

	SAKARYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ <i>SAKARYA UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE</i>		 SAKARYA UNIVERSITY
	e-ISSN: 2147-835X Dergi sayfası: http://www.saujs.sakarya.edu.tr		
	<u>Geliş/Received</u> 17-04-2017 <u>Kabul/Accepted</u> 13-11-2017	<u>Doi</u> 10.16984/saufenbilder.306664	

Yaz Spor Okulu Seçiminde Bütünleşik Bir Tereddütlü-Bulanık AHP ve TOPSIS Yaklaşımı

Mustafa Batuhan Ayhan *¹

ÖZ

Yaz spor okulları özellikle ilk veya ortaokula devam eden çocuklar için yaz sezonunda önem kazanmaktadır. Bu yaz okulları ile çocuklar hem eğlenebilir hem de yeni şeyler öğrenebilirler. Kendilerine artan talep nedeniyle, yaz spor okullarının sayısı artmaktadır. Bu yüzden, en iyi yaz spor okulunu seçmek bir karar verme problemi haline gelmektedir. Dolayısıyla bu makalede, bu yeni probleme analitik bir çözüm önerilmiştir. Önerilen yaklaşımda literatürde yakın zamanlarda sıkça kullanılan Tereddütlü-Bulanık AHP (HF-AHP), TOPSIS tekniği ile bütünleşik olarak kullanılmıştır. Önerilen bu modelin, uygulama örneğinde 4 ana ve 15 alt seçim kriterinin önem ağırlıkları HF-AHP ile belirlenmiştir. En iyi yaz spor okulu 3 alternatif arasından TOPSIS metodu kullanılarak seçilmiştir. Ayrıca yapılan duyarlılık analizi ile kriter ağırlıklarındaki değişimlerin verilen karar üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yaz Spor Okulu Seçimi, Tereddütlü Bulanık AHP, TOPSIS, Duyarlılık Analizi

An Integrated Hesitant Fuzzy AHP and TOPSIS Approach for Selecting Summer Sport School

ABSTRACT

Summer sport schools have been gaining an importance especially for the children attending to primary or secondary schools in summer seasons. By these summer schools, the children can both have entertainment and learn new things. Due to the increasing demands for them, the number of summer sport schools has increased. Hence, selecting the best summer school has become a decision making problem. Therefore, in this paper, an analytical solution was proposed for this new problem. In the proposed approach, Hesitant Fuzzy AHP (HF-AHP), which is frequently used in literature in recent times, was used as integrated with TOPSIS. In the case study part of this proposed model, the importance weights of 4 main and 15 sub-criteria were determined via HF-AHP. The best summer sport school was selected among the 3 alternatives by using TOPSIS method. Furthermore, by performing sensitivity analysis, the effects of changes in criteria weights on the decision were investigated.

Keywords: Summer Sport School Selection, Hesitant Fuzzy AHP, TOPSIS, Sensitivity Analysis

¹ Marmara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü MA 319, Tel: 0216 348 02 92-1328-
email:batuhan.ayhan@marmara.edu.tr

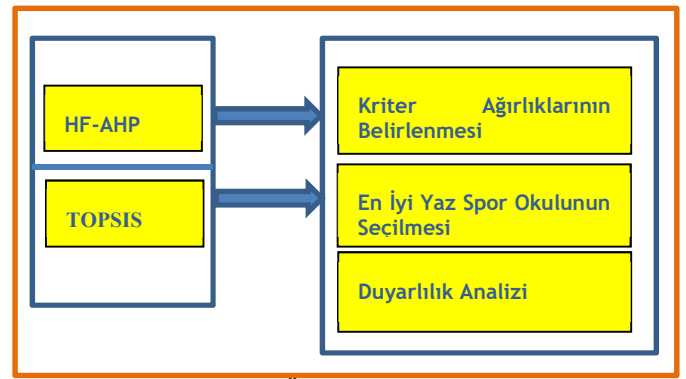
1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Yaz spor okulları, şehirlerde çalışan anne ve baba oranının artması, çocukların sokakta oyun oynayamaması gibi sorunlar sebebiyle ortaya çıkmıştır. Özellikle ilk ve ortaokul çağındaki çocukların evde amaçsızca vakitlerini geçirmelerini önlemek ve eğlenerek yeni şeyler öğrenmelerini sağlamak için her yaz tatili döneminde gündeme gelmektedir. Yapılan aktiviteler ve verilen eğitimler sayesinde çocukların fiziksel, ruhsal ve bilişsel durumları gelişmektedir. Bu yüzden veli ve öğrencilerin bu yönde olan talepleri her geçen yıl artmakta ve bu doğrultuda özellikle büyükşehirlerde çok sayıda yaz okulu alternatifleri doğmaktadır. Fakat doğru bir yaz spor okulunun seçilmesi önemli bir karar verme problemi haline gelmiştir. Yaz spor okulu seçimi konusunda dikkat edilmesi gereken bazı hususlar; sunulan branşlar, eğitim içeriği, eğitmen kalitesi, fiziki şartlar ve eve yakınlığı gibi kriterler olarak sıralanabilir [1, 2]. Fakat yapılan literatür taramasında bu ve benzeri kriterleri inceleyerek karar vermeyi sağlayacak analitik bir yönteminin eksikliği fark edilmiştir.

Literatürde her ne kadar okul seçiminde kullanılabilir bazı metotlar sunulsa da, bu metotların incelemiş olduğu kriterler yaz spor okulu kriterlerinden farklılık göstermektedir. Örneğin, Polat ve Çelmeli, okul öncesi eğitim kurumu seçiminde dikkat edilmesi gereken etkenleri belirlemek için bir anket çalışması uygulamışlardır [3]. Özden ise Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) tekniği ile en iyi eğitim ve öğretim ortamını sağlayacak ilkökul seçimine yönelik bir uygulama gerçekleştirmiştir [4]. Radhakrishnan ve Kalaichelvi ise bulanık AHP ile en iyi okul seçim probleminde bir çözüm önerisi getirmişlerdir [5]. Okul seçimi konusunda daha çok üniversite tercih kriterlerinin analizi çalışılmıştır. Cerit ve ark. [6], üniversite seçiminde etkili olan faktörlere ilişkin öğrenci ve veli görüşlerini analiz etmişlerdir. Bu alandaki en kapsamlı çalışma olarak, Göksu ve Güngör, Bulanık AHP ile üniversite tercih sıralamasına dair bir uygulama gerçekleştirmişlerdir [7]. Görüldüğü üzere okul (okul öncesi, ilk, orta ve yükseköğretim) seçimine dair literatürde çeşitli çalışmalar olmasına rağmen yaz spor okullarının seçimine dair mevcut bir çalışma tespit edilememiştir. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı, okul çağındaki öğrenciler için

en uygun yaz spor okulu seçiminde kullanılabilir bir metot sunmaktır.

Önerilen bu yaklaşımda ilk adım olarak, tercih kriterleri ve alternatifler tespit edilmiştir. İkinci adım olarak tercih kriterlerinin göreceli önem derecelerini belirlemek için literatürde yeni bir teknik olan tereddütlü bulanık AHP (HF-AHP) kullanılmıştır. Üçüncü adımda ise önem dereceleri belirlenen tercih kriterlerine göre TOPSIS tekniği uygulanarak farklı alternatifler sıralanmış ve en iyisi belirlenmiştir. Son adımda da verilen kararın, kriter ağırlıklarına hassasiyetini ölçmek için duyarlılık analizi yapılmıştır. Çalışmanın özeti Şekil 1 de verilmektedir.



Şekil 1. Çalışmanın Özeti (Summary of the Study)

Bu çalışmanın literatüre kattığı faydalar üç katmanda sıralanabilir. En önemli katkı olarak, daha önce hiç çalışılmamış bir alan olan 'yaz spor okulu tercih kriterleri' incelenerek analitik bir metot ile en iyi alternatifin seçilmesine yönelik bir yaklaşım sunulmuştur. Diğer bir katkı olarak, yeni bir teknik olan HF-AHP, bugüne kadar farklı alanlarda kullanılan TOPSIS tekniği ile entegre bir şekilde kullanılmıştır. Son katkı olarak da, bugüne kadar herhangi bir okul seçim probleminde çalışılmamış olan duyarlılık analizine yer verilmiştir.

Bu doğrultuda makalenin ilerleyen kısımları şu şekildedir. İkinci kısım HF-AHP ve TOPSIS teknikleri ile ilgili literatür taramasını sunmaktadır. Üçüncü kısımda önerilen metot detaylı bir şekilde ortaya serilmektedir. Dördüncü kısımda önerilen metodun uygulanabilirliği bir örnekle desteklenmektedir. Beşinci kısımda örnek uygulama sonucunun kriter ağırlıklarına duyarlılığı analiz edilmektedir. Son kısımda ise çalışmanın sonuçları tartışılmakta ve ileri çalışma adımlarına ışık tutulmaktadır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI (LITERATURE REVIEW)

Bu kısımda, önerilen bütünleşik yaklaşımda kullanılan Tereddütlü Bulanık AHP (HF-AHP) ile TOPSIS tekniklerine dair bir kaynakça taraması yapılmıştır.

2.1. Tereddütlü Bulanık AHP (Hesitant Fuzzy AHP)

Zadeh tarafından geliştirilen klasik bulanık küme teorisi [8], her ne kadar insan kararlarının kesin olmayan yönünü üçgensel ya da yamuk aidiyet değerleri ile göz önünde bulundursa da, karar vericinin tek bir tercih yapmakta zorlandığı tereddütlü durumlarda yetersiz kalır. Bu yüzden Torra tereddütlü bulanık kümeleri (HFS) tanımlamıştır [9]. Akabinde Rodriguez ve ark. bu kümeleri inceleyerek, dilsel ifadelerin içeriğini zenginleştirmek amacıyla tereddütlü bulanık dilsel terimler kümesini (HFLTS) önermişlerdir [10]. Bu sayede uzmanlar iki alternatifini kıyaslarken daha esnek ve anlatımsal olarak daha zengin ifadeleri kullanabilmişlerdir. Örneğin, klasik bulanık ifadelerde bir alternatif diğerine göre “Çok Üstün”, “Orta Üstün”, “Eşit” gibi ifadelerle kıyaslanabiliyorken, HFLTS ile “En azından Orta Üstün”, “Orta ve Çok Üstün Arası” ya da “En Fazla Orta Üstün” gibi ifadelerle de kıyaslanabilmesi mümkün hale gelmiştir. Bu ifadeler, tek bir bulanık dilsel ifade ile karar verilmesi zor ve tereddüt edilen durumlarda, insanların dilsel yapılarına daha uygunluk göstermektedir.

Sonraki yıllarda, Liu ve Rodriguez, dört kriterli dört alternatifli tedarikçi seçim problemini, HFLTS kullanarak geliştirilen bulanık TOPSIS yöntemi ile çözmüşlerdir [11]. Xu ve Liao ise geliştirdikleri sezgisel bulanık AHP (IF-AHP) yöntemi ile karar vericilere, üyelik ve üyelik olmayan değerleri tanımlamada daha çok esneklik sağlamışlardır [12]. Tereddütlü olma durumu Çevik-Onar ve ark. tarafından da çalışılmış ve bulanık TOPSIS yöntemi ile birlikte değerlendirilerek stratejik karar vermede kullanılmıştır [13].

Zhou ve ark., kesin olmayan tercih durumlarını yansıtmak için tereddütlü bulanık elemanları kullanarak tereddütlü sezgisel bulanık sayıları tanımlamışlardır [14]. Aynı zamanda tereddütlü sezgisel bulanık bir ortamda grup karar verme analizi için sundukları iki vaka analizi ile

çalışmalarını örneklerle desteklemişlerdir. Hu ve ark., Tip-2 Bulanık Kümeler ve Tereddütlü Bulanık Kümelerin bir türevi olan Tip-2 Tereddütlü Bulanık Kümeler ile bir model geliştirmişlerdir [15]. Geliştirdikleri bu modelin uygunluğunu ise bir örnek ile açıklamışlardır. Yavuz ve ark., hiyerarşik tereddütlü bulanık dilsel bir model geliştirmişlerdir [16]. Bu modeli kullanarak beş kriteri göz önüne alarak dört farklı yakıt tipi kullanan araçlardan en iyisini seçmişlerdir. Ek olarak yaptıkları duyarlılık analizi ile sonuçların hassasiyetini incelemişlerdir. Öztayşi ve ark. ise Tereddütlü Bulanık AHP (HF-AHP) yaklaşımını geliştirerek çok kriterli tedarikçi seçim problemine uygulamışlardır [17].

Görüldüğü üzere, tereddütlü olma kavramı son yıllarda birçok araştırmacının göz önüne aldığı bir unsurdur. İlaveten, tereddütlü olma kavramının, çok kriterli karar verme teknikleri ile birlikte kullanıldığı da gözlemlenmektedir. Fakat yapılan literatür taramasında, geliştirilen bu bütünleşik tekniklerin yaz okulu seçiminde karar verme durumunda kullanılmadığı tespit edilmiştir. Bu yüzden, bu çalışmada Tereddütlü Bulanık AHP (HF-AHP) tekniğinin yaz okulu seçim kriterlerinin önem derecelerini belirlemede kullanılması amaçlanmıştır. Kriterler ağırlıklandırıldıktan sonra ise yaz okulları TOPSIS metodu ile sıralanmışlardır. Dolayısıyla bir sonraki kısımda TOPSIS tekniği kullanılarak yapılan çalışmalar taranmıştır.

2.2. TOPSIS (TOPSIS)

Hwang ve Yoon tarafından geliştirilen TOPSIS (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) tekniği çok kriterli karar verme durumlarında sıklıkla kullanılan bir yöntemdir [18]. En iyi alternatifini belirlemekteki temel yaklaşımı, pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme ise en uzak geometrik mesafeye sahip olanı bulmak üzerinedir. Önem dereceleri belirlenen kriterlere göre her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıkları hesaplanarak en iyi alternatifte karar verilir. Chen ve Hwang karar vericilerin belirsizliğini yansıtmak için Bulanık küme teorisinden faydalanarak Bulanık TOPSIS (F-TOPSIS)’i geliştirmişlerdir [19]. F-TOPSIS ile ilgili detaylı bilgi Nadaban ve ark. tarafından yapılan çalışmada bulunabilir [20]. TOPSIS ya da F-TOPSIS yöntemleri kullanılarak çok kriterli karar verme problemleri çözülmüştür. En sıklıkla

tedarikçi seçimi problemlerinde uygulamaları görülebilir.

Ayhan, F-TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçim probleminin bulanık ortamlarda çözümüne dair bir örnek sunmuştur [21]. Şahin ve Supçiller tedarikçi seçimi için geliştirdikleri karar destek sisteminde AHP, TOPSIS, K-ortalamlar yöntemlerini entegre bir şekilde kullanmışlardır [22]. Uygun ve Dede, F-TOPSIS tekniğini diğer bir karar verme tekniği olan Bulanık Analitik Ağ Süreci (F-ANP) ile entegre bir şekilde kullanarak alternatif tedarikçilerin sıralamasını yapmışlardır [23].

Tedarikçi seçimi ve diğer konularda bir çok uygulama örneği olsa da okul seçimine dair TOPSIS veya F-TOPSIS uygulamaları kısıtlı sayıdadır. Agrawal ve ark., Hindistan'da yüksek okul seçim problemine F-TOPSIS ve AHP bütünleşik bir model geliştirerek çözüm önerisi getirmişlerdir [24].

Yapılan literatür taramasında fark edildiği üzere okul seçiminde daha da özelinde yaz spor okulu seçiminde çok kriterli karar verme metotları ile yapılan çalışmalar yetersizdir. Bu yüzden, bir sonraki kısımda HF-AHP ve TOPSIS tekniklerini bütünleşik bir şekilde kullanarak geliştirilen ve yaz spor okulları seçiminde kullanılacak bir yaklaşım sunulmuştur.

3. ÖNERİLEN METODOLOJİ (PROPOSED METHODOLOGY)

Yaz spor okulu seçim probleminde kullanılacak olan metodoloji iki kısımdan oluşmaktadır. Öncelikle okulları değerlendirmekte kullanılacak olan kriterler belirlenip, bu kriterlerin birbirlerine göreceli ağırlıkları Tereddütlü Bulanık AHP (HF-AHP) tekniği ile bulunmaktadır. Sonrasında ise, okulların sıralaması TOPSIS metodu ile gerçekleştirilmektedir. Bu yüzden, ilk kısımda HF-AHP, ikinci kısımda ise TOPSIS tekniklerinin adımları anlatılmaktadır.

3.1. Tereddütlü Bulanık AHP (Hesitant Fuzzy AHP)

Yaz okulu seçiminde kullanılacak olan kriterlerin birbirlerine göreceli önem ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılacak olan Tereddütlü Bulanık AHP metodu aslında literatürde var olan Tereddütlü Bulanık Kümeler (HFS) ve Tereddütlü Bulanık Dilsel İfade Kümeleri

(HFLTS) ile klasik Bulanık AHP (FAHP) yaklaşımlarının bütünleşik bir halidir. Bu yaklaşımın adımları aşağıdaki gibidir.

Adım 1: Dilsel Terim kümesinin tanımlanması $S = \{S_0, S_1, \dots, S_g\}$.

Adım 2: Kriterlerin Tereddütlü Dilsel ifadeler kullanılarak ikili kıyaslamalarının yapılması.

Adım 3: Her bir $i-j$ kriter çifti için dilsel ifadeleri içeren $env[d_{ij}]$ veri zarflarının oluşturulması,

$d_{ij} =$ (Dilsel Terim Kümesinde Kullanılan bir veya daha fazla S_g)

Adım 4: Dilsel ifadelerin ve karşılık gelen üçgensel bulanık sayıların belirlenmesi.

Adım 5: $env[d_{ij}]$ veri zarflarının üçgensel bulanık sayıları içeren $env[\tilde{d}_{ij}]$ veri zarflarına dönüştürülmesi.

Adım 6: $env[\tilde{d}_{ij}]$ veri zarfı içerisindeki üçgensel bulanık sayıların ortalamasının hesaplanması.

Adım 7: Her bir i kriteri için geometrik ortalamasının (\tilde{r}_i) hesaplanması.

Adım 8: Her bir i kriteri için Denklem 1 kullanılarak bulanık ağırlıklarının hesaplanması.

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} = (lw_i, mw_i, uw_i) \quad (1)$$

lw_i : i kriterinin alt ağırlığı
 mw_i : i kriterinin orta ağırlığı
 uw_i : i kriterinin üst ağırlığı

Adım 9: Chou ve Chang tarafından geliştirilen alan merkezi metodu [25] ile \tilde{w}_i bulanık sayılarının Denklem 2 kullanılarak durulaştırılması.

$$M_i = \frac{lw_i + mw_i + uw_i}{3} \quad (2)$$

Adım 10: Durulaştırılmış (M_i) sayılarının Denklem 3 kullanılarak normalizasyonun yapılması ve her bir kriter ağırlığının (N_i) hesaplanması.

$$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (3)$$

HF-AHP metodu, HFLTS ile FAHP tekniklerinin bütünleşik bir hali olması sebebiyle sunulan metodolojinin ilk dört adımı HFLTS ile yapılan çalışmalara benzerlik göstermektedir [16, 26]. Bundan sonrasında ise beşinci adımda tereddütlü bulanık ifadeler veri zarfları, $env[d_{ij}]$, üçgensel bulanık sayıları içeren veri zarflarına, $env[\tilde{d}_{ij}]$, dönüştürülmektedir. Altıncı adımda ise, elde edilen bu veri zarflarına dayanarak, ortalama

bulanık sayılar hesaplanmaktadır. Metodun diğer adımları ise klasik FAHP tekniği ile örtüşmektedir.

3.2. TOPSIS (TOPSIS)

Kriter ağırlıkları hesaplandıktan sonra yaz okullarını değerlendirmekte kullanılacak olan TOPSIS yönteminin adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir [27, 28].

Adım 1: Karar Matrisi (K_{ij})

Her bir alternatifin her bir kritere göre sayısal değerlerini içeren karar matrisi Denklem 4 şeklinde oluşturulur.

$$K_{ij} = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1j} \\ \dots & \dots & X_{2j} \\ X_{i1} & \dots & X_{ij} \end{bmatrix} \quad (4)$$

K_{ij} matrisinde i alternatif sayısını, j kriter sayısını verir.

$X_{ij} = i$ Alternatifinin j kriterine göre sayısal değeri

Adım 2: Normalize Karar Matrisi (NK_{ij})

Denklem 5 ile karar matrisi normalize edilerek, Denklem 6 ile gösterilen NK_{ij} elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^j (x_{kj})^2}} \quad (5)$$

$$NK_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1j} \\ \dots & \dots & r_{2j} \\ r_{i1} & \dots & r_{ij} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi (ANK_{ij})

Normalize edilmiş karar matrisi ile her bir kriterin ağırlığı (w_j) ile çarpılarak Denklem 7 de gösterildiği gibi ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi elde edilir

$$ANK_{ij} = \begin{bmatrix} v_{11} = w_1 r_{11} & \dots & w_j r_{1j} \\ w_1 r_{21} & \dots & w_j r_{2j} \\ w_1 r_{i1} & \dots & v_{ij} = w_j r_{ij} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Adım 4: Pozitif İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması

TOPSIS yöntemi, her bir kriter değerinin monoton artan veya azalan bir eğilime sahip olduğunu varsaymaktadır. Pozitif ideal çözüm setinin (A^*) oluşturulabilmesi için ANK_{ij} matrisindeki ağırlıklandırılmış kriter değerlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçükü) seçilir (Denklem 8).

Negatif İdeal çözüm setinin (A^-) oluşturulabilmesi için ANK_{ij} matrisindeki ağırlıklandırılmış kriter değerlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilir (Denklem 9).

$$A^* = \{(\max v_{ij} \mid j \in J), (\min v_{ij} \mid j \in J')\} \quad (8)$$

$$A^- = \{(\min v_{ij} \mid j \in J), (\max v_{ij} \mid j \in J')\} \quad (9)$$

Denklem 8 ve 9'da J fayda (maksimizasyon), J' ise kayıp (minimizasyon) değerini göstermektedir. Her iki çözüm seti, kriter sayısı kadar elemandan oluşmaktadır.

Adım 5: Ayırım Ölçütlerinin Hesaplanması

Her bir alternatifin, pozitif ideal çözümden uzaklığı Denklem 10'daki gibi hesaplanır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (10)$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

Benzer şekilde, her bir alternatifin, negatif ideal çözümden uzaklığı Denklem 11'deki gibi hesaplanır.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (11)$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

Adım 6: İdeal Çözüme Göreceli Yakınlığın Hesaplanması

Her bir alternatifin ideal çözüme göreceli yakınlığı Denklem 12'deki gibi hesaplanır

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{(S_i^* + S_i^-)} \quad (12)$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

C_i^* , 0 ile 1 arasında değerler alır ve ne kadar büyükse ilgili alternatif, pozitif ideal çözüme o kadar yakındır ve başarılıdır.

Adım 7 Alternatiflerin Sıralanması

Her bir alternatif C_i^* değerine göre azalan bir sıra ile sıralanır.

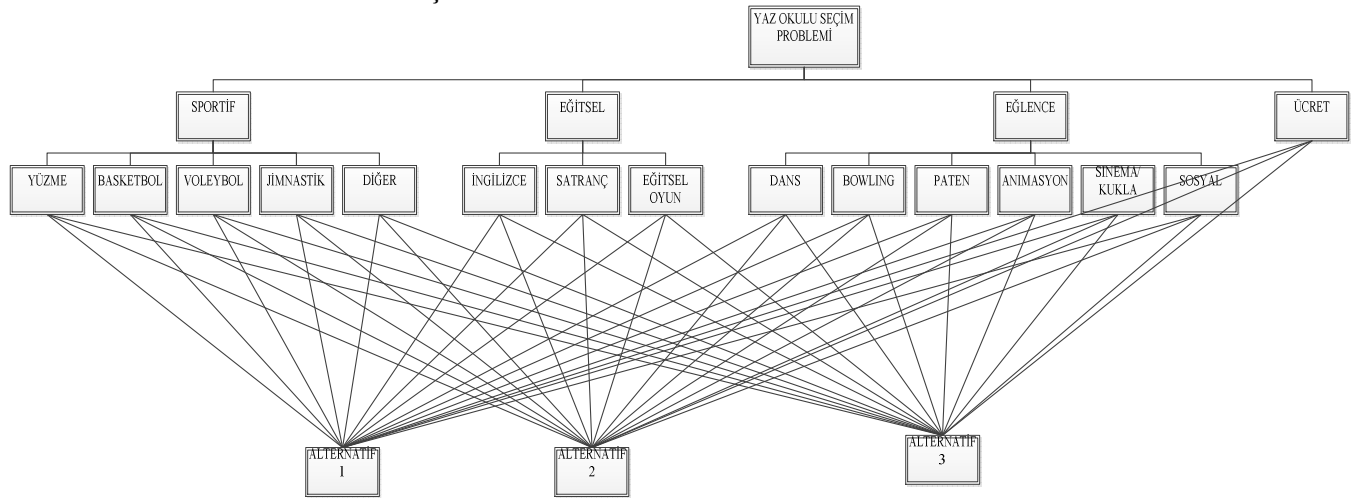
4. UYGULAMA (CASE STUDY)

Bu bölümde, yaz okulu seçimi için geliştirilen bütünleşik HF-AHP ve TOPSIS yaklaşımın uygulanabilirliğini göstermek için bir örnek sunulmuştur. Bu örnekte, kız çocuğu ilkokul ikinci sınıfı bitiren bir veli, karar verici olarak 3 farklı yaz okulunu 4 ana kritere göre, toplamda ise 15 kritere göre değerlendirmiştir. Karar verici olarak tek bir velinin görüşlerinin alınması karar

analizi çalışmalarına göre değerlendirildiğinde yetersiz görünebilir. Fakat daha önce bu alanda hiçbir analitik çalışmanın mevcut olmadığı gözle alındığında önemli bir uygulamadır. Ayrıca verilecek kararın kişiye özel olması ve son derece öznel olması sebebiyle farklı karar vericiler çok farklı değerlendirmelerde bulunabilir. Dolayısıyla bu tip özel uygulama alanlarında, grup çalışması ile ortak bir kararda bulunulması oldukça zordur. Fakat yine de çalışmanın daha kapsayıcı olması adına başka çalışmalarda birden fazla karar verici ile bir analizin gerçekleştirilmesi önerilebilir. Ayrıca, bu çalışmada incelenen kurumların bilgilerinin korunması adına yaz okulları “Alternatif” olarak adlandırılmıştır. Ana ve alt

kriterlerin hiyerarşik ilişkisi Şekil 2’de gösterilmektedir.

Bu kriterler seçilirken farklı yaz okullarının sunmuş oldukları eğitim programları incelenmiş ve değerlendirilen üç alternatifin ortak olarak sundukları faaliyetler ve bu faaliyetlerin eğitim programı dâhilindeki süreleri kaydedilmiştir. Buna göre her bir yaz okulu alternatifinin belirlenen kriterlere göre sunulan etkinlik süreleri ve dönemsel ücretleri Tablo 1’de verilmektedir.



Şekil 2. Ana ve alt kriterlerin hiyerarşik ilişkisi (Hierarchical relationship of main and sub criteria)

Tablo 1. Her bir alternatif yaz okulunun ana ve alt kriterlere göre sunulan etkinlik süreleri ve ücretleri (Activity durations and prices for each alternative summer school with respect to main and sub criteria)

Ana Kriter	Alt Kriter	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Sportif	Yüzme (dk.)	180	300	375
	Basketbol (dk.)	120	120	225
	Voleybol (dk.)	120	120	150
	Jimnastik (dk.)	75	75	225
	Diğer (dk.)	300	300	150
Eğitsel	İngilizce (dk.)	0	120	0
	Satranç (dk.)	120	60	0
	Eğitsel Oyun (dk.)	40	40	0
Eğlence	Dans (dk.)	120	120	0
	Bowling (dk.)	120	120	0
	Paten (dk.)	240	120	0
	Animasyon (dk.)	60	60	0
	Sinema/kukla (dk.)	120	60	0
	Sosyal (dk.)	60	60	375
	Ücret (TL)	1000	1300	1200

Tablo 1 elde edilirken, bazı okulların sunmuş olduğu bazı faaliyetlerin diğer okullar tarafından sunulmadığı gözlemlenmiştir. Örneğin bir okul kukla gösterisi sunarken bir diğeri sinema gösterisi sunmaktadır. Bunun gibi benzer faaliyetler aynı başlık altında toplanmıştır. Benzer bir şekilde, bir okul masa tenisi etkinliğini sunarken bir diğeri badminton ya da okçuluk gibi daha nadir görülen etkinlikler sunmaktadır. Dolayısıyla buna benzer, nadir ve her okulda ortak olarak sunulmayan etkinlikler “Sportif” faaliyetler altında ‘Diğer’ başlığında incelenmiştir. Ayrıca Tablo 1 detaylı incelendiğinde Alternatif 3’ün sadece sportif ağırlıklı olduğu diğer ikisinin ise biraz daha dengeli bir program sundukları gözlenmektedir. Ücret konusunda ise üç haftalık eğitim programları incelendiği için ortak paydayı sağlamak adına üç haftalık ücretleri değerlendirilmiştir.

Uygulamada ele alınan kriterlere ek olarak eğitimcilerin kalitesi, tesislerin temizliği, verilen eğitimin kalitesi gibi unsurlar da değerlendirilebilir. Fakat bu tip yaz okullarında görüşmeye gidildiğinde söylenenler ile gerçekleşen durumlar aynı olmadığı için bu tip öznel değerlendirmeler kriter listesine dâhil edilmemiştir. Bunun yerine verilen eğitim programlarındaki etkinlik süreleri nesnel veriler olarak kriter listesinde değerlendirilmiştir. Ayrıca her üç alternatif de yaklaşık olarak aynı mesafede oldukları için eve olan uzaklık bir kriter olarak ele alınmamıştır.

İlerleyen kısımlarda öncelikle ana ve alt kriterlerin birbirlerine göreceli önem ağırlıkları HF-AHP ile hesaplanmış sonrasında ise ağırlıklandırılmış kriterlere göre alternatifler değerlendirilmiş ve en iyi alternatif TOPSIS tekniği ile seçilmiştir.

4.1. HF-AHP (HF-AHP)

Ana ve alt kriterlerin önem derecelerinin hesaplanması için Bölüm 3.1.’de sunulan Tereddütlü Bulanık AHP (HF-AHP) tekniği kullanılmıştır. Fakat işlem yoğunluğunu azaltmak için sadece ana kriter hesaplamaları detaylı olarak gösterilmiştir.

Adım 1: Dilsel Terim kümesinin tanımlanması $S = \{\text{Eşit Önemli (EÖ)}, \text{Zayıf Önemli (ZÖ)}, \text{Güçlü Önemli (GÖ)}, \text{Çok Güçlü Önemli (ÇGÖ)}, \text{Mutlak Önemli (MÖ)}\}$.

Adım 2: Kriterlerin Tereddütlü Dilsel ifadeler kullanılarak yapılan ikili kıyaslamaları Tablo 2’de gösterilmiştir. Klasik F-AHP’den farklı olarak, HF-AHP’de karar vericilerin birden fazla bulanık dilsel ifade kullanmasına izin verilmiştir. Örnek olarak “Sportif” faaliyetler “Eğlence” kriterine göre ‘En Fazla Güçlü Önemli’ olarak değerlendirilmiştir.

Adım 3: Her bir $i-j$ kriter çifti için oluşturulan ve dilsel ifadeleri içeren $env[d_{ij}]$ zarfları Tablo 3’de verilmiştir.

Adım 4: Dilsel ifadeler ve karşılık gelen üçgensel bulanık sayılar Tablo 4’de verilmiştir.

Adım 5: $env[d_{ij}]$ zarflarının üçgensel bulanık sayıları içeren $env[\tilde{d}_{ij}]$ zarflarına dönüştürülmesi sonucu Tablo 5 elde edilmiştir

Örnek olarak, “Sportif” kriterinin “Eğlence” kriterine göre kıyaslamasını içeren veri zarfı Denklem 13’deki gibidir

$$env[\tilde{d}_{S-EGL}] = [(1.000, 1.500, 2.000); (1.500, 2.000, 2.500)] \quad (13)$$

Diğer taraftan, “Eğlence” kriterinin “Sportif” kriterine göre kıyaslamasını içeren veri zarfı Denklem 14’deki gibidir

$$env[\tilde{d}_{EGL-S}] = \left[\left(\frac{1}{2.5}, \frac{1}{2.0}, \frac{1}{1.5} \right); \left(\frac{1}{2.0}, \frac{1}{1.5}, \frac{1}{1.0} \right) \right] = [(0.400, 0.500, 0.667); (0.500, 0.667, 1.000)] \quad (14)$$

Adım 6: $env[\tilde{d}_{ij}]$ veri zarfı içerisindeki üçgensel bulanık sayıların aritmetik ortalaması Tablo 6’da verilmiştir.

Tereddütlü olma problemi çözüldükten sonra, klasik F-AHP probleminde uygulanan yöntemlerle çözüme devam edilmiştir [30, 31]:

Adım 7: Her bir i kriterinin geometrik ortalaması (\tilde{r}_i) Buckley [32]’e göre hesaplanmış ve Tablo 7’de verilmiştir.

Adım 8: Her bir i kriteri için Denklem 15 kullanılarak bulanık ağırlıkları hesaplanmış ve Tablo 8’de verilmiştir.

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} = (lw_i, mw_i, uw_i) \quad (15)$$

lw_i : i kriterinin alt ağırlığı

mw_i : i kriterinin orta ağırlığı

uw_i : i kriterinin üst ağırlığı

Tablo 2. Tereddütlü dilsel ifadelerle kriterlerin ikili kıyaslamaları (Pairwise comparisons of criteria with hesitant linguistic terms)

MÖ	ÇGÖ	GÖ	ZÖ	Kriterler	EÖ	Kriterler	ZÖ	GÖ	ÇGÖ	MÖ
				Sportif	Eğitsel		✓			
		✓	✓	Sportif	Eğlence					
				Sportif	Ücret			✓	✓	
✓	✓	✓		Eğitsel	Eğlence					
				Eğitsel	Ücret		✓			
				Eğlence	Ücret				✓	✓

Tablo 3. Her bir $i-j$ kriter çifti için dilsel ifadeleri içeren zarflar (The envelope of linguistic terms for each $i-j$ pair of criteria)

Kriterler	Sportif	Eğitsel	Eğlence	Ücret
Sportif(S)	[EÖ]	-	[ZÖ,GÖ]	-
Eğitsel(Eğt)	[ZÖ]	[EÖ]	[GÖ,ÇGÖ,MÖ]	-
Eğlence (Eğl)	-	-	[EÖ]	-
Ücret(Ü)	[GÖ, ÇGÖ]	[ZÖ]	[ÇGÖ, MÖ]	[EÖ]

Tablo 4. Dilsel ifadeler ve ilgili üçgensel bulanık sayılar [29] (Linguistic terms and corresponding triangular fuzzy numbers [29])

Dilsel İfadeler	Üçgensel Bulanık Sayılar (TFN)	Ters Üçgensel Bulanık Sayılar
Eşit Önemli (E.Ö)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
Zayıf Önemli (Z.Ö.)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
Güçlü Önemli (G.Ö.)	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Çok Güçlü Önemli (Ç.G.Ö.)	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
Mutlak Önemli (M.Ö.)	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)

Tablo 5. Her bir $i-j$ kriter çifti için üçgensel bulanık sayıları içeren zarflar (The envelope of TFNs for each pair of criteria)

Kriterler	Sportif	Eğitsel	Eğlence	Ücret
Sportif (S)	[(0.500,1.000,1.500)]	[(0.500,0.667,1.000)]	[(1.000,1.500,2.000); (1.500,2.000,2.500)]	[(0.333,0.400,0.500); (0.400,0.500,0.667)]
Eğitsel (Eğt)	[(1.000,1.500,2.000)]	[(0.500,1.000,1.500)]	[(1.500,2.000,2.500); (2.000,2.500,3.000); (2.500,3.000,3.500)]	[(0.500,0.667,1.000)]
Eğlence (Eğl)	[(0.400,0.500,0.667); (0.500,0.667,1.000)]	[(0.286,0.333,0.400); (0.333,0.400,0.500); (0.400,0.500,0.667)]	[(0.500,1.000,1.500)]	[(0.286,0.333,0.400); (0.333,0.400,0.500)]
Ücret (Ü)	[(1.500,2.000,2.500); (2.000,2.500,3.000)]	[(1.000,1.500,2.000)]	[(2.000,2.500,3.000); (2.500,3.000,3.500)]	[(0.500,1.000,1.500)]

Tablo 6. Bulanık kıyaslama değerlerinin her bir $i-j$ kriter çifti için aritmetik ortalaması (Arithmetic averaged fuzzy pair wise comparisons of each $i-j$ criteria)

Kriterler	Sportif	Eğitsel	Eğlence	Ücret
Sportif (S)	[(0.500,1.000,1.500)]	[(0.500,0.667,1.000)]	[(1.250,1.750,2.250)]	[(0.367,0.450,0.583)]
Eğitsel (Eğt)	[(1.000,1.500,2.000)]	[(0.500,1.000,1.500)]	[(2.000,2.500,3.000)]	[(0.500,0.667,1.000)]
Eğlence (Eğl)	[(0.450,0.583,0.833)]	[(0.333,0.400,0.500)]	[(0.500,1.000,1.500)]	[(0.310,0.367,0.450)]
Ücret (Ü)	[(1.750,2.250,2.750)]	[(1.000,1.500,2.000)]	[(2.250,2.750,3.250)]	[(0.500,1.000,1.500)]

Tablo 7. Bulanık kıyaslama değerlerinin geometrik ortalaması (Geometric means of fuzzy comparison values)

Kriterler	\tilde{r}_i		
Sportif (S)	0.582	0.852	1.184
Eğitsel (Eğt)	0.841	1.259	1.732
Eğlence (Eğl)	0.390	0.541	0.728
Ücret (Ü)	1.185	1.745	2.276
Toplam (lw_i, mw_i, uw_i)	2.997	4.398	5.919
-1. Kuvveti ($1/uw_i, 1/mw_i, 1/lw_i$)	0.169	0.227	0.334

Tablo 8. Her bir kriterin bulanık ağırlığı (Fuzzy weights of each criterion)

Kriterler	(\tilde{w}_i)		
Sportif (S)	0.098	0.193	0.395
Eğitsel (Eğt)	0.142	0.286	0.578
Eğlence (Eğl)	0.066	0.123	0.243
Ücret (Ü)	0.200	0.397	0.759

Örneğin, “Sportif” kriterinin bulanık ağırlığı Denklem 16’deki gibi hesaplanmıştır.

$$\tilde{w}_S = [(0.582 * 0.169); (0.852 * 0.227); (1.184 * 0.334)] = [0.098; 0.193; 0.395] \quad (16)$$

Adım 9 ve 10: Chou ve Chang [25] tarafından geliştirilen alan merkezi metodu ile \tilde{w}_i bulanık sayıları Denklem 17 kullanılarak durulaştırılmıştır. Durulaştırılmış (M_i) sayılarının Denklem 18 ile normalizasyonu yapılarak hesaplanan her bir kriter ağırlığı (N_i) Tablo 9’da verilmiştir.

$$M_i = \frac{lw_i + mw_i + uw_i}{3} \quad (17)$$

$$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (18)$$

Tablo 9. Durulaştırılmış (M_i) ve normalizasyonu yapılmış (N_i) kriter ağırlıkları (De-fuzzified (M_i) and normalized (N_i) relative weights of criteria)

Kriterler	M_i	N_i
Sportif (S)	0.229	0.197
Eğitsel (Eğt)	0.335	0.289
Eğlence (Eğl)	0.144	0.124
Ücret (Ü)	0.452	0.390

Benzer metodoloji alt kriterler için yapılarak alt kriterlerin yerel ağırlık dereceleri hesaplanmıştır. Bu değerler ana kriterlerin ağırlık dereceleri ile çarpılarak her bir alt kriterin global ağırlığı hesaplanmış ve Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Ana ve alt kriterlerin yerel ve global ağırlıkları (Local and global weights of main and sub criteria)

Ana ve Alt Kriter Ağırlıkları		Yerel Ağırlıklar	Global Ağırlıklar
Sportif (0.197)	Yüzme	0.336	0.066
	Basketbol	0.231	0.046
	Voleybol	0.181	0.036
	Jimnastik	0.160	0.032
	Diğer	0.093	0.018
Eğitsel (0.289)	İngilizce	0.539	0.156
	Satranç	0.289	0.084
	Eğitsel Oyun	0.172	0.050
	Dans	0.265	0.033
Eğlence (0.124)	Bowling	0.219	0.027
	Paten	0.219	0.027
	Animasyon	0.155	0.019
	Sinema/Kukla	0.071	0.009
Ücret (0.390)	Sosyal	0.071	0.009
			0.390

4.2. TOPSIS (TOPSIS)

Önem dereceleri belirlenen kriterlere göre alternatiflerin sıralanması için Bölüm 3.2’de anlatılan TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. 1. Adımda anlatılan, her bir alternatif okulun her bir kriterine göre sayısal değerini içeren karar matrisi Tablo 1’de verilmiştir. Adım 2-5 arası ise, TOPSIS yöntemi literatürde çokça uygulanan bir yöntem olduğu ve detayları Bölüm 3.2’de verildiği için bu kısımda yer almayıp *Ekler* kısmında verilmiştir. 2. Adımda hazırlanan ‘Normalize Karar Matrisi’ *Tablo Ek-1*’de, 3. Adımda hazırlanan ‘Ağırlıklandırılmış Normalize Edilmiş Karar Matrisi’ *Tablo Ek-2*’de, 4. Adımda hazırlanan ‘Pozitif ve Negatif İdeal Çözüm Setleri’ *Tablo Ek-3*’de, 5. Adımda hazırlanan her bir alternatif için ‘Pozitif ve Negatif İdeal Ayrım Ölçüleri’ *Tablo Ek-4*’de verilmiştir. 6. Adımda ise her bir alternatif okulun pozitif ideal sonuca yakınlığı ve sıralaması hesaplanıp Tablo 11’de sunulmuştur. 7. Adımda ise yakınlık değerlerine göre alternatifler sıralanmıştır.

Tablo 11. Alternatiflerin ideal sonuca yakınlık ve sıralamaları (Closeness to ideal solutions and the ranking of alternatives)

Alternatifler	Yakınlık	Sıralama
A-1	0.405	2
A-2	0.691	1
A-3	0.183	3

Görüldüğü üzere, incelenen 4 ana ve 15 alt kriterine göre 3 alternatif okul arasından, ideal sonuca en yakın olduğu için A-2 alternatifi seçilmiştir. Fakat verilen kararın kriter ağırlıklarına hassasiyetinin

de ölçülmesi gerekmekte ve bir sonraki kısımda incelenmektedir.

5. DUYARLILIK ANALİZİ (SENSITIVITY ANALYSIS)

Yaz okulu seçim probleminde karar verirken kullanılan 4 ana ve toplamda 15 alt kriterin ağırlıklarında oluşabilecek bir değişiklik verilen kararı etkileyebilir. Dolayısıyla ilk önce her bir ana kriter ağırlığına bağlı olarak bir duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. MS Excel v.2016 kullanılarak yapılan duyarlılık analizinde, her bir ana kriter ağırlığının toplam önem ağırlığındaki derecesi değiştirilerek incelenmiştir. Her bir ana kriter ağırlığına göre yapılan duyarlılık analizi Şekil 3.a-d'de verilmiştir. Ayrıca değişen ana kriter ağırlığına göre üç alternatifin yeni 'İdeal Sonuca Yakınlık' değerleri de gösterilmiştir.

Sonrasında ise, 15 alt kriterden karar verici için en önemli faaliyetler olan "Yüzme" ve "İngilizce" alt kriterlerine göre bir duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Yine aynı şekilde, MS Excel v.2016 kullanılarak yapılan duyarlılık analizinde, her bir alt kriter ağırlığının toplam önem ağırlığındaki derecesi değiştirilerek incelenmiştir. Şekil 4.a-b'de, değişen alt kriter ağırlıklarına göre üç alternatifin yeni 'İdeal Sonuca Yakınlık' değerleri gösterilmiştir.

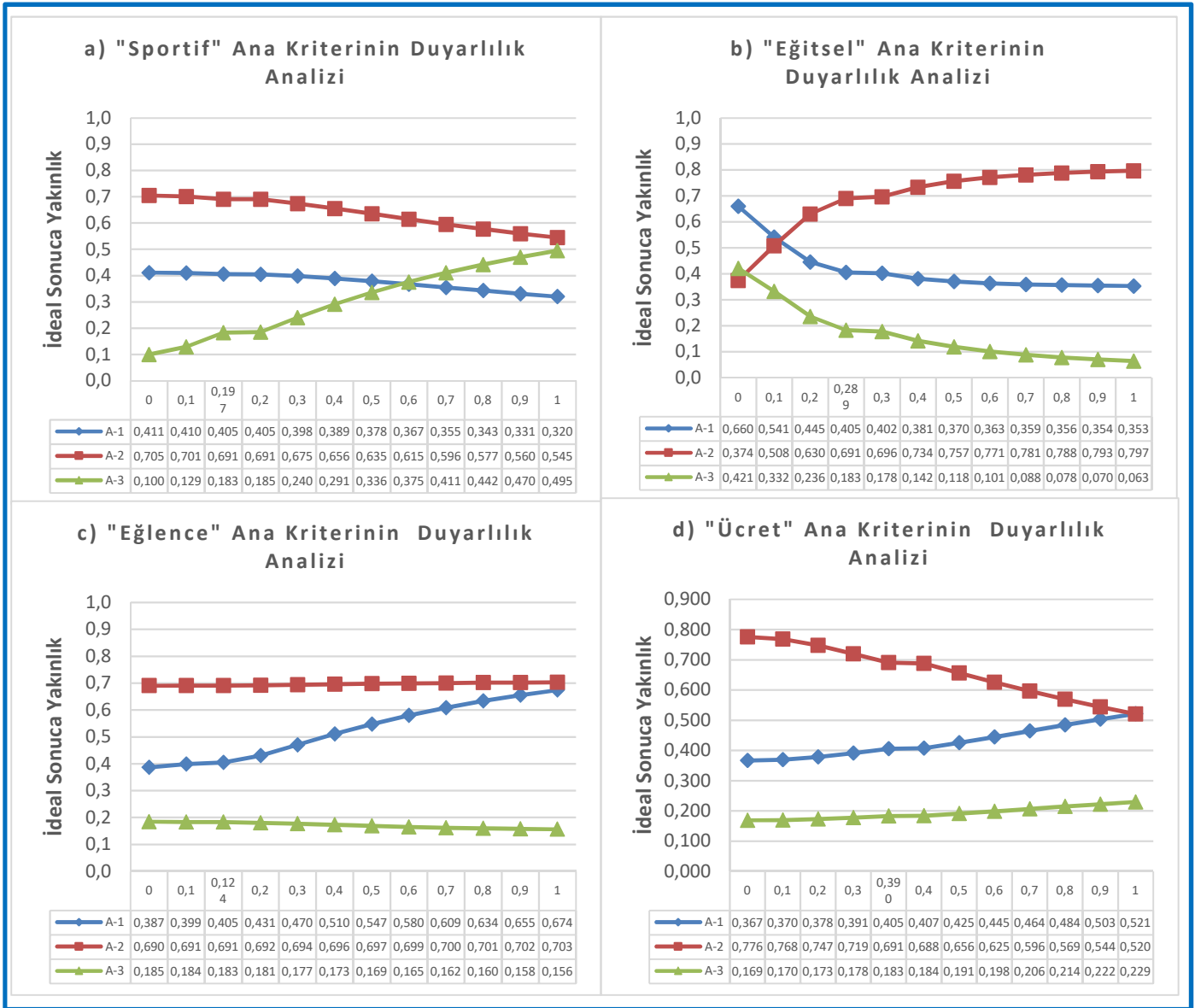
Şekil 3.a.'da görüldüğü üzere örnek uygulamada olduğu gibi "Sportif" ana kriter ağırlığı 0.197 olduğu durumda A-1, A-2 ve A-3 alternatiflerinin 'İdeal Sonuca Yakınlık' değerleri sırasıyla 0.405, 0.691 ve 0.183 olarak hesaplanmıştır. MS-Excel programı ile yapılan duyarlılık analizinde "Sportif" ana kriter ağırlığı, 0 ile 1 arasında hangi ağırlığı alırsa alsın A-2 alternatifinin diğer alternatiflere göre 'yakınlık' değeri daha yüksek çıkmaktadır. Bu sebepten dolayı, verilen karar "Sportif" ana kriter ağırlığından bağımsızdır denilebilir. Aynı durum Şekil 3.c.'de "Eğlence"

ve Şekil 3.d'de "Ücret" ana kriterleri için de geçerlidir. Sadece Şekil 3.d.'de "Ücret" kriter ağırlığı 1 olduğu durumda A-1 alternatifi A-2 alternatifinden 0.001 değerinde daha iyi çıkmıştır. Fakat ücret kriter ağırlığının en uç noktasında meydana gelen bu değişim sadece 0.001'lik bir fark oluşturduğu için bu karar değişimi göz ardı edilebilir bir durumdur.

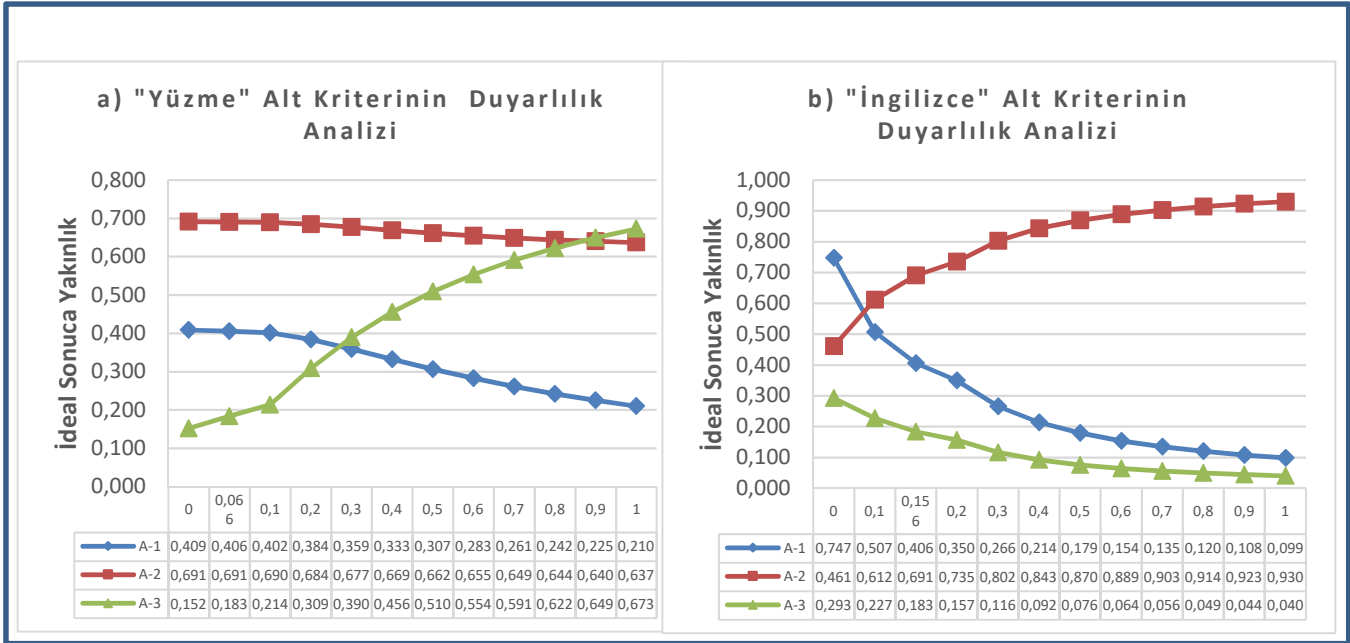
Diğer taraftan, Şekil 3.b.'de görüldüğü üzere, "Eğitsel" ana kriter ağırlığı mevcut durumdaki 0.289'dan 0.1 ve daha alt değerlere düştüğü zaman A-1 alternatifinin yakınlık değeri A-2 alternatifinden daha yüksek olmuştur. Bu da verilen kararın "Eğitsel" ana kriter ağırlığına duyarlı olduğunu göstermiştir.

Benzer şekilde 15 alt kriterden "Yüzme" ve "İngilizce" alt kriterlerinin farklı değerlerine göre yapılan duyarlılık analizinde verilen kararın her iki alt kriter ağırlığına bağlı olduğu Şekil 4.a.ve Şekil 4.b.'de görülmektedir. Şekil 4.a.'da "Yüzme" alt kriter ağırlığının değeri 0.9 ve üzeri değerler aldığı anda, A-3 alternatifi A-2 alternatifine göre tercih edilir duruma gelmiştir. Bunun sebebi ise A-3 alternatifin 375 dakika ile en yüksek sürede "Yüzme" etkinliği sunmasıdır. Şekil 4.b.'de ise "İngilizce" alt kriter ağırlığının değeri 0.1'den daha az olduğunda, A-1 alternatifi A-2 alternatifine tercih edilir olmuştur. Diğer bir deyişle İngilizce kriteri önemini yitirirse A-2 alternatifinin sunmuş olduğu 120 dakikalık İngilizce etkinliğinin hiçbir önemi kalmayacak ve A-1 alternatifi seçilecektir.

Yapılan duyarlılık analizini özetlemek gerekirse, verilen 'A-2 yaz spor okulunun seçimi' kararı, "Eğitsel" ana kriterinin ve "Yüzme" ile "İngilizce" alt kriterlerinin ağırlıklarına göre değişebilir. Fakat her üç durumda da bahsedilen değişimler kriter ağırlıklarının uç noktalarında gerçekleştiği için verilen kararın sabit olduğu söylenebilir.



Şekil 3.a-d. Ana Kriterlerin Farklı Önem Değerlerine Göre Duyarlılık Analizi (Sensitivity Analysis of Main Criteria with respect to Different Importance Values)



Şekil 4.a-b. Alt Kriterlerin Farklı Önem Değerlerine Göre Duyarlılık Analizi (Sensitivity Analysis of Sub Criteria with respect to Different Importance Values)

6. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu makalede, yaz spor okulları seçim problemine çok kriterli karar verme tekniklerinden Tereddütlü Bulanık AHP (HF-AHP) ve TOPSIS yöntemleri bütünleşik bir şekilde kullanılarak bir çözüm önerisi getirilmiştir. Her ne kadar okul seçim problemleri daha önce çalışılmış olsa bile, daha önce hiç çalışılmamış bir alan olan ‘yaz spor okulu tercih kriterleri’ incelenmiştir. Öncelikle bu karar verme problemine dair kriterler hiyerarşik olarak belirlenmiştir. Tespit edilen 4 ana, toplamda 15 alt kriterin göreceli ağırlıkları literatürde yeni olan Tereddütlü Bulanık AHP (HF-AHP) metodu ile hesaplanmıştır. İkinci adımda ise, TOPSIS yöntemi ile 3 alternatif arasından en iyi yaz spor okulu seçilmiştir. Son olarak verilen kararın, kriterlerin göreceli ağırlıklarına dair duyarlılık analizi yapılmıştır.

Bu çalışmanın literatüre olan katkısı üç başlıkta özetlenebilir. İlk olarak, daha önce hiç çalışılmamış bir alan olan yaz spor okulları seçimine bir çözüm önerisi sunmaktadır. Yaz spor okulu seçimi son yıllarda yükselen bir talep görmekte ve buna bağlı olarak, doğru yaz spor okulunu seçmek önemli bir karar verme problemi haline gelmektedir. İkinci katkısı ise, literatürde yakın zamanda ortaya çıkan “Tereddütlü Bulanık AHP –(HF-AHP)” metodunun bir karar verme probleminde kullanılmasıdır. HF-AHP genellikle ‘Tereddütlü’ tercih belirleme durumlarında sıkça başvurulan bir yöntem olmaya adaydır. Son katkısı ise, bu tarz okul seçim problemlerinde daha önce hiç başvurulmayan duyarlılık analizinin gerçekleştirilmesidir. Bu sayede verilen kararın kriter ağırlıklarına hassasiyeti ölçülebilir.

Yapılan çalışma kapsamlı bir çalışma olmasına rağmen, bazı ileri çalışmalara açık bir alandır. Öncelikle karar analizinin daha kapsayıcı olması adına birden çok karar vericinin görüşleri değerlendirilerek, bir grup karar verme çalışması geliştirilebilir. Diğer taraftan kriter listesi tesislerin yeterliliği, eğitmen

kadrosunun kalitesi gibi öznel verileri de içerebilir. Ayrıca kriter ağırlıklarına göre yapılan duyarlılık analizi verilen eğitim saatlerinin değişimine göre de incelenebilir. Bu sayede çift boyutlu bir hassasiyet analizi gerçekleştirilebilir. Son olarak yaz spor okullarının çeşitliliği, niteliği ve niceliği arttıkça diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinin farklı uygulamaları yapılabilir.

EKLER- TOPSIS Uygulama Adımları 2-5 (APPENDICES- TOPSIS Steps 2-5)

Tablo Ek-1. Adım 2: Normalize karar matrisi (Step 2: Standardized decision matrix)

	A-1	A-2	A-3
Yüzme	0,351	0,585	0,731
Basketbol	0,426	0,426	0,798
Voleybol	0,53	0,53	0,662
Jimnastik	0,302	0,302	0,905
Diğer	0,667	0,667	0,333
İngilizce	0	1,000	0
Satranç	0,894	0,447	0
Eğitsel oyun	0,707	0,707	0
Dans	0,707	0,707	0
Bowling	0,707	0,707	0
Paten	0,894	0,447	0
Animasyon	0,707	0,707	0
Sinema/kukla	0,894	0,447	0
Sosyal	0,156	0,156	0,975
Ücret	0,492	0,640	0,590

Tablo Ek-2. Adım 3: Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi (Step 3: Standardized weighted decision matrix)

	A-1	A-2	A-3
Yüzme	0,023	0,039	0,048
Basketbol	0,019	0,019	0,036
Voleybol	0,019	0,019	0,024
Jimnastik	0,01	0,01	0,029
Diğer	0,012	0,012	0,006
İngilizce	0	0,156	0
Satranç	0,075	0,037	0
Eğitsel oyun	0,035	0,035	0
Dans	0,023	0,023	0
Bowling	0,019	0,019	0
Paten	0,024	0,012	0
Animasyon	0,014	0,014	0
Sinema/kukla	0,008	0,004	0
Sosyal	0,001	0,001	0,009
Ücret	0,192	0,249	0,230

Tablo Ek-3. Adım 4: Pozitif ve negatif ideal çözüm setleri (Step 4: Positive and negative ideal solution sets)

	A*	A-
Yüzme	0,048	0,023
Basketbol	0,036	0,019
Voleybol	0,024	0,019
Jimnastik	0,029	0,001
Diğer	0,012	0,006
İngilizce	0,156	0
Satranç	0,075	0
Eğitsel oyun	0,035	0
Dans	0,023	0
Bowling	0,019	0
Paten	0,024	0
Animasyon	0,014	0
Sinema/kukla	0,008	0
Sosyal	0,009	0,001
Ücret	0,192	0,249

Tablo Ek-4. Adım 5: Her bir alternatif için pozitif ve negatif ideal ayırım ölçüleri (Step 5: Positive and negative ideal separation measures for each alternative)

	S_i^*	S_i^-
A-1	0,160	0,109
A-2	0,075	0,169
A-3	0,185	0,042

KAYNAKÇA (REFERENCES)

- [1] S. Duygulu, «TavsiyeEdiyorum.com» [Çevrimiçi]. Erişim Adresi: http://www.tavsiyeediyorum.com/makale_7038.htm. [Son Erişim:10 Ocak 2017]
- [2] A. Güreş, «Aydindenge.com» [Çevrimiçi]. Erişim Adresi: <http://www.aydindenge.com.tr/yazi/yardoc-dr-ali-gures/08/06/2013/yaz-spor-okullari>. [Son Erişim:10 Nisan 2017]
- [3] C. Polat ve Ö. Çelmeli, “Okul Öncesi Eğitim Kurumu Seçiminde Tüketici Tercih Etkenleri”, *Kastamonu Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı 8, 144-166, 2015.
- [4] Ü.H. Özden, “Analitik Hiyerarşi yöntemi ile ilkökul seçimi”, *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, CİLT XXIV, Sayı 1, 299-320, 2008
- [5] R. Radhakrishnan ve A. Kalaichelvi, “Selection of the best school for the children- A decision making model using extent analysis method on fuzzy analytic hierarchy process”, *International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology*, Cilt 3(5), 12334-12344, 2014.
- [6] Y. Cerit, K. Yıldız ve N. Akgün, “Üniversite seçiminde etkili olan faktörlere ilişkin eğitim fakültesi öğrencilerinin görüşleri”, *Milli Eğitim Dergisi*, Sayı 173, 314-330, 2007.

- [7] A. Göksu ve İ. Güngör, “Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 13(3), 1-26, 2008.
- [8] L. Zadeh, “Fuzzy Sets”, *Information and Control*, Cilt 8(3), 199-249, 1965.
- [9] V. Torra, “Hesitant Fuzzy Sets”, *International Journal of Intelligent Systems*, Cilt 25 (6), 529-539, 2010.
- [10] Rodriguez, R.M., Martinez, L. ve Herrera, F. “Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets for Decision Making”, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Cilt 20(1), 109-119, 2012.
- [11] H. Liu ve R.M. Rodriguez, “A fuzzy envelope for hesitant fuzzy linguistic term set and its application to multi-criteria decision making”, *Information Sciences*, Cilt 258, 220–238, 2014.
- [12] Z. Xu ve H. Liao, “Intuitionistic Fuzzy Analytical Hierarchy Process”, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Cilt 22(4), 749-761, 2014.
- [13] S. Çevik-Onar, B. Öztaysi ve C. Kahraman, “Strategic Decision Selection Using Hesitant Fuzzy TOPSIS and Interval Type-2 Fuzzy AHP: A Case Study”, *International Journal of Computational Intelligence Systems*, Cilt 7(5), 1002-1021, 2014.
- [14] W. Zhou, Z. Xu, M. Chen, “Preference relations based on hesitant-intuitionistic fuzzy information and their application in group decision making”, *Computers & Industrial Engineering*, Cilt 87, 163-175, 2015.
- [15] J. Hu, K. Xiao, X. Chen, Y. Liu, “Interval type-2 hesitant fuzzy set and its application in multi-criteria decision making”, *Computers & Industrial Engineering*, Cilt 87, 91-103, 2015.
- [16] M. Yavuz, B. Öztaysi, S. Çevik-Onar, ve C. Kahraman, “Multi-criteria Evaluation of Alternative Fuel Vehicles via a Hierarchical Hesitant Fuzzy Linguistic Model”, *Expert Systems with Applications*, Cilt 42 (5), 2835-2848, 2015.
- [17] B. Öztaysi, S. Çevik-Onar, E. Boltürk, C. Kahraman, “Hesitant Fuzzy Analytic Hierarchy Process”, *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, Istanbul, 2015.
- [18] C.L. Hwang, ve K. Yoon, *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications: A State of the Art Survey*, USA: Springer-Verlag, 1981.
- [19] S.J. Chen, C.L. Hwang *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Berlin, Springer-Verlag, ISBN: 978-3-540-54998-7, 1992.
- [20] S. Nadaban, S. Dzitac ve I. Dzitac, “Fuzzy TOPSIS”, *Procedia Computer Science*, Cilt 91, 823-831, 2016.
- [21] M.B. Ayhan, “Fuzzy TOPSIS Application for Supplier Selection Problem”, *International Journal of Information, Business and Management*, Cilt 5(2), 159-174, 2013
- [22] Y. Şahin ve A.A. Supçiller, “Tedarikçi Seçimi İçin Bir Karar Desterk Sistemi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, Cilt 3(2), 91-104, 2015.
- [23] Ö. Uygun ve A. Dede, “Performance Evaluation of Green Supply Chain Management Using Integrated Fuzzy Multi Criteria Decision Making Techniques”, *Computers & Industrial Engineering*, Cilt 102, 502-511, 2016.
- [24] V. Agrawal, V. Tripathi ve N. Seth, "B-School Selection by Fuzzy TOPSIS and AHP." *Innovative Solutions for Implementing Global Supply Chains in Emerging Markets*, ed. Ashish Dwivedi,

- Hershey, PA., 1-27 (2016), doi:10.4018/978-1-4666-9795-9.ch001
- [25] S-W. Chou ve Y-C. Chang, “The implementation factors that influence the ERP (Enterprise Resource Planning) Benefits”, *Decision Support Systems*, 46(1), 149-157, 2008.
- [26] R.M.Rodriguez, L. Martinez, ve F. Herrera, “A Group Decision Making Model Dealing with Comparative Linguistic Expressions Based on Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets”, *Information Sciences*, Cilt 241, 28-42, 2013.
- [27] S. Kır, H.R. Yazgan, B.Y. Erolan, G. Erbaş ve B. Altuntaş, “Kümeleme Yöntemi İle Oluşturulan İmalat Hücrelerinin Performanslarının Benzetim ve TOPSIS İle Değerlendirilmesi”, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt 3, 267-282, 2015.
- [28] Ö. Uygun, T.C. Kahveci, H. Taşkın, B. Priştine, “Readiness Assessment Model for Institutionalization of SMEs Using Fuzzy Hybrid MCDM Techniques”, *Computers & Industrial Engineering*, Cilt 88, 217-228, 2015.
- [29] G. Büyüközkan, O. Feyzioğlu ve O. Nebol, “Selection of the strategic alliance partner in logistics value chain”, *International Journal of Production Economics*, Cilt 113(1), 148-158, 2008.
- [30] M.B. Ayhan “A Fuzzy AHP Approach For Supplier Selection Problem: A Case Study In A Gearmotor Company. *International Journal of Managing Value and Supply Chains*, Cilt.4(3), 11-23, 2013.
- [31] M.B. Ayhan ve H.S. Kılıç “A Two Stage Approach for Supplier Selection Problem in Multi-Item/Multi-Supplier Environment with Quantity Discounts”, *Computers & Industrial Engineering*, Cilt 85, 1-12, 2015.
- [32] J.J. Buckley, “Fuzzy hierarchical analysis”, *Fuzzy Sets Systems*, Cilt 17(1), 233–247, 1985.