarak birçok kritere sahiptir. Bu kriterler oyuncuların performansının yanında takım içindeki uyumu, oyuna hakimiyeti ve takıma kazandırdıkları ile değerlendirilir. Basketbol bir takım oyunu olduğundan takımlar bir plana uymalı ve maçı ortak ilerletmelidirler.

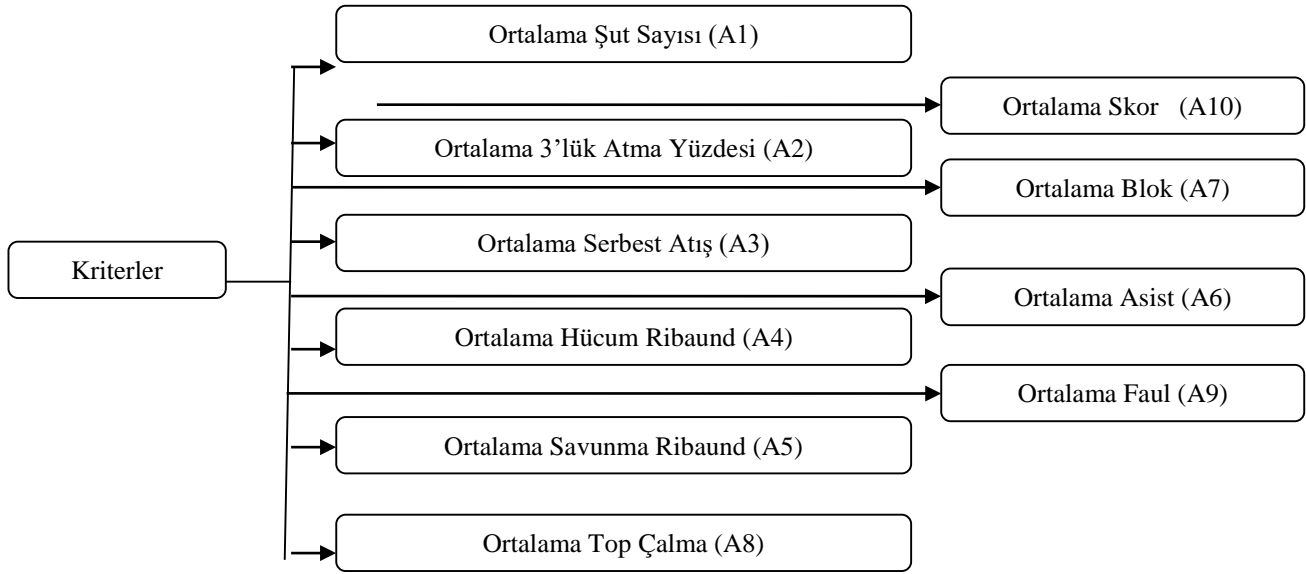
Spor Toto Basketbol Süper Liginde ve Turkish Airline Euroleague'de karşılaşan 16 takımın 10 adet kriterle değerlendirilip mevcut olan sıralamanın yanı sıra teorik olarak TOPSIS yöntemiyle tutarlı ve güvenilir bir sıralama bulmak amaçlanmıştır.

Verilerin Toplanması

Bütün takımların 2016-17 sezonu verileri Spor Toto Basketbol Süper Ligi resmi internet sitesi ve TBF Turkish Airline Euroleague internet sitesi veri tabanı üzerinden alınmıştır. Ağırlıklar AHS yöntemi ile bulunmuştur.

Problemin Çözümü

Şekil 2’de AHS yöntemine göre kurulmuş olan problemin hiyerarşik yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2. Problemin hiyerarşik yapısı

AHS Uygulaması

Uygulamada AHS yöntemi, kriterlerin ağırlıklarının bulunması için kullanılmıştır.

Adım 1: Karar verme problem olan TBF da bulunan Spor Toto Basketbol Süper Liginde ve Turkish Airline Euroleague için ağırlık bulunmasıdır.

Adım 2: Faktörler arası karşılaştırma matrisi Tablo 3’de oluşturulmuştur.

Tablo 3. Kriterlerin karşılaştırma matrisi

Kriterler	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
A1	1	1/5	3	4	5	3	2	5	7	1/3
A2	5	1	1/6	6	7	4	3	7	9	1/5
A3	1/3	6	1	2	3	2	1	1/3	5	1
A4	1/6	1/4	1/2	1	1/2	2	1	1/2	3	1/5
A5	1/5	1/7	1/3	2	1	2	1	1/3	3	1/5
A6	1/3	1/4	1/2	1/2	1/2	1	1/2	3	3	1/7
A7	1/2	1/3	1	1	1	2	1	1/5	3	1/7
A8	1/5	1/7	3	2	3	1/3	5	1	5	1/7
A9	1/7	1/9	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/5	1	1/9
A10	3	5	1	5	5	7	7	7	9	1

Her kriterin birbiri ile karşılaştırıldığı ve değerlendirildikleri matris Tablo 3’te gösterilmiştir.

Adım 3: Faktörlerin yüzde önem dağılımlarının belirlenmesi

$$B = \begin{pmatrix} 0,141 \\ 0,190 \\ 0,130 \\ 0,041 \\ 0,045 \\ 0,043 \\ 0,049 \\ 0,094 \\ 0,016 \\ 0,252 \end{pmatrix}$$

B matrisi Tablo 1'deki veriler ve eşitlik (3)'deki, eşitlik (4)'deki formülleri kullanılarak bulunmuştur. Yöntem sonuca kadar devam ettirilmemiş olup sadece ağırlıkların bulunması için kullanılmıştır.

TOPSIS Uygulaması

Adım 1: Karar matrisi oluşturulmuş ve Tablo 4 ve Tablo 5'te takımların listesi verilmiştir.

Tablo 4. Spor Toto Basketbol Süper Ligindeki takımlar ve kısaltmaları

Takımlar	Kısaltması	Takım	Kısaltması
Fenerbahçe	FB	Pinar Karşıyaka	PK
Beşiktaş Sompö Japan	BS	İstanbul Bbsk	İB
Anadolu Efes	AE	Yeşilgiresun Belediyespor	YG
Darüşşafaka Doğuş	DK	Trabzonspor Medical Park	TS
Banvit	BN	Demir İ. Büyükçekmece	Dİ
Galatasaray Odeabank	GO	Muratbey Uşak	MU
Gaziantep Basketbol	GB	Best Balıkesir	BB
Tofaş	TF	H.A. Ted Ankara Kolejliler	TA

Tablo 5. Turkish Airline Euroleague'deki takımlar ve kısaltmaları

Takımlar	Kısaltması	Takımlar	Kısaltması
Real Madrid	RM	Zalgiris Kaunas	ZK
CSKA Moscow	CM	EA7 Emporio Armani Milan	AM
Baskonia Vitoria Gasteiz	BG	Unics Kazan	UK
Anadolu Efes İstanbul	AE	Maccabi FOX Tel Aviv	MF
Fenerbahçe İstanbul	FB	Darussafaka Doğus İstanbul	DD
Galatasaray Odeabank İstanbul	GO	Panathinaikos Superfoods Athens	PS
Brose Bamberg	BB	FC Barcelona Lassa	FC
Olympiacos Piraeus	OP	Crvena Zvezda mts Belgrade	CZ

İlerleyen tablolarda düzenli bir görüntünün oluşması ve daha rahat bir şekilde takip edilebilmesi için Spor Toto Basketbol Süper Liginde ve Turkish Airline Euroleague takımlarının Tablo 4 ve Tablo 5'te adları ve kısaltmaları verilmiştir.

Tablo 6. Takımların kısıt verileri (karar matrisi) (Spor Toto Basketbol Süper Ligi)

Kriter Takım	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
AE	0.598	0.407	0.778	8.92	24.7	20.3	3.17	6.87	20.4	85.5
BN	0.561	0.369	0.665	11.7	24.0	18.4	2.25	7.53	19.5	82.5
BB	0.514	0.332	0.753	10.8	22.2	14.8	1.73	6.93	21.2	78.2
BS	0.529	0.361	0.717	11.5	26.0	17.9	2.55	6.85	20.4	81.6
DB	0.550	0.371	0.753	10.4	25.5	17.3	1.91	5.65	20.4	82.2
Dİ	0.542	0.337	0.718	8.93	24.3	16.6	1.56	6.36	19.9	77.4
FB	0.598	0.407	0.778	8.92	24.7	20.3	3.17	6.87	20.4	85.5
GO	0.531	0.395	0.728	9.27	23.7	18.3	3.63	6.87	18.8	79.0
GB	0.543	0.344	0.758	9.71	25.4	18.4	1.75	7.43	22.0	79.8
İB	0.532	0.337	0.709	10.3	23.5	17.8	1.60	7.70	20.8	76.8
MU	0.509	0.342	0.72	11.6	24.4	16.9	2.16	6.43	21.6	81.0
PK	0.532	0.348	0.758	9.90	23.7	17.2	2.23	7.50	20.6	80.1
TA	0.455	0.299	0.724	9.90	23.1	13.0	1.86	6.63	19.4	70.5
TF	0.577	0.368	0.688	9.03	23	20.7	1.53	7.53	20.8	81.6
TS	0.557	0.307	0.772	9.80	23.4	19.3	2.76	7.16	18.8	79.8
YG	0.523	0.339	0.728	11.3	25.0	15.1	1.96	7.43	21.9	79.4

Resmi web sayfasından alınan veriler Tablo 6 ve Tablo 7’de toplanmıştır. Burada her takım için kendi istatistikleri üzerinden 2016-2017 sezonundaki değerleri alınmıştır. Böylece analiz genel olmaktan çıkıp sezonluk bir analiz haline gelmiştir. Tablo 6 ve Tablo 7’de oluşturulan karar matrisleri verilmiştir.

Tablo 7. Takımların kısıt verileri (karar matrisi) (Turkish Airline Euroleague)

Kriter Takım	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
AE	84.30	0.503	0.348	0.748	12.70	22.90	18.50	7.06	3.30	18.89
BG	81.50	0.533	0.348	0.761	11.13	25.60	17.96	6.63	3.06	21.1
BB	79.90	0.548	0.402	0.783	7.430	24.13	18.23	5.46	2.73	21.93
CZ	73.63	0.501	0.331	0.75	9.230	22.13	16.33	9.03	1.63	20.23
CM	87.30	0.555	0.403	0.816	9.460	24.03	20.39	7.06	3.30	22.16
DD	79.90	0.483	0.374	0.720	12.00	23.13	14.30	6.46	2.46	20.0
AM	80.73	0.525	0.350	0.753	11.30	22.13	17.43	7.03	1.53	22.0
FC	71.36	0.485	0.378	0.737	9.400	24.43	17.23	7.06	2.03	18.43
FB	76.20	0.516	0.383	0.757	9.100	23.5	17.13	6.73	3.20	19.46
GO	78.16	0.509	0.405	0.724	9.330	22.53	19.53	6.2	3.90	18.76
MF	78.03	0.519	0.392	0.726	8.660	25.43	17.56	5.43	1.76	20.2
OP	77.93	0.522	0.335	0.740	11.70	25.36	15.2	6.26	3.33	19.66
PS	77.53	0.509	0.360	0.714	9.860	24.06	15.30	7.46	3.23	19.89
RM	86.16	0.570	0.375	0.774	11.16	25.50	20.60	7.00	2.93	20.7
UK	76.59	0.500	0.367	0.795	10.66	22.73	15.73	5.43	2.70	19.16
ZK	78.33	0.520	0.389	0.794	11.06	22.83	19.03	4.93	1.83	23.3

Adım 2: Karar Matrisinin Standardize Edilmesi

Tablo 8. Standardize karar matrisi (Spor Toto Basketbol Süper Ligi)

Kriter Takım	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
AE	0.276	0.286	0.265	0.219	0.255	0.286	0.341	0.245	0.250	0.267
BN	0.259	0.260	0.226	0.288	0.248	0.259	0.242	0.269	0.261	0.257
BB	0.237	0.234	0.256	0.266	0.230	0.208	0.186	0.247	0.240	0.244
BS	0.244	0.254	0.244	0.283	0.269	0.252	0.274	0.245	0.250	0.255
DB	0.254	0.261	0.256	0.256	0.264	0.244	0.205	0.202	0.250	0.257
Dİ	0.250	0.237	0.244	0.220	0.251	0.234	0.168	0.227	0.256	0.242
FB	0.276	0.286	0.265	0.219	0.255	0.286	0.341	0.245	0.250	0.267
GO	0.245	0.278	0.248	0.228	0.245	0.258	0.390	0.245	0.271	0.247
GB	0.251	0.242	0.258	0.239	0.263	0.259	0.188	0.265	0.231	0.249
İB	0.246	0.237	0.241	0.253	0.243	0.251	0.172	0.275	0.245	0.240
MU	0.235	0.241	0.245	0.285	0.252	0.238	0.232	0.230	0.236	0.253
PK	0.246	0.245	0.258	0.243	0.245	0.242	0.240	0.268	0.247	0.250
TA	0.210	0.210	0.246	0.243	0.239	0.183	0.200	0.237	0.262	0.220
TF	0.266	0.259	0.234	0.222	0.238	0.291	0.165	0.269	0.245	0.255
TS	0.257	0.216	0.263	0.241	0.242	0.272	0.297	0.256	0.271	0.249
YG	0.241	0.239	0.248	0.278	0.258	0.213	0.211	0.265	0.233	0.248

Tablo 6'daki veriler eşitlik (19)'daki formül ile standardize edilmistir ve Tablo 8'de gösterilmiştir. Tablo 8'de faul dışındaki bütün kriterler pozitif olduğu için faul 1/x olarak hesaplanmıştır.

Tablo 9. Standardize karar matrisi (Turkish Airline Euroleague)

Kriter Takım	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
AE	0.266	0.242	0.234	0.247	0.307	0.241	0.263	0.266	0.298	0.231
BG	0.257	0.257	0.234	0.252	0.269	0.269	0.255	0.249	0.276	0.258
BB	0.252	0.264	0.270	0.259	0.179	0.253	0.259	0.205	0.246	0.269
CZ	0.232	0.241	0.223	0.248	0.223	0.232	0.232	0.340	0.147	0.248
CM	0.275	0.267	0.271	0.270	0.229	0.252	0.289	0.266	0.298	0.271
DD	0.252	0.233	0.251	0.238	0.290	0.243	0.203	0.243	0.222	0.245
AM	0.254	0.253	0.235	0.249	0.273	0.232	0.247	0.264	0.138	0.270
FC	0.225	0.234	0.254	0.244	0.227	0.257	0.245	0.266	0.183	0.226
FB	0.240	0.249	0.257	0.250	0.220	0.247	0.243	0.253	0.289	0.238
GO	0.246	0.245	0.272	0.239	0.225	0.237	0.277	0.233	0.352	0.230
MF	0.246	0.250	0.264	0.240	0.209	0.267	0.249	0.204	0.159	0.247
OP	0.246	0.251	0.225	0.245	0.283	0.266	0.216	0.236	0.300	0.241
PS	0.244	0.245	0.242	0.236	0.238	0.253	0.217	0.281	0.291	0.244
RM	0.272	0.275	0.252	0.256	0.270	0.268	0.292	0.263	0.264	0.254
UK	0.241	0.241	0.247	0.263	0.257	0.239	0.223	0.204	0.243	0.235
ZK	0.247	0.250	0.261	0.263	0.267	0.240	0.270	0.185	0.165	0.285

Tablo 7'deki veriler eşitlik (19)'daki formül ile standardize edilmistir ve Tablo 9'da gösterilmiştir. Tablo 9'da faul dışındaki bütün kriterler pozitif olduğu için faul 1/x olarak hesaplanmıştır.

Adım 3: Ağırlıklandırılmış normalize tablolar Tablo 10 ve Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 10. Ağırlıklandırılmış karar matrisi (Spor Toto Basketbol Süper Ligi)

Kriter Takım	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
AE	0.039	0.055	0.035	0.009	0.011	0.012	0.017	0.023	0.004	0.067
BN	0.037	0.049	0.030	0.012	0.011	0.011	0.012	0.025	0.004	0.065
BB	0.033	0.045	0.033	0.011	0.010	0.009	0.009	0.023	0.004	0.061
BS	0.034	0.048	0.032	0.012	0.012	0.011	0.013	0.023	0.004	0.064
DB	0.036	0.050	0.033	0.011	0.012	0.010	0.010	0.019	0.004	0.065
Dİ	0.035	0.045	0.032	0.009	0.011	0.010	0.008	0.021	0.004	0.061
FB	0.039	0.055	0.035	0.009	0.011	0.012	0.017	0.023	0.004	0.067
GO	0.035	0.053	0.032	0.009	0.011	0.011	0.019	0.023	0.004	0.062
GB	0.035	0.046	0.034	0.010	0.012	0.011	0.009	0.025	0.004	0.063
İB	0.035	0.045	0.032	0.010	0.011	0.011	0.008	0.026	0.004	0.060
MU	0.033	0.046	0.032	0.012	0.011	0.010	0.011	0.022	0.004	0.064
PK	0.035	0.047	0.034	0.010	0.011	0.010	0.012	0.025	0.004	0.063
TA	0.030	0.040	0.032	0.010	0.011	0.008	0.010	0.022	0.004	0.055
TF	0.038	0.049	0.031	0.009	0.011	0.012	0.008	0.025	0.004	0.064
TS	0.036	0.041	0.034	0.010	0.011	0.012	0.014	0.024	0.004	0.063
YG	0.034	0.045	0.032	0.012	0.012	0.009	0.010	0.025	0.004	0.062

AHS yönteminden elde edilen w değerleri;

$$w = \{0.1409, 0.1904, 0.1305, 0.0412, 0.0446, 0.0427, 0.0486, 0.0936, 0.0157, 0.2518\}$$

Tablo 10'daki veriler, Tablo 8 ve AHS yönteminden bulunan ağırlıklarla (w) çarpılarak elde edilmiştir.

Tablo 11. Ağırlıklandırılmış karar matrisi (Turkish Airline Euroleague)

Takım \ Kriter	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
AE	0.266	0.242	0.234	0.247	0.307	0.241	0.263	0.266	0.298	0.231
BG	0.257	0.257	0.234	0.252	0.269	0.269	0.255	0.249	0.276	0.258
BB	0.252	0.264	0.270	0.259	0.179	0.253	0.259	0.205	0.246	0.269
CZ	0.232	0.241	0.223	0.248	0.223	0.232	0.232	0.340	0.147	0.248
CM	0.275	0.267	0.271	0.270	0.229	0.252	0.289	0.266	0.298	0.271
DD	0.252	0.233	0.251	0.238	0.290	0.243	0.203	0.243	0.222	0.245
AM	0.254	0.253	0.235	0.249	0.273	0.232	0.247	0.264	0.138	0.270
FC	0.225	0.234	0.254	0.244	0.227	0.257	0.245	0.266	0.183	0.226
FB	0.240	0.249	0.257	0.250	0.220	0.247	0.243	0.253	0.289	0.238
GO	0.246	0.245	0.272	0.239	0.225	0.237	0.277	0.233	0.352	0.230
MF	0.246	0.250	0.264	0.240	0.209	0.267	0.249	0.204	0.159	0.247
OP	0.246	0.251	0.225	0.245	0.283	0.266	0.216	0.236	0.300	0.241
PS	0.244	0.245	0.242	0.236	0.238	0.253	0.217	0.281	0.291	0.244
RM	0.272	0.275	0.252	0.256	0.270	0.268	0.292	0.263	0.264	0.254
UK	0.241	0.241	0.247	0.263	0.257	0.239	0.223	0.204	0.243	0.235
ZK	0.247	0.250	0.261	0.263	0.267	0.240	0.270	0.185	0.165	0.285

AHS yönteminden elde edilen w değerleri;

$$w = \{0.1409, 0.1904, 0.1305, 0.0412, 0.0446, 0.0427, 0.0486, 0.0936, 0.0157, 0.2518\}$$

Tablo 11 deki veriler Tablo 9 ve AHS yönteminden bulunan ağırlıklarla (w) çarpılarak elde edilmiştir.

Adım 4: İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerlerinin Elde Edilmesi

Eşitlik (20) ve eşitlik (21)'deki formüller kullanılarak negatif ve pozitif ideal çözümler bulunmuştur.

Basketbol ligi:

$$A^+ = \{0.0389 \ 0.0545 \ 0.0345 \ 0.0119 \ 0.0120 \ 0.0124 \ 0.0190 \ 0.0257 \ 0.0043 \ 0.0672 \}$$

$$A^- = \{0.0296 \ 0.0401 \ 0.0295 \ 0.0090 \ 0.0102 \ 0.0078 \ 0.0080 \ 0.0189 \ 0.0036 \ 0.0554 \}$$

Turkish Airline Euroleague:

$$A^+ = \{0.0388 \ 0.0523 \ 0.0355 \ 0.0111 \ 0.0137 \ 0.0115 \ 0.0142 \ 0.0318 \ 0.0055 \ 0.0719 \}$$

$$A^- = \{0.0317 \ 0.0443 \ 0.0290 \ 0.0097 \ 0.0080 \ 0.0099 \ 0.0099 \ 0.0174 \ 0.0022 \ 0.0568 \}$$

Adım 5 ve 6: Ayrım ölçüleri ve ideale çözüme göreli yakınlık değerleri Tablo 12 ve Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 12. Ayrım ölçüleri C ideal çözüm değerleri (Spor Toto Basketbol Süper Ligi)

Takımlar	S+	S-	C
Anadolu Efes	0.005	0.024	0.836
Banvit	0.011	0.017	0.614
Best Balıkesir	0.017	0.011	0.383
Beşiktaş Sompō Japan	0.008	0.020	0.703
Darüşşafaka Basketbol	0.011	0.015	0.586
Demir İnşaat Büyükçekmece	0.015	0.012	0.458
Fenerbahçe Doğuş	0.005	0.024	0.836
Galatasaray Odeobank	0.014	0.017	0.555
Gaziantep Basketbol	0.013	0.014	0.527
İstanbul Bbsk	0.015	0.014	0.481
Muratbey Uşak	0.017	0.010	0.371
Pinar Karşıyaka	0.015	0.014	0.488
Halk Enerji Ted Ankara Kolejliler	0.024	0.005	0.165
Tofaş	0.013	0.016	0.543
Trabzonspor Medical Park	0.017	0.012	0.411
Yeşil Giresun Belediyespor	0.015	0.012	0.454

Tablo 12'deki veriler Tablo 10'daki veriler ve eşitlik (22), eşitlik (23), eşitlik (24)'teki formüller kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 13. Ayrım ölçüleri C ideal çözüm değerleri (Turkish Airline Euroleague)

Takımlar	S+	S-	C
Anadolu Efes	0.005	0.004	0.445
Baskonia Vitoria Gasteiz	0.006	0.005	0.445
Brose Bamberg	0.005	0.004	0.445
Crvena Zvezda Mts Belgrade	1.242	0.006	0.005
Cska Moscow	0.005	0.004	0.445
Darussafaka Dogus	0.005	0.004	0.445
Ea7 Emporio Armani	0.005	0.004	0.445
Fc Barcelona Lassa	0.005	0.004	0.444
Fenerbahce Istanbul	0.006	0.005	0.445
Galatasaray Odeabank	0.005	0.004	0.445
Maccabi Fox Tel Aviv	0.006	0.005	0.445
Olympiacos Piraeus	0.006	0.005	0.445
Panathinaikos Superfoods Athens	0.005	0.004	0.445
Real Madrid	0.005	0.004	0.445
Unics Kazan	0.006	0.005	0.445
Zalgiris Kaunas	0.005	0.004	0.445

Tablo 13'teki veriler Tablo 11'deki veriler ve eşitlik (22), eşitlik (23), eşitlik (24)'teki formüller kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 14. Sonuçların karşılaştırma tablosu (Spor Toto Basketbol Süper Ligi)

Takımlar	Mevcut	Hesaplanan
Fenerbahçe	1	1
Beşiktaş Sompō Japan	2	3
Anadolu Efes	3	2
Darüşşafaka Doğuş	4	5
Banvit	5	4
Galatasaray Odeabank	6	6
Gaziantep Basketbol	7	8
Tofaş	8	7
Pinar Karşıyaka	9	9
İstanbul Bbsk	10	10
Yeşilgiresun Belediyespor	11	12
Trabzonspor Medical Park	12	13
Demir İnşaat Büyükçekmece	13	11
Muratbey Uşak	14	15
Best Balıkesir	15	14
Halk Enerji Ted Ankara Kolejliler	16	16

Tablo 14’te gösterilen takımların mevcut ve hesaplanan sıralamaları arasındaki sapmalar çok fazla olmadığı görülmektedir.

Tablo 15. Sonuçların karşılaştırma tablosu (Turkish Airline Euroleague)

Takımlar	Mevcut	Hesaplanan
Real Madrid	1	1
CSKA Moscow	2	2
Baskonia Vitoria Gasteiz	3	4
Anadolu Efes İstanbul	4	3
Fenerbahçe İstanbul	5	5
Galatasaray Odeabank İstanbul	6	7
Brose Bamberg	7	6
Olympiacos Piraeus	8	8
Zalgiris Kaunas	9	9
EA7 Emporio Armani Milan	10	11
Unics Kazan	11	10
Maccabi FOX Tel Aviv	12	14
Darussafaka Dogus İstanbul	13	12
Panathinaikos Superfoods Athens	14	13
FC Barcelona Lassa	15	15
Crvena Zvezda mts Belgrade	16	16

Tablo 15’te gösterilen takımların mevcut ve hesaplanan sıralamaları arasındaki sapmalar çok fazla olmadığı görülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada Spor Toto Basketbol Süper Liginde ve Turkish Airline Euroleague’deki takımların sıralamaları için ÇÖKV yöntemlerinden AHS ve TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. AHS yöntemi ile kriterler ağırlıklandırılmış, TOPSIS yöntemi ile takımların sıralaması yapılmıştır. Burada problemin sonucunun tutarlı ve güvenilir olması için AHS yöntemi ile kriterlerin ağırlık faktörleri bulunmuş olup ağırlık yüzdeleri büyükten küçüğe şöyledir; Ortalama skor, ortalama 3’lük şut sayısı, ortalama şut sayısı, ortalama serbest atış sayısı, ortalama top çalma, ortalama

blok, ortalama savunma ribaund, ortalama asist, ortalama hücum ribaund ve son olarak ortalama foul olarak şekillenmiştir. Kriterlerin ağırlıkları bulunurken AHS yöntemini seçilmesinin sebebi kriterleri kendi içinde karşılaştırılarak bir değer oluşturması ve her faktörün birbiri ile olan ilişkisini üstünlük ve zayıflık açısından değerlendirmesine en uygun ÇÖKV yöntemidir. Çalışmada takımların performanslarını etkileyen 10 kriter saptanmış ve bu kriterler kazanmaya etki önemlerine göre sıralanmıştır. En önemli kriter “Ortalama skor sayısı” kriteridir, bu kriter doğrudan maçın sonucunu belirler. Ortalama skor sayısı kriterine en çok etkisi bulunan kriterler sırası ile; Ortalama 3’lük yüzdesi (A2), Ortalama şut sayısı (A1) ve Ortalama serbest atış (A3) kriterleridir. Bu kriterler maç sonucu takımın skoruna doğrudan etki etmektedirler. Görüldüğü üzere bu kriterler genel olarak hücumu yöneliktir. Bir takımın lig maratonu sonucunda üst sıralarda yer alabilmesi için güçlü bir hücumunun yanında sağlam bir savunma hattının da olması gerekmektedir. Bir takımın savunma hattının sağlam olabilmesi için kriterler önemliden önemsiz; Ortalama top çalma (A8), Ortalama blok (A7) ve Ortalama savunma ribaund (A5) şeklindedir. Burada A8 ve A7 kriterleri direkt olarak karşı takımın skor yapmasını engellemeye yöneliktir.

Çalışmada takımların sıralandırılması için kullanılan ÇÖKV yöntemi olan TOPSIS uygulanması gereği ideal doğruya en uzak ve en yakın noktaları ağırlıklarına göre değerlendirip optimal sonucu bir sıra şeklinde sunmasından dolayı seçilmiştir. Değerlendirilen ligdeki takımlar içerisinde Spor Toto Basketbol Süper Ligin de Fenerbahçe takımı, Turkish Airline Euroleague’de Real Madrid takımı birinci olmuştur.

Spor Toto Basketbol Süper Ligin de birinci olan Fenerbahçe takımının istatistiklerine bakarsak diğer takımlarla birbirine yakın değerler göstermesine rağmen ağırlık bazında 5 kriterde oluşturduğu üstünlük ağırlığı en çok olan ortalama skor, ortalama 3’lük şut sayısı ve ortalama hücum ribaund gibi kriterler sonucu şekillendirmiş ve sıralamayı etkilemiştir. Her sezon farklılık göstericek olan bu değerler takımların oynadıkları rakiplerini, takımda oynayan oyunculara göre değişmektedir.

Turkish Airline Euroleague’de birinci olan Real Madrid takımının istatistiklerine bakıldığında ortalamada olan çoğu değer yanında bazı kriterlerde olumlu yönler de en üs değerleri görünürken (ortalama 3’lük şut sayısı vb.), bazı olumsuz kriterlerde ortalamanın altında olduğu (ortalama foul) görülmektedir. Alınan ham verilerdeki bu ufak üstünlükler sonucu etkilemiş ve analiz bütününe bakıldığında takımı birinciliğe taşımıştır.

Çalışmada ağırlık faktörü eklendiği için sonucun gerçek sonuçlara yakın olarak çıkması normal olmakla beraber sonuç güvenilirdir. Bu tutarlılığın en önemli nedeni takım verilerinin (A1,...,A10) önem sıralamasında yapılan tespitlerdir. Sezon boyunca toplanmış verileri ham bir şekilde işlenmesi takımlar için farklılık göstermektedir. Analizi yapılan 2016-17 sezonundaki Spor Toto Basketbol Süper Ligi ve Turkish Airline Euroleague’deki takımların sıralanması için toplanan veriler gelecek sezonlarda yapılacak olan analizler için örnek bir çalışma ve başlangıç olarak kullanılabilir. Yeni sezonlardaki ligler ve takımlar için analiz edip tahmin yapmak için uygundur. Tahmin yapılacak olan liglerdeki takımlar için bütün sezon istatistikleri toplandıktan sonra hazırlanacak olan analiz daha verimli ve tutarlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Acun, O., ve Eren, T. (2015). Spor toto süper ligi'nde forvet oyuncularının performanslarının çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 13-29. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/kusbd/issue/19381/205624>.
- Ballı, S. (2005). *Fuzzy çok kriterli karar verme ve basketbolda oyuncu seçimine uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Berri, D.J. (1999). Who is 'most valuable'? Measuring the player's production of wins in the National Basketball Association. *Managerial and Decision Economics*, 20(8), 411-427.
- Berri, D.J., & Schmidt, M.B. (2002). Instrumental versus bounded rationality: A comparison of Major League Baseball and National Basketball Association. *Journal of Socio-Economics*, 31(3), 191-214. DOI:10.1016/S1053-5357(02)00117-8.
- Berri, D. J., & Eschker, E. (2005). Performance when it counts? The myth of the prime-time performer in professional basketball. *Journal of Economic Issues*, 39(3), 798-807. DOI:10.1080/00213624.2005.11506847.
- Chen, S. J., & Hwang, C. L. (1992). *Fuzzy multiple attribute decision making: methods and applications*. Berlin: Springer, Verlag.
- Cooper, W.W., Ruiz, J.L., & Sirvent, I. (2009). Selecting non-zero weights to evaluate effectiveness of basketball players with DEA, *European Journal of Operational Research*, 195(2), 563-574. DOI:10.1016/j.ejor.2008.02.012.
- Çetin, B., ve Eren, T. (2016). Türkiye erkek milli basketbol takımına eurobasket 2015 için oyun kurucu seçimi. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(13), 201-227.
- Çevik, E. (2009). *Yatırım Projelerinin Belirsizlik Altında Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Fernández, J., Camerino, O., Anguera, M. T., & Jonsson, G. K. (2009). Identifying and analyzing the construction and effectiveness of offensive plays in basketball by using systematic observation. *Behavior Research Methods*, 41(3), 719-730. DOI: 10.3758/BRM.41.3.719
- Fort, R., & Maxcy, J. (2003). Competitive balance in sports leagues: An introduction. *Journal of Sports Economics*, 4(2), 154-160. DOI: 10.1177/1527002503004002005.
- Geyik, O., Tosun, M., Ünlüsoy, S., Hamurcu, M., & Eren, T. (2016). Kitap basımevi seçiminde AHP ve TOPSIS yöntemlerinin kullanımı. *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(6), 106-126. 4(2), 154-160. DOI: 10.1177/1527002503004002005.
- Hwang, C.L., & Yoon, K. (1981). *Multiple Attributes Decision Making Methods and Application (First Edition)*. Berlin: Springer.
- Hoon-Lee, Y., & Berri, D. J. (2008). A re-examination of production functions and efficiency estimates for the National Basketball Association. *Scottish Journal of Political Economy*, 55(1), 51-66. DOI:10.1111/j.1467-9485.2008.00443.x.
- Hughes, M. (2004). Notational analysis: a mathematical perspective. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 4(2), 97-139. DOI: 10.1080/24748668.2004.11868308.
- Isik, T., & Gencer, T.R. (2007). Technical analyze of team performance in basketball: evaluation of home and away field performance, *Hacettepe Journal of Sport Sciences*, 18(3), 101-108.
- Özbek, A., ve Eren, T. (2013). Çok ölçütlü karar verme teknikleri ile hizmet sağlayıcı seçimi. *Akademik Bakış Dergisi*, 36, 1-22.

Geyik, O., ve Eren, T. (2018). Spor Toto Basketbol Süper Ligi ve Turkish Airline Euroleague basketbol takımlarının AHS-TOPSIS yöntemleriyle değerlendirilmesi. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 32-53.

Özcan, E.C., Ünlüsoy S., & Eren, T. (2017). A combined goal programming - AHP approach supported with TOPSIS for maintenance strategy selection in hydroelectric power plants. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 78, 1410-1423. DOI:10.1016/j.rser.2017.04.039.

Öktür, F. (2008). *Yeni ürün geliştirme sürecinde tedarikçi bütünleşmesinin topsis yöntemi ile değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Özder, E.H., Eren, T., & Çetin, S. (2015). Supplier selection with TOPSIS and Goal Programming methods: a case study. *Journal of Trends in the Development of Machinery and Associated Technology*, 19(1), 109-112, 2015.

Rimler, M.S., Song S., & Yi, D.T., (2009). Estimating production efficiency in men's NCAA college basketball: A Bayesian Approach. *Journal of Sports Economics*, 11(3), 287-315. DOI:10.1177/1527002509337803.

Romanowich, P., Bourret, J., & Vollmer, T. R. (2007). Further analysis of the matching law to describe two- and three-point shot selection by professional basketball players. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 40, 311-315. DOI: 10.1901/jaba.2007.119-05.

Saaty, T.L. (1996). *Multicriteria Desicion Making: The Analytic Hierarchy Process (First Edition)*. New York: RWS Publications.

Sánchez, J. M., Castellanos, P., & Dopico, J. A. (2007). The winning production function: Empirical evidence from Spanish basketball. *European Sport Management Quarterly*, 7(3), 283-300.

Stern, Z.S., Israeli, Y., & Bar-Eli, M. (2006). Application of the Analytic Hierarchy Process for the Evaluation of Basketball Teams, *International Journal of Sport Management and Marketing*, 1(3), 193-207.

Trninić, S., Dizdar, D., & Dezman, B. (2002). Pragmatic validity of the combined model of expert system for assessment and analysis of the actual quality overall structure of basketball players, *Collegium Antropologicum*, 26(1), 199–210.

Varlı, E., (2017). *İmalat Sektöründe Formenler için Vardiya Çizelgeleme Probleminin AHP-Hedef Programlama ile Çözümü*. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.

Winston, W.L. (2009). *Mathletics: How Gamblers, Managers, and Sports Enthusiasts Use Mathematics in Baseball, Basketball, and Football*. Princeton: Princeton University Press.

İnternet kaynakları

<http://www.tbf.org.tr/>, erişim tarihi: Kasım 20, 2017.