



International
SOCIAL SCIENCES
STUDIES JOURNAL



SSSjournal (ISSN:2587-1587)

Economics and Administration, Tourism and Tourism Management, History, Culture, Religion, Psychology, Sociology, Fine Arts, Engineering, Architecture, Language, Literature, Educational Sciences, Pedagogy & Other Disciplines in Social Sciences

Vol:5, Issue:50
sssjournal.com

pp.6635-6648
ISSN:2587-1587

2019
sssjournal.info@gmail.com

Article Arrival Date (Makale Geliş Tarihi) 15/09/2019 | The Published Rel. Date (Makale Yayın Kabul Tarihi) 23/11/2019
Published Date (Makale Yayın Tarihi) 23.11.2019

BİR HAVAYOLU ŞİRKETİ BİLGİ TEKNOLOJİ DEPARTMANI YAZILIM ŞİRKETİ SEÇİMİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

AN AIRLINE COMPANY INFORMATION TECHNOLOGY DEPARTMENT AN APPLICATION FOR SOFTWARE COMPANY SELECTION

Prof. Dr. Umman Tuğba ŞİMŞEK GÜRSOY

İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, tugbasim@istanbul.edu.tr, İstanbul/Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5143-4058>

Dr. Şeyma BOZKURT UZAN

seymabozkurtuzan@icloud.com, İstanbul/Türkiye
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3527-3730>



Article Type : Research Article/ Araştırma Makalesi

Doi Number : <http://dx.doi.org/10.26449/sss.1924>

Reference : Şimşek Gürsoy, U.T. & Bozkurt Uzan, Ş. (2019). “Bir Havayolu Şirketi Bilgi Teknoloji Departmanı Yazılım Şirketi Seçimine Yönelik Bir Uygulama”, International Social Sciences Studies Journal, 5(50): 6635-6648.

ÖZ

Bu çalışma, havayolu şirketi bilgi teknolojileri departmanı yazılım şirketi seçiminin çok kriterli karar verme teknikleri ile nasıl belirlendiğini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Araştırmanın evrenini Türkiye’de bulunan tüm havayolu şirketleri oluşturmaktadır. Araştırmanın örnekleme ise Türkiye’nin önde gelen lider pozisyonunda bulunan milli havayolu şirketi oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri “Saaty ölçeği” ile toplanmıştır. Ölçek, karar verici grup tarafından kriterlerin önem derecelerinin karşılıklı olarak değerlendirilmiştir. Araştırmada nitel ve nicel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma araştırma modeli kullanılmıştır. Bu araştırmanın sonucunda havayolu şirketi bilgi teknoloji departmanı yazılım şirketi seçimi AHP ile kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra, TOPSIS ve VIKOR yöntemi kullanılarak birinci tedarikçi firmanın en iyi seçim olacağı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok kriterli karar verme, AHP, TOPSIS, VIKOR, Tedarikçi seçimi, Havayolu

ABSTRACT

This study aims to investigate, how the selection of airline company information technology department software company is determined by multi criteria decision making techniques. Research population consist of all airline companies in Turkey and the sample consist of leading position in the national airline of Turkey. Data were collected with “ Saaty scale” . The scale was mutually evaluated by the decision-making group. In order to ensure the accuracy of the data mixed methods research was used combining both quantitative and qualitative research methods. The results of data analysis, after selecting the airline company information technology department software company, weights of criteria with AHP, TOPSIS and VIKOR methods were used together to select supplier company.

Keywords: Multi criteria desicion making, AHP, TOPSIS, VIKOR, Supplier selection, Airway

1. GİRİŞ

Son zamanlarda teknoloji ve bilgi sürekli olarak kendini yenilemektedir. Geçmişte sürekli olarak kullanılan ve her seferinde doğru yola ulaştıran bilgi, bugün geçerliliğini yitirdiği zaman istenilen sonuca ulaştıramaz. İstenilen sonuca ulaşamadığında ya da yaşanan olumsuz bir durumda ilerleyebilmek için en önemli nokta doğru bilgi ile hızlı karar verebilme yeteneğidir. Bu nedenle tüm sektörler doğru bilgiyi takip ederek, karar verme stratejilerini şirketlerine entegre etmelidir. Bu entegrasyonun en önemli adımı ise kişinin karar verme becerisiyle doğru orantılıdır. Seçenekler arasından en iyi getirinin ne olacağı

öngörülmedir ve bu öngörüler dâhilinde gelişmelere ayak uydurularak karar verme stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Karar verme çeşitli alternatiflerden arasından yapılan seçimlere denir. Doğru kararlar alırken kullanılması gereken bir beceri türüdür. Şirket üst düzey yetkilileri için karar verme becerisinin artmasındaki en önemli etken karar değerlerinin artmasıdır.(Koç ve Topaloğlu, 2010)

Tüm seçeneklerin, açıkça belli olan etkileri ile birlikte, gözden kaçan ama sayısal olarak açıklanamayan birçok etkiside vardır. Bu etkilerin analizi yapılması, hangi seçeneğin en çok katkısı olduğunun incelenmesi karar verici açısından yorucu ve çokça zaman kaybına sebep olmaktadır. Karar verici, genellikle faktörlerin anlaşılması için sezgilerini kullanmaktadır. (Yuluğkural, 2001)

İşletmelerin birçoğunun yönetsel süreçlerinin temelinde karar verme yer almaktadır. Yapılacak olan işin açıklanması, işin zamanlaması, işi kimlerin yapacağı, kullanılacak kaynakların belirlenmesi gibi sorunlar, kararların önceden belirlenmesini gerektirmektedir. Ulaşımı zor ve sınırlı olan bazı kaynaklar için kullanım kısıtlılığı olsaydı, tüm dünya için önemli bir karar verme sorunu olmazdı. Amaçların sayısı arttıkça karar verme süreçleri zorlaşmaktadır. Karar verme süreçlerinin idaresi yöneticilerin en önemli görevidir ve tüm işletme yönetimlerinde ulaşılmak istenen ana hedef optimum kararlar olarak, alınan kararların en doğru şekilde gerçekleştirilmesidir.

Bu tez çalışmasında, çok kriterli karar verme (ÇKKV) ve lojistik konuları birlikte ve alt başlıkları da dâhil edilerek ele alınacaktır.

2. TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Geleneksel yaklaşımda, tedarikçi seçimi performans değerlendirme sırasında fiyat, esneklik ve kaliteye odaklanmıştır. Günümüzde, bu parametrelere ek olarak, sürdürülebilirlik tedarik zincirinde çevresel ve sosyal baskılar nedeniyle satın alma süreci daha karmaşık hale geldiğinden hayati bir rol oynamaktadır. Tedarikçi seçimi, sürecin izlenmesi ve denetlenmesi, sürdürülebilirlik performansını iyileştirmek için tedarikçi bütünleşmesinden ve geliştirilmesinden çok daha önemlidir. Tedarik zincirinde sosyal boyutlara odaklanmak gerektiği ve yapılması gereken çok şey olduğu da açıktır. (Mani vd., 2014)

Günümüzde endüstri işletmeleri çok sayıda parçanın kullanıldığı ürünler üretmektedirler. İşletmelerin kendi ürünlerinin özelliklerinin artması üretimde kullanılan parça çeşit ve sayısını arttırmıştır. İşletmelerin üretimde kullandıkları parçaların tamamını kendilerinin üretmesi daha az masraflı olmamaktadır. İşletmeler bu nedenler üretim sırasında gerekli olan parçaların bir bölümünü başka işletmelerden tedarik etmektedirler. İşletmelerin üretimde kullandıkları ürünleri satın aldıkları işletmelere tedarikçi denir.

Tedarikçi değerlendirme sürecinin temel amacı, satın alma riskilerini azaltarak, alıcı firma için meydana gelen total değeri maksimize etmektir. Satın alan firma, uzun süreli iş ilişkisi geliştirebileceği tedarikçileri seçmelidir. Tedarikçiler alıcı firmanın güncel ve gelecekteki ihtiyaç ve beklentilerini karşılayabilmek için sürekli gelişim göstermelidir.

Tedarikçi seçiminde ve seçilen tedarikçilerin değerlendirilmesinde ortak değerlendirme kriterleri kullanmasına rağmen, değerlendirme yöntemlerinde işletmelerin ihtiyaç ve isteklerinin farklı olmasından dolayı bazı farklılıklar görülmektedir.

Tedarikçi seçimi yapılırken iki yol kullanılmaktadır:

Alternatifli Ortamda Tedarikçi Seçimi: İşletme tarafından önceden belirlenen performans ölçüm kriterleri doğrultusunda, alternatifler değerlendirilerek seçim gerçekleştirilir. İşletmenin belirlediği kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra, her bir alternatif değeri için kriterlerin ağırlıkları belirlenerek maksimum değerli tedarikçi firma seçilmektedir.

Performansa Göre Tedarikçi Seçimi: Performansa göre tedarikçi seçimi yönteminde tedarikçilerin işletme içi ve dağıtımına ilişkin performanslarına dair incelemeler dkkate alınarak tedarikçi seçimi yapılmaktadır. (Demirdöğen veKüçük, 2007)

3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), birçok alternatifin avantajları ve dezavantajları arasındaki travmaları içeren karmaşık durumlarda insanların daha iyi kararlar almasına yardımcı olmak için tasarlanmış çok kriterli karar analiz yöntemlerinden biridir [10]

AHS, karar verme sürecini matematiksel olarak modeller ve karmaşık problemlerin çözümünde kullanılır. Her ne kadar AHS'nin başlangıcı 1980'li yıllara dayansa da, karar verme süreçleri zaten ikili karşılaştırmalar ve benzeri ölçekleme teknikleri ile daha önceden bilinmekteydi. Özellikle ikili karşılaştırmalar yargısının (Law of comparative judgment) ilk kez Thurstone tarafından 1927 yılında ortaya atıldığı söylemek mümkündür. İkili karşılaştırma tekniğinde alternatifler; daha büyük, daha iyi, daha olumsuz, daha iyi görünümlü şeklinde karşılaştırılır ve analizler sonucunda alternatifler bir sayı doğrusu üzerinde gösterilir (Turgut & Baykul, 1992). Çok kriterli karar verme yöntemlerinin çözümü için birçok teknik geliştirilmiştir. AHP'de her bir kriterin önem derecelerini bulmak için öncelikle onların ağırlıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Sonrasında belirlenen bu ağırlıklarla birlikte kriterler kullanılarak, alternatifler arasından en iyi seçim yapılmaktadır. AHP karar alternatiflerini önem sırasına göre sıraya koyar. AHP; gruplara ve bireylere, karar verme sürecindeki sayısal ve sözel faktörleri birleştirme olanağı veren güçlü ve kolay anlaşılır bir yöntemdir. (Pamukçu, 2003)

Temel olarak, AHP yöntemi alternatifler ve kriterler için öncelikler geliştirerek alternatifleri değerlendirme üzerine çalışır. Bu öncelikler, eğer bir ölçek üzerine ölçüm var ise, bunların oransal değerlerinden, yok ise, ikişerli değerlendirmeler sonucu varılan yargılar ile üretilir. AHP yöntemi ile çok boyutlu ölçege sahip problem, tek boyutlu ölçek problemine dönüştürülür. (Saaty ve Vargas, 2012)

AHP, birçok alternatifin avantajları ve dezavantajları arasındaki travmaları içeren karmaşık durumlarda insanların daha iyi kararlar almasına yardımcı olmak için tasarlanmış çok kriterli karar analiz yöntemlerinden biridir. AHP analizi aşağıda açıklanmaktadır: (Singh vd., 2006)

İlk adım, kararın amacını, dikkate alınan alternatifleri ve alternatiflerin hedefe ulaşmak için ne kadar iyi beklenebileceğini belirlemek için kullanılacak kriterleri tanımlamaktan ibarettir. Ek olarak, farklı karar durumları ve / veya senaryoları tanımlanabilir. Bu karar unsurları daha sonra en üstteki amaç, en alttaki alternatifler ve aradaki kriterler ile hiyerarşik bir karar modeli şeklinde düzenlenir. Model, karar probleminin bir açıklaması ve kararın daha sonraki analiz için daha küçük, daha yönetilebilir bileşenlere bölünmesi için bir çerçeve olarak hizmet eder.

AHP analizinin ikinci aşamasında, alternatiflerin karar kriterlerini yerine getirmeleri için ne kadar iyi olabilecekleri hakkında bilgi toplanır ve özetlenir.

Üçüncü adımda, alternatiflerin kriterleri yerine getirme yeteneklerini karşılaştırmak ve kriterlerin kararın amacına göre önemini değerlendirilir. Model farklı karar perspektifleri veya senaryolar içeriyorsa, her biri için ayrı değerlendirmeler yapılır. Bütün bu kararları vermek için ikili karşılaştırmalar oluşturulur. Tüm karşılaştırmalar yapıldıktan sonra, karar unsurları arasında yapılan doğrudan ve dolaylı karşılaştırmaların sonuçlarını özetleyen normalleştirilmiş bir oran ölçeği olan "Normalize Edilmiş Matris" oluşturulur.. Kararların bir dizi ikili karşılaştırmalar içindeki iç tutarlılığı, tutarlılık oranı adı verilen bir ölçüm kullanılarak rutin olarak değerlendirilir. 0 tutarlılık oranı mükemmel tutarlılığı gösterir. Kurallara göre, 0.1'den küçük tutarlılık oranları kabul edilebilir olarak kabul edilir.

AHP'nin dördüncü aşamasında, üçüncü adımda oluşturulan ölçekler, alternatiflerin hedefe ulaşmalarının ne kadar iyi beklenebileceğini gösteren bir özet puan oluşturmak için birleştirilir. Bu, alternatiflerin kritere atanan önceliklerle ölçütleri ne kadar iyi yerine getirdiğini belirten puanları çarparak ve sonuçları ekleyerek ağırlıklı ortalama hesaplamaya benzer bir şekilde yapılır. Bire ilave olan ve genellikle yüzde olarak ifade edilen sonuç puanları, alternatifin kararın amacını yerine getirme konusundaki göreceli yeteneklerini göstermektedir.

3.2. TOPSIS

TOPSIS yöntemi, Hwang ve Yoon (1981) tarafından, seçilen alternatifin pozitif ideal çözüm (A*)'den en kısa mesafeye ve negatif ideal çözümden en uzak mesafeye (A-) sahip olması gerektiği kavramına dayanan ÇKKV problemlerini çözmek için geliştirilmiştir. Örneğin, pozitif ideal çözüm, işlevselliği en üst düzeye çıkarır ve maliyeti en aza indirir, negatif ideal çözüm ise maliyeti en üst düzeye çıkarır ve işlevselliği en aza indirir. TOPSIS sürecinde performans derecelendirmeleri ve kriterlerin ağırlıkları kesin değerler olarak verilmektedir. Son zamanlarda, TOPSIS tekniğine odaklanan birçok ilginç çalışma, tedarikçi seçimi, turizm destinasyon değerlendirmesi, finansal performans değerlendirmesi, yer seçimi, şirket değerlendirmesi ve taşıyıcı alternatiflerinin sıralaması dahil olmak üzere birçok alanda uygulamıştır. (Hanine vd. 2016)

Daha sonra tüm alternatiflerin pozitif ve negatif ideal çözümden olan uzaklıkları hesaplanır. Esas amaç, seçilen alternatifin pozitif ideal çözüme en yakın mesafede, negatif ideal çözüme ise en uzak mesafede

olmasıdır. Yani, pozitif ideal çözüme en yakın mesafede olan alternatif aynı zamanda negatif ideal çözüme en uzak mesafede olan alternatiftir.

TOPSIS yöntemi ELECTRE yönteminin temeli üzerine geliştirilmiştir. Bu nedenle iki yöntemin de ilk iki aşaması aynıdır. İki yöntemde de karar matrisi standartlaştırılarak başlanır ve ikinci aşamada kriterlerin ağırlık değerlerini karar vericiden alır. Bu aşamadan sonra yöntemler farklılaşır. TOPSIS ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak alternatifin optimum olduğunu gösterirken, ELECTRE alternatiflerden birinin diğerine olan üstünlüğüne göre eleme yapar. (Dumanoglu, 2010)

3.3. VIKOR

VIKOR yöntemi, çok sayıda kriter baz alınarak alternatifler arasındaki en uygun sıralama ve seçim hesaplamasını yapmayı hedeflemektedir. (Opricovic ve Tzeng, 2004)

İlk kez Opricovic tarafından ifade edilen VIKOR yöntemi, 2004 yılında Opricovic ve Tzeng tarafından çok kriterli karar verme problemlerinin süreçlerine dahil edilmiştir. VIKOR'un açılımı Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje'dir. Türkçe karşılığı ise çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözüm anlamına gelmektedir. Yöntemin temeli, alternatifler doğrultusunda ve değerlendirme kriterleri yardımıyla uzlaşık çözümün oluşturulmasıdır. Uzlaşık çözüm, ideal çözüme en yakın çözümdür. (Chu vd., 2007)

3.4. TOPSIS ve VIKOR Tekniklerinin Karşılaştırılması

Her iki yöntem de tüm kriterler için bir ölçek faktörü varsaymaktadır. Bu ölçek tüm kriter değerlerinin farklı birimleri için ortadan kaldırılmasını gerektirir. Yöntemlerle hesaplanan değerleri sıralamak için bir toplama işlemi yapılır. İki yöntem arasındaki temel fark toplam yaklaşımlarında görülür. VIKOR yöntemi, ideal çözümden olan mesafeleri temsil eden bir toplama işlevi sağlar. TOPSIS'e ek olarak, VIKOR yöntemi de avantajlı bir uzlaşma çözümü sunar. Normalleştirme prosedürleri her yöntemde farklıdır. VIKOR metodu doğrusal normalizasyon kullanırken, TOPSIS metodu vektör normalizasyonunu kullanır. Doğrusal normalizasyonda, normalleştirilmiş değer kriterlerin ilişkilerine bağlı değildir. TOPSIS yönteminde normalize edilmiş değer kriterler arası farklı değerlendirme yapıldığında farklı olabilir. TOPSIS yöntemi, ideal ve negatif ideal çözüm noktasından mesafeleri de içeren sıralama indeksini tanıtır ve, TOPSIS'teki bu mesafeler göreceli önemini dikkate alarak basitçe özetlenmeden toplanır.

TOPSIS metodu, kendi kendine bazılarını temsil edebilecek n boyutlu Öklid mesafesini kullanır. Toplam ve bireysel memnuniyet arasındaki dengeyi sağlar, ancak ağırlıkları v ile adlandırılarak, VIKOR'dan farklı bir şekilde kullanır. Her iki yöntem de bir sıralama listesi sunar yani bir sıralama yöntemidir. VIKOR'un en üst sıradaki alternatifi ideal çözüme en yakın değeri gösterir. Bununla beraber, TOPSIS'in en üst sıradaki alternatifi, sıralama endeksinin en iyisidir ve her zaman ideal çözüme en yakın olduğu anlamına gelmez. Ek olarak sıralamada, VIKOR yöntemi, avantajlı bir uzlaşma çözümü önerir. (Sarı, 2018)

4. LİTERATÜR TARAMASI

Literatür taraması sonucu Çok Kriterli Karar Verme AHP ve TOPSIS tekniklerinin birlikte ve ayrı ayrı uygulandığı görülmüştür. Literatür taramasında 2013-2018 yılları arasında kapsayan çalışmalar incelenmiştir. Çok Kriterli Karar Verme sürecinde AHP ve TOPSIS tekniklerinin birlikte ve ayrı ayrı kullanıldığı bazı çalışmalar aşağıda verilmektedir.

Bir çalışmada, Awasthi ve Chauhan (2012:573-584), sürdürülebilir şehir lojistik planlama için AHS ve bulanık TOPSIS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Teknik, sosyal, ekonomik ve çevresel olmak üzere 4 ana kriter altında yer alan toplam 16 alt kriter dikkate alınmıştır. Öncelikle AHS 30 yöntemi ile ağırlıklar belirlenmiş daha sonra bulanık TOPSIS yöntemi uygulanmıştır.¹

Bir çalışmada, Agasisti (2013) İtalya'daki ortaokulların etkinliğini ve yine Agasisti (2014), 20 Avrupa ülkesinin eğitimde kamu harcaması (etkinliğini veri zarflama analizi ile ölçmüşlerdir.²

Bir çalışmada Manap Davras ve Karaatlı (2014) otel işletmelerinde tedarikçi seçiminde AHP ve BAHF yöntemlerini beraber kullanmıştır.³

¹ Karaatlı, M., Ömürbek, N., Köse, G. (2014). Analitik Hiyerarşi Süreci Temelli TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri İle Futbolcu Performanslarının Değerlendirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Cilt:29, Sayı:1.

² Kaya Samut, P., (2014). İki Aşamalı Çok Kriterli Karar Verme ile Performans Değerlendirmesi: AHP ve TOPSIS Yöntemlerinin Entegrasyonu. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. Cilt.14. Sayı. 4.

³ Günay, Z., Ünal, Ö.F. AHP-TOPSIS Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi (Bir Telekomünikasyon Şirketi Örneği). PESA Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi. Cilt 2. Sayı 1.

Bir çalışmada, Kolios, Mytilinou, Lozano-Minguez ve Salonitis stokastik girdi değişkenlerini hesaba katan çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin bir uygulamasını ve genişletilmesini sunmuşlardır. Bu araştırma sonuçları, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile değerlendirilmiştir.⁴

Bir çalışmada, Uslu, Kızıloğlu, İşleyen ve Kahya açılması planlanan bir ilköğretim okulu için en uygun yerin belirlenmesi amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemine (CBS) dayalı Analitik Hiyerarşi Süreci AHP ve TOPSIS yöntemlerini içeren yeni bir çözüm yaklaşımı önerilmiştir.⁵

Bir çalışmada, Avcı ve Çınaroğlu Avrupa'nın önde gelen 5 havayolu işletmesinin 2012-2016 yıllarını içeren dönemde göstermiş oldukları finansal performansa göre sıralamalarının yapılması amaçlanmıştır. Havayolu işletmelerini finansal performanslarına göre kıyaslayabilmek için AHP (The Analytic Hierarchy Process) ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions) yöntemleri kullanılmıştır.⁶

5. KARAR PROBLEMİNİN ANALİZ EDİLMESİ

Havayolu IT departmanı tedarikçi seçimi sürecinde kriter ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla AHP yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla öncelikle karar problemi tasarlanmıştır.

Daha sonra, tasarlanan problem için veri toplama aşamasına geçilmiştir. Veri toplama aşamasında ise karar verici grup tarafından kriterlerin önem derecelerinin karşılıklı olarak değerlendirileceği bir anket formu hazırlanmıştır.

Kriterlerin önem sırasına göre değerlendirileceği anket formu ekte yer almaktadır.

Anket formu ikili karşılaştırmaların yapılması için tasarlanmıştır. Hiyerarşideki kriterlerin bir üst kademedeki kriterlere göre görece önemlerinin belirlenmesi için, ikili olarak karşılaştırılmalarını ifade etmektedir. İkili karşılaştırmalarda, A kriterinin B kriterine göre ne kadar önemli olduğu karar vericiye sorulduğunda, karar verici karşılaştırmaları 1-9 Puanlı Tercih Ölçeğine göre değerlendirmektedir.

5.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi'nin Excel ile Çözümü

AHP ile problem çözülürken, problemler matris işlemleri, Ms. Excel, Expert Choice, Super Decision, vb. gibi yöntemler kullanılmaktadır. 5.4. başlığında verilen karşılaştırma değerlerinin, elde edildiği anket formu yardımı ile Ms. Excel'de çözümü Şekil 4'te gösterilmektedir.

Tablo 1. Karşılaştırma Matrisi (Soru 1)

	B	C	D
4		Kurumsal Yetkinlik Düzeyi	Proje Çözümü
5	Kurumsal Yetkinlik Düzeyi	1	0,128788263
6	Proje Çözümü	7,764682691	1
7		8,764682691	1,128788263

Problemde verilen veriler Excel'e girilerek karar matrisi oluşturulur. Karar matrisi oluşturulduktan sonra 2. Adım olan Normalize Edilmiş Matrisin hesaplanması işlemine geçilir.

C6 hücresi =GEOORT('Anket 1'!C5;'Anket 2'!C5;'Anket 3'!C5;'Anket 4'!C5;'Anket 5'!C5), D5 hücresi =GEOORT('Anket 1'!D4;'Anket 2'!D4;'Anket 3'!D4;'Anket 4'!D4;'Anket 5'!D4), C7 hücresi =C5+C6, D7 hücresi =D5+D6

Excel'deki veri giriş işlemlerinden sonra, normalize edilmiş matrisi hesaplamak için sütun toplamları alınır. Her sütunun altındaki ilgili işlemlerin Excel formülasyonları yukarıda açıklanmaktadır.

Tablo 2. Normalize Edilmiş Matris

	B	C	D	E
10		Kurumsal Yetkinlik Düzeyi	Proje Çözümü	Öncelikler Vektörü / Satır Ortalama
11	Kurumsal Yetkinlik Düzeyi	0,114094262	0,114094262	0,114094262
12	Proje Çözümü	0,885905738	0,885905738	0,885905738
13		1	1	1

⁴ Kolios, K., Mytilinou, V., Lozano-Minguez, E., Salonitis, K. (2016). A Comparative Study of Multiple-Criteria Decision-Making Methods under Stochastic Inputs. MDPI Energies. 9(7).

⁵ Uslu A., Kızıloğlu K., İşleyen S. K. ve Kahya E. (2017). "Okul yeri seçiminde coğrafi bilgi sistemine dayalı AHP-TOPSIS yaklaşımı: Ankara ili örneği", Politeknik Dergisi, 20(4): 933-943.

⁶ Avcı T., Çınaroğlu E. (2018). Ahp Temelli Topsis Yaklaşımı İle Havayolu İşletmelerinin Finansal Performans Değerlemesi. C. Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 19, Sayı 1.

Her sütun elemanı ile ilgili sütun toplamına bölünür.

C11 hücresi =C5/\$C\$7, C12 hücresi =C6/\$C\$7, D11 hücresi =D5/\$D\$7, D12 hücresi =D6/\$D\$7, E11 hücresi =ORTALAMA(C11:D11), E12 hücresi =ORTALAMA(C12:D12), C13 hücresi =TOPLA(C11:C12), D13 hücresi =TOPLA(D11:D12), E13 hücresi =TOPLA(E11:E12)

Tüm hücrelerdeki formüllerin tanımları yapılmıştır. Öncelikler vektörüne göre Kurumsal Yetkinlik Düzeyinin ağırlığı 0,114094262 iken, Proje Çözümü ağırlığı 0,885905738 olarak hesaplanmıştır.

Bir sonraki adımda karşılaştırmalarda tutarsızlık olup olmadığı hesaplanmaktadır. Tüm öncelikler matrisinin hesaplanmasında Excel'in DÇARP fonksiyonu kullanılmaktadır. Karşılaştırma matrisi ile ortalamalar çarpılarak tüm öncelikler matrisi elde edilmektedir. İşlemler Şekil 6'da gösterilmiştir.

Tablo 3. Tüm Öncelikler Matrisi

	A	B	C
14	Tüm öncelikler matrisi		Öncelikler vektörüne böl.
15		0,228188523	2
16		1,771811477	2
17			2

B15 hücresi =DÇARP(C5:D6;E11:E12), B16 hücresi =DÇARP(C5:D6;E11:E12), C15 hücresi =B15/E11, C16 hücresi =B16/E12, C17 hücresi =ORTALAMA(C15:C16)

Daha sonra tüm öncelikler matrisinin değerleri ortalama değerlere tek tek bölünür. Elde edilen değerlerin ortalaması λ_{maks} değerini verir.

	A	B	C
19	Uyum indeksi- CI	0	
20			
21	Tutarlılık oranı- CR	0	TUTARLI

B19 hücresi =(2-2)/1

Sonuç olarak, $0 < 0,1$ 'dir ve sonuç uyum sınırları içindedir. Karşılaştırmalardaki tutarsızlığın kabul edilebilir sınırlar dahilinde olduğu söylenebilir.

Yapılan bu hesaplamalar diğer alt kriterler için de tekrarlanmış ve elde edilen sonuçlar tablo halinde Ek 1'de sunulmuştur.

Alan Uzmanlığı ve Referanslar kriterlerinin ağırlıkları sırasıyla %63 ve %37 olarak hesaplanmıştır. Firma Yaşı, Mobil Uygulama Geliştirme Ciroosu, Mobil Uygulama Ciroo %'Si, Mobil Uygulama Geliştirilen Platform Zenginliği ve Toplam Mobil Ekip Personel Sayısı kriterlerinin ağırlıkları tabloda yer almaktadır. Nitelikli Uygulamalar ve Referanslar Değerlendirme Puanı kriterlerinin ağırlıkları sırasıyla %75 ve %25 olarak hesaplanmıştır. Gereksinimlerin Karşılabilirliği, Proje Ekibi Teknik Yetkinliği, Teknik Çözüm Özeti, Taslak Proje Planı, Barındırma Çözümü ve Bilet Satış Prototipi kriterlerinin ağırlıkları tabloda yer almaktadır.

Tablo 4. Kriterlerin Ağırlıkları

Ana Kriter	Alt Kriter	Alt Kriter	Ağırlıklar
Kurumsal Yetkinlik Düzeyi			0,11
	Alan Uzmanlığı		0,63
		Firma Yaşı	0,06
		Mobil Uygulama Gel. Ciroosu	0,13
		Mobil Uygulama Ciroo %'si	0,35
		Mobil Uygulama Gel. Platform Zenginliği	0,25
	Referanslar	Toplam Mobil Ekip Personel Sayısı	0,20
			0,37
		Nitelikli Uygulamalar	0,75
		Referans Değerlendirme Puanı	0,25
		0,89	
Proje Çözümü	Gereksinimlerin Karşılabilirliği	0,40	
	Proje Ekibi Teknik Yetkinliği	0,23	
	Teknik Çözüm Özeti	0,11	
	Taslak Proje Planı	0,10	
	Barındırma Çözümü	0,10	
	Bilet Satış Prototipi	0,05	
		0,11	

Karşılaştırmalar sonucu, bulunan kriterlerin ağırlık değerleri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Ana kriterlerden, Proje Çözümü öncelikli orana sahip olduğu söylenebilir. Alt kriterler arasında, Alan Uzmanlığı ve Gereksinimlerin Karşılabilirliği en yüksek oranlara sahip çıkmıştır. Bir alt kriterler arasında ise, Mobil Uygulama Ciro %'si ve Nitelikli Uygulamalar en yüksek orana sahip olarak hesaplanmıştır.

5.2. TOPSIS Yönteminin Excel ile Çözümü

Bu tez kapsamında, AHP yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra, tedarikçi seçimi için kullanılan yöntemlerden biri olan TOPSIS yöntemi kullanılarak sonuç elde edilmiştir. TOPSIS ile problem çözümlenirken, problemler matris işlemleri, Ms. Excel, Expert Choice, Super Decision, vb. gibi yöntemler kullanılmaktadır. AHP ile elde edilen kriterlerin ağırlıkları kullanılarak, TOPSIS yöntemi tedarikçi seçimi Ms. Excel çözümü aşağıdaki şekillerde işlem sırasına göre gösterilmektedir.

Tablo 5. TOPSIS Karar Matrisi

KARAR MATRİSİ													
AĞIRLIKLAR	0,09	0,24	0,28	0,2	0,17	0,87	0,12	0,4	0,22	0,1	0,1	0,05	0,11
	Firma Yaşı	Mobil uygulama geliştirme cirosu	Mobil uygulama ciro %'si	Mobil uygulama geliştirilen platform zenginliği	Toplam mobil ekip personel sayısı	Nitelikli uygulamalar	Referans değerlendirme puanı	Gereksinimlerin Karşılabilirliği	Proje Ekibi Teknik Yetkinliği	Teknik Çözüm Özeti	Taslak Proje Planı	Barındırma Çözümü	Bilet Satış Prototipi
1	100	100	100	100	100	90	70	88	47	20	50	70	90
2	70	29,3	100	100	77,6	85	70	97	28	0	60	80	55
3	100	31,7	1	100	46,1	50	70	82	54	85	40	80	45
4	90	94	63	100	93	67	70	89	37	64	45	72	52
5	74	63	38	101	69	57	71	85	35	34	56	76	45
46	89	53	89	142	76	56	112	92	53	1	42	79	78
47	89	54	9	143	64	60	113	82	40	70	40	77	46
48	72	75	43	144	53	75	114	89	37	62	47	78	90
49	96	43	71	145	50	80	115	89	42	26	48	78	71
50	87	54	80	146	71	71	116	91	51	30	46	77	71

Karar matrisi tedarikçi seçimi sürecinin başında oluşturulmaktadır. Karar matrisinin satırları alternatifleri, sütunları ise kriterleri göstermektedir.

Tablo 6. Karar Matrisi Normalizasyon İşlemi

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
59	NORMALİZASYON İŞLEMİ													
60														
61		Firma Yaşı	Mobil uygulama geliştirme cirosu	Mobil uygulama ciro %'si	Mobil uygulama geliştirilen platform zenginliği	Toplam mobil ekip personel sayısı	Nitelikli uygulamalar	Referans değerlendirme puanı	Gereksinimlerin Karşılabilirliği	Proje Ekibi Teknik Yetkinliği	Teknik Çözüm Özeti	Taslak Proje Planı	Barındırma Çözümü	Bilet Satış Prototipi
62														
63	1	10000	10000	10000	10000	10000	8100	4900	7744	2209	400	2500	4900	8100
64	2	4900	858,49	10000	10000	6021,76	7225	4900	9409	784	0	3600	6400	3025
65	3	10000	1004,89	1	10000	2125,21	2500	4900	6724	2916	7225	1600	6400	2025
66	4	5776	5625	6084	10000	4356	4900	4900	7744	1156	5329	1936	5625	3249
67	5	6724	961	8649	10201	6724	3844	5041	7056	1521	2704	2500	6400	7056
108	46	9025	3136	1369	20164	8464	3969	12544	7744	900	4900	1936	5625	7396
109	47	6724	9604	4624	20449	3600	7569	12769	8100	1024	4225	2601	5041	3969
110	48	7744	3481	16	20736	9604	3969	12996	8464	2401	5329	3136	4900	2704
111	49	10000	2916	5041	21025	4096	7921	13225	8100	1156	7056	3136	5476	4624
112	50	9801	3364	1156	21316	3721	6724	13456	9025	2500	1369	2916	5476	4225
113	KAREKÖK-TC	599,272058	495,660549	411,616326	865,858533	535,124257	504,884145	655,630231	624,217911	304,563622	361,792758	346,563126	537,245754	488,808756

Karar matrisinin her bir kriterine ait değerlerin karelerinin toplamının karekökü alınarak, sütunun ilgili elemanının, çıkan değere bölünmesiyle normalizasyon işlemi tamamlanmış olur.

B113 hücresi için; $=\text{KAREKÖK}(\text{TOPLA}(B63:B112))$, C113 hücresi için; $=\text{KAREKÖK}(\text{TOPLA}(C63:C112))$, G113 hücresine kadar aynı formül sürüklenerek kopyalanır.

Tablo 7. TOPSIS Normalize Matris

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
16	NORMALİZE MATRİS													
17														
18		Firma Yaşı	Mobil uygulama geliştirme ciro %'si	Mobil uygulama ciro %'si	Mobil uygulama geliştirilen platform zenginliği	Toplam mobil ekip personel sayısı	Nitelikli uygulamalar	Referans değerlendirme puanı	Gereksinimlerin Karşlanabilirliği	Proje Ekibi Teknik Yetkinliği	Teknik Çözüm Özeti	Taslak Proje Planı	Barındırma Çözümü	Bilet Satış Prototipi
19														
20	1	0,166515484	0,213314977	0,251961918	0,115492307	0,191906425	0,177550023	0,106767499	0,13859763	0,163815778	0,063664572	0,147398384	0,132048444	0,182153022
21	2	0,116560839	0,062501288	0,251961918	0,115492307	0,148919386	0,167686133	0,106767499	0,152772388	0,097592378	0	0,176878061	0,150912508	0,111315736
22	3	0,166515484	0,067620848	0,002519619	0,115492307	0,088468862	0,098638902	0,106767499	0,129147792	0,188213873	0,27057443	0,117918707	0,150912508	0,091076511
23	4	0,128216922	0,18345088	0,057951241	0,115492307	0,15352514	0,169658911	0,106767499	0,148047468	0,156844894	0,031832286	0,156242287	0,149026101	0,157865953
64	45	0,129882077	0,162119383	0,005039238	0,162844154	0,143929819	0,12033946	0,169302748	0,141747576	0,115019589	0,054114886	0,147398384	0,147139695	0,149770263
65	46	0,126551768	0,072527092	0,178892962	0,163999077	0,128577305	0,136121685	0,170827998	0,137022657	0,111534147	0,098680086	0,120866675	0,133934851	0,1801291
66	47	0,15152909	0,102391189	0,181412581	0,165154	0,16695859	0,177550023	0,172353248	0,151197414	0,111534147	0,159161429	0,144450416	0,145253289	0,153818108
67	48	0,163185174	0,174918281	0,045353145	0,166308923	0,09019602	0,102584458	0,173878498	0,152772388	0,181242988	0,229192458	0,150346352	0,143366882	0,143698495
68	49	0,166515484	0,168518832	0,158736008	0,167463846	0,159282333	0,128230572	0,175403748	0,132297738	0,108048705	0,076397486	0,150346352	0,13959407	0,135602805
69	50	0,144868471	0,153586784	0,103304386	0,168618769	0,101710405	0,102584458	0,176928998	0,137022657	0,18472843	0,184627258	0,135606513	0,150912508	0,117387503

Her bir alternatif değeri, karelerinin toplamının karekökü alınan değerlere bölünmüştür ve normalize matris değerleri aşağıdaki formüller ile elde edilmiştir.

B20 hücresi için ; =B8/\$B\$113, B21 Hücresi için; =B9/\$B\$113,

Tümüne kopyalanarak işlemler tamamlanır.

Tablo 8. TOPSIS Ağırlıklandırılmış Normalize Matris

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
172	AĞIRLIKLANDIRILMIŞ NORMALİZE MATRİS														
173															
174		Firma Yaşı	Mobil uygulama geliştirme ciro %'si	Mobil uygulama ciro %'si	Mobil uygulama geliştirilen platform zenginliği	Toplam mobil ekip personel sayısı	Nitelikli uygulamalar	Referans değerlendirme puanı	Gereksinimlerin Karşlanabilirliği	Proje Ekibi Teknik Yetkinliği	Teknik Çözüm Özeti	Taslak Proje Planı	Barındırma Çözümü	Bilet Satış Prototipi	
175															
176	1	0,014650443	0,048744518	0,070233696	0,023098461	0,033390061	0,160846764	0,0128121	0,055758708	0,033052186	0,005247609	0,014141627	0,006569854	0,020399843	
177	2	0,01025531	0,014282144	0,070233696	0,023098461	0,025910687	0,151910833	0,0128121	0,061461303	0,019690664	0	0,016969952	0,007508405	0,012466571	
178	3	0,014650443	0,015452012	0,000702337	0,023098461	0,015392818	0,089359313	0,0128121	0,051956978	0,037974851	0,022302338	0,011313301	0,007508405	0,010199922	
179	4	0,013038895	0,029246711	0,009832717	0,023098461	0,018030633	0,116167108	0,0128121	0,053224221	0,026723044	0,007609033	0,014141627	0,007320695	0,011559911	
221	46	0,014503939	0,033146272	0,063210327	0,032799815	0,023373042	0,144762088	0,020499936	0,060194059	0,028832758	0,018629012	0,015272957	0,006757564	0,016999869	
222	47	0,012452877	0,018522917	0,002107011	0,0330308	0,026712048	0,089359313	0,02068239	0,054491464	0,030942472	0,016005207	0,015272957	0,007039129	0,019039854	
223	48	0,010987833	0,042407731	0,028795816	0,033261785	0,015693328	0,128677411	0,02086542	0,056392329	0,020393902	0,02177577	0,013575961	0,006851419	0,018133194	
224	49	0,011720355	0,048257073	0,018260761	0,033492769	0,026044247	0,144762088	0,02104845	0,058293194	0,036568375	0,002099044	0,015272957	0,007132984	0,017906529	
225	50	0,012599381	0,021935033	0,030902826	0,033723754	0,019032335	0,110805549	0,02123148	0,059560438	0,028832758	0,019153773	0,014141627	0,006663709	0,019493184	
226	İDEAL ÇÖZÜM DEĞERLERİ		0,01465044	0,04874452	0,0702337	0,03372375	0,03339006	0,16084676	0,02123148	0,0614613	0,03797485	0,02230234	0,01696995	0,0075084	0,02039984
227	NEGATİF İDEAL ÇÖZÜM DEĞERLERİ		0,01025531	0,01428214	0,00070234	0,02309846	0,01539282	0,08935931	0,0128121	0,05195698	0,01969066	0	0,0113133	0,00656985	0,01019992
228	NEGATİF İDEAL ÇÖZÜM DEĞERLERİ		0,01025531	0,01428214	0,00070234	0,02309846	0,01539282	0,08935931	0,0128121	0,05195698	0,01969066	0	0,0113133	0,00656985	0,01019992
229	NEGATİF İDEAL ÇÖZÜM DEĞERLERİ		0,01025531	0,01428214	0,00070234	0,02309846	0,01539282	0,08935931	0,0128121	0,05195698	0,01969066	0	0,0113133	0,00656985	0,01019992

Her alternatifin, kriterlere göre değerleri, ilgili kriterin ağırlıkları ile çarpılarak Şekil 10'da gösterildiği gibi Ağırlıklandırılmış Normalize Matris elde edilir.

B176 hücresi için; =B8*\$B\$5*B120, B177 hücresi için; =B9*\$B\$5*B121,

Daha sonra tüm hücreler için aynı işlem kopyalanır.

Matris sonuna İdeal Çözüm Değerleri ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri olmak üzere iki yeni hücre eklenir. Burada amaç İdeal Çözüm Değerleri arasında maksimum olanı, Negatif İdeal Çözüm Değerleri arasında minimum olanı bulmaktır.

B226-B227 hücresi için; =MAK(B176:B225), C226-C227 hücresi için; =MAK(C176:C225) ,

Aynı satırdaki diğer hücreler için işlem kopyalanır.

B228-B229 hücresi için; =MİN(B176:B225), C228-C229 hücresi için; =MİN(C176:C225)

Aynı satırdaki diğer hücreler için işlem kopyalanır.

Tablo 9. TOPSIS İdeal ve İdeal Olmayan Noktalara Uzaklık Değerlerinin Elde Edilmesi

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
233	İdeal Uzaklıklar Tablosu															
234		Firma Yaşı	Mobil uygulama geliştirme ciro	Mobil uygulama ciro %'si	Mobil uygulama geliştirilen platform zenginliği	Toplam mobil ekip personel sayısı	Nitelikli uygulamalar	Referans değerlendirme puanı	Gereksinimlerin Karşılabilirliği	Proje Ekibi Teknik Yetkinliği	Teknik Çözüm Özeti	Taslak Proje Plan	Barındırma Çözümü	Bilet Satış Prototipi	TOPLAM	KAREKÖK
236	1	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0001129	0,0000000	0,0000000	0,0000709	0,0000325	0,0000262	0,0004363	0,0000078	0,0000009	0,0000000	0,00068756	0,0262213
237	2	0,0000194	0,0012447	0,0000000	0,0001129	0,0000558	0,0000766	0,0000709	0,0000000	0,0003613	0,0007462	0,0000000	0,0000000	0,0000610	0,00274865	0,05242759
238	3	0,0000000	0,0011616	0,0040633	0,0001129	0,0003229	0,0049021	0,0000709	0,0000903	0,0000000	0,0000000	0,0000314	0,0000000	0,0001008	0,01085616	0,1041929
239	4	0,0000017	0,0000122	0,0039816	0,0001129	0,0001522	0,0000031	0,0000709	0,0000486	0,0002357	0,0005354	0,0000227	0,0000000	0,0000363	0,00521322	0,07220263
281	46	0,0000146	0,0008090	0,0033581	0,0000009	0,0002455	0,0011060	0,0000005	0,0000678	0,0000021	0,0003843	0,0000050	0,0000006	0,0000681	0,00606262	0,07786283
282	47	0,0000135	0,0001815	0,0003984	0,0000005	0,0001961	0,0027574	0,0000003	0,0000000	0,0001545	0,0005656	0,0000133	0,0000002	0,0000390	0,0043202	0,06572821
283	48	0,0000014	0,0010521	0,0016455	0,0000002	0,0003122	0,0001961	0,0000001	0,0000325	0,0000000	0,0003124	0,0000028	0,0000000	0,0000004	0,00355576	0,05963019
284	49	0,0000002	0,0006477	0,0003984	0,0000001	0,0001605	0,0005178	0,0000000	0,0000787	0,0000192	0,0006944	0,0000003	0,0000001	0,0000012	0,00251864	0,05018606
285	50	0,0000157	0,0007261	0,0001061	0,0000000	0,0000538	0,0004412	0,0000000	0,0000036	0,0002827	0,0003012	0,0000001	0,0000000	0,0000241	0,00195461	0,04421098

B236 hücresi için; $= (B176 - \$B\$226)^2$, C236 hücresi için; $= (C176 - \$C\$226)^2$

Bu işlemler tüm hücreler için tekrarlanır. Açılan iki yeni sütunda için tüm satırların önce toplamları, daha sonra toplamlarının karekökü alınmıştır.

O236 hücresi için; $= \text{TOPLA}(B236:N236)$, P236 hücresi için; $= \text{KAREKÖK}(O236)$,

Bu işlemler tüm satırlar için tekrarlanır.

Tablo 10. TOPSIS Negatif İdeal Uzaklıklar Tablosu

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
288	NEGATİF İDEAL UZAKLIKLAR TABLOSU															
289		Firma Yaşı	Mobil uygulama geliştirme ciro	Mobil uygulama ciro %'si	Mobil uygulama geliştirilen platform zenginliği	Toplam mobil ekip personel sayısı	Nitelikli uygulamalar	Referans değerlendirme puanı	Gereksinimlerin Karşılabilirliği	Proje Ekibi Teknik Yetkinliği	Teknik Çözüm Özeti	Taslak Proje Plan	Barındırma Çözümü	Bilet Satış Prototipi	TOPLAM	KAREKÖK
291	1	1,936E-05	1,094E-03	4,441E-03	0,000E+00	2,957E-04	4,992E-03	0,000E+00	1,427E-05	1,858E-04	3,155E-05	7,949E-06	0,000E+00	1,020E-04	0,01118367	0,10575287
292	2	0,000E+00	0,000E+00	4,441E-03	0,000E+00	1,010E-04	3,822E-03	0,000E+00	8,919E-05	0,000E+00	0,000E+00	3,180E-05	8,772E-07	5,035E-06	0,0084905	0,09214392
293	3	1,936E-05	1,261E-06	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,479E-04	5,698E-04	0,000E+00	8,772E-07	0,000E+00	0,00093918	0,030646
294	4	1,936E-05	1,931E-04	1,798E-03	0,000E+00	8,561E-07	2,624E-03	0,000E+00	6,699E-05	2,270E-04	9,117E-05	6,439E-06	5,614E-07	9,310E-05	0,00512074	0,07155936
295	5	5,378E-07	9,741E-04	2,095E-03	5,335E-08	1,170E-04	1,376E-03	3,350E-08	5,708E-05	2,491E-04	5,174E-04	1,145E-05	7,105E-07	5,821E-05	0,00545664	0,07386905
336	46	0,000E+00	3,808E-04	3,429E-03	9,412E-05	3,636E-05	1,650E-03	5,909E-05	1,427E-05	1,287E-05	3,435E-04	1,145E-05	8,772E-09	2,220E-05	0,00605447	0,07781049
337	47	1,138E-05	7,039E-04	1,309E-04	9,865E-05	8,561E-07	1,376E-03	6,194E-05	9,910E-06	2,491E-04	1,262E-04	5,087E-06	3,509E-08	8,509E-06	0,00278242	0,05274866
338	48	3,098E-06	8,068E-04	1,421E-03	1,033E-04	8,502E-05	2,808E-05	6,486E-05	3,964E-07	4,169E-05	3,230E-04	1,558E-05	0,000E+00	3,948E-05	0,00293212	0,0541491
339	49	3,636E-06	7,804E-04	7,992E-04	1,080E-04	3,262E-05	3,195E-03	6,784E-05	2,537E-05	3,294E-05	6,632E-05	3,180E-05	2,193E-07	6,092E-06	0,00514935	0,071759
340	50	8,605E-08	4,181E-04	2,832E-04	1,129E-04	6,311E-05	3,120E-04	7,089E-05	9,910E-06	5,146E-05	3,155E-05	3,895E-06	3,158E-07	2,220E-05	0,00137964	0,03714345

B291 hücresi için; $= (B176 - \$B\$228)^2$, C291 hücresi için; $= (C176 - \$C\$228)^2$

Bu işlemler tüm hücreler için tekrarlanır. Açılan iki yeni sütunda için tüm satırların önce toplamları, daha sonra toplamlarının karekökü alınmıştır.

O291 hücresi için; $= \text{TOPLA}(B291:N291)$, P291 hücresi için; $= \text{KAREKÖK}(O291)$,

Bu işlemler tüm satırlar için tekrarlanır.

Tablo 11. TOPSIS İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri Tablosu

	A	B	C	D
344	İDEAL VE NEGATİF İDEAL ÇÖZÜM DEĞERLERİ TABLOSU			
345		İdeal Çözüm	Negatif İdeal Çözüm	
346	1	0,025	0,102	
347	2	0,049	0,088	
348	3	0,102	0,031	
349	4	0,078	0,034	
390	45	0,057	0,069	
391	46	0,032	0,082	
392	47	0,061	0,071	
393	48	0,089	0,035	
394	49	0,074	0,048	
395	50	0,045	0,078	

İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri Tablosu'da, Şekil 12 ve Şekil 13'te karekök sütunundaki değerler yer almaktadır. Burada ama. İdeal çözüme en kısa mesafeyi, negatif ideal çözüme en uzak mesafeyi hesaplamaktır.

Tablo 12. TOPSIS Sonuç Tablosu

Sonuç Tablosu				
	İdeal Çözüm	Negatif İdeal Çözüm	İdeal Çözümüne Göreli Yakınlık	Sıra Sayısı
1	0,024	0,106	0,818	1
2	0,050	0,092	0,648	10
3	0,105	0,031	0,225	50
4	0,077	0,059	0,435	36
5	0,068	0,049	0,421	41
6	0,053	0,065	0,550	17
7	0,049	0,071	0,594	14
8	0,082	0,042	0,337	44
9	0,058	0,068	0,538	20
10	0,040	0,078	0,659	8
11	0,084	0,049	0,368	42
12	0,054	0,065	0,544	18
13	0,082	0,040	0,326	46
14	0,072	0,054	0,426	39
15	0,048	0,066	0,578	16
16	0,038	0,079	0,675	5
17	0,067	0,071	0,513	26
18	0,072	0,066	0,478	30
19	0,049	0,073	0,600	13
20	0,060	0,058	0,495	29
21	0,047	0,074	0,611	12
22	0,036	0,084	0,700	4
23	0,085	0,029	0,257	49
24	0,057	0,060	0,513	25
25	0,044	0,080	0,643	11
26	0,069	0,052	0,429	38
27	0,076	0,059	0,437	35
28	0,070	0,052	0,425	40
29	0,054	0,079	0,591	15
30	0,089	0,035	0,283	48
31	0,069	0,075	0,521	23
32	0,065	0,057	0,468	31
33	0,077	0,040	0,340	43
34	0,045	0,084	0,650	9
35	0,030	0,086	0,740	3
36	0,039	0,077	0,666	7
37	0,029	0,089	0,752	2
38	0,065	0,074	0,533	21
39	0,066	0,056	0,461	33
40	0,069	0,073	0,514	24
41	0,040	0,081	0,672	6
42	0,065	0,055	0,459	34
43	0,080	0,040	0,335	45
44	0,072	0,071	0,498	28
45	0,062	0,070	0,530	22
46	0,093	0,044	0,323	47
47	0,069	0,052	0,432	37
48	0,055	0,065	0,541	19
49	0,061	0,062	0,504	27
50	0,072	0,062	0,464	32

Sonuç tablosu yorumlandığında, en uygun alternatifin 1. Firma olduğu görülmektedir. 49. Firmanın ise 3. Firma olduğu görülmektedir. Tüm sonuç tablosu ve tüm verileri içeren tablolar Ek 2’de yer almaktadır.

5.3. VIKOR Yönteminin Excel ile Çözümü

VIKOR ile problem çözümlenirken, en uygun karar alternatifleri arasında performansı en iyi olan seçilmeye çalışılmıştır. VIKOR yöntemi ile tedarikçi seçim aşamaları Excel'de gerçekleştirilmiştir ve sonuçlar açıklanmıştır.

Tablo 13: VIKOR Karar Matrisi

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	KARAR MATRİSİ													
2														
3	AĞIRLIKLAR	0,09	0,24	0,28	0,2	0,17	0,87	0,12	0,4	0,22	0,1	0,1	0,05	0,11
4		Firma Yapı	Mobil uygulama geliştirme cirosu	Mobil uygulama ciro %'si	Mobil uygulama geliştirilen platform zenginliği	Toplam mobil ekip personel sayısı	Nitelikli uygulamalar	Referans değerlendirme puanı	Gereksinimlerin Karşılabilirliği	Proje Ekibi Teknik Yetkinliği	Teknik Çözüm Özeti	Taslak Proje Planı	Barındırma Çözümü	Bilet Satış Prototipi
6	1	100	100	100	100	100	90	70	88	47	20	50	70	90
7	2	70	29,3	100	100	77,6	85	70	97	28	0	60	80	55
8	3	100	31,7	1	100	46,1	50	70	82	54	85	40	80	45
9	4	77	48	53	100	61	83	70	86	53	28	47	77	46
51	46	82	40	65	100	60	61	70	94	35	51	44	77	87
52	47	100	75	45	100	49	61	70	93	31	6	44	73	50
53	48	77	60	25	100	66	73	70	87	31	79	57	78	61
54	49	81	82	96	100	84	74	70	93	50	28	50	78	50
55	50	71	53	65	100	73	61	70	88	31	56	44	76	60

Karar matrisi tedarikçi seçimi sürecinin başında oluşturulmaktadır.

Tablo 14: VIKOR En İyi ve En Kötü Değerlerin Belirlenmesi

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
57	En İyi ve En Kötü Kriter Değerlerinin Belirlenmesi													
58														
59	AĞIRLIKLAR	0,09	0,24	0,28	0,2	0,17	0,87	0,12	0,4	0,22	0,1	0,1	0,05	0,11
60		max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
61		Firma Yapı	Mobil uygulama geliştirme cirosu	Mobil uygulama ciro %'si	Mobil uygulama geliştirilen platform zenginliği	Toplam mobil ekip personel sayısı	Nitelikli uygulamalar	Referans değerlendirme puanı	Gereksinimlerin Karşılabilirliği	Proje Ekibi Teknik Yetkinliği	Teknik Çözüm Özeti	Taslak Proje Planı	Barındırma Çözümü	Bilet Satış Prototipi
62	1	100	100	100	100	100	90	70	88	47	20	50	70	90
64	2	70	29,3	100	100	77,6	85	70	97	28	0	60	80	55
65	3	100	31,7	1	100	46,1	50	70	82	54	85	40	80	45
66	4	77	48	53	100	61	83	70	86	53	28	47	77	46
107	45	88	62	90	100	77	55	70	82	34	36	46	70	87
108	46	82	40	65	100	60	61	70	94	35	51	44	77	87
109	47	100	75	45	100	49	61	70	93	31	6	44	73	50
110	48	77	60	25	100	66	73	70	87	31	79	57	78	61
111	49	81	82	96	100	84	74	70	93	50	28	50	78	50
112	50	71	53	65	100	73	61	70	88	31	56	44	76	60
113	En İyi	100	100	100	100	100	90	70	97	54	85	60	80	90
114	En Kötü	70	29,3	1	100	46,1	50	70	82	28	0	40	70	45

Kriterlerin her biri için minimum ve maksimum değerler saptanmıştır.

B113 hücresi için; =MAK(B63:B112) Aynı işlem tüm satır için tekrarlanır.

B114 hücresi için; =MIN(B63:B112) Aynı işlem tüm satır için tekrarlanır.

Tablo 15: VIKOR Normalize Matrisi

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
116	Normalize Matrisi													
117														
118	AĞIRLIKLAR	0,09	0,24	0,28	0,2	0,17	0,87	0,12	0,4	0,22	0,1	0,1	0,05	0,11
119		max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
120	R	Firma Yapı	Mobil uygulama geliştirme cirosu	Mobil uygulama ciro %'si	Mobil uygulama geliştirilen platform zenginliği	Toplam mobil ekip personel sayısı	Nitelikli uygulamalar	Referans değerlendirme puanı	Gereksinimlerin Karşılabilirliği	Proje Ekibi Teknik Yetkinliği	Teknik Çözüm Özeti	Taslak Proje Planı	Barındırma Çözümü	Bilet Satış Prototipi
122	1	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,269230769	0,764705882	0,5	1	0
123	2	1	1	0	0	0,41584416	0,125	0	0	1	1	0	0	0,777777778
124	3	0	0,966053748	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
125	4	0,9	0,792079208	0,161616162	0	0,482374768	0,85	0	0,733333333	0,269230769	0,482352941	0,1	0,5	0,666666667
166	45	0,333333333	0,254596888	0,818181818	0	0,185528757	0,075	0	0,933333333	0,576923077	0,611764706	0,5	0,9	0,866666667
167	46	0,666666667	0,806223479	0,979797979	0	0,909090909	0,3	0	1	0,307692308	0,282352941	0,8	0,8	1
168	47	0,566666667	0,367751061	0,555555556	0	0,352504638	0,775	0	1	0,115384615	0,2	0,55	0,5	0,4
169	48	0,333333333	0,466760962	0,151515152	0	0,055658627	0,45	0	0,466666667	0,076923077	0,094117647	0,85	0,9	0
170	49	0,333333333	0,763790665	0,848484848	0	0,649350649	0,075	0	0	0,846153846	0,10582353	0,8	1	0,666666667
171	50	0,233333333	0,424328147	0,414141414	0	0,760667904	0,175	0	0,066666667	0,461538462	0,152941176	0,35	0,4	0,022222222

Her bir hücre için normalize matris değerleri aşağıdaki formüller ile elde edilmiştir.

B122 hücresi için; $= (B\$113 - B63) / (B\$113 - B\$114)$

C122 hücresi için; $= (C\$113 - C63) / (C\$113 - C\$114)$

Tüm hücreler için aynı işlem kopyalanır.

Tablo 16: VIKOR Ağırlıklandırılmış Normalize Matris

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
177	Ağırlıklandırılmış Normalize Matris														
178	AĞIRLIKLAR	0,09	0,24	0,28	0,2	0,17	0,87	0,12	0,4	0,22	0,1	0,1	0,05	0,11	
179	V	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	
180		Firma Yaşı	Mobil uygulama geliştirme ciro	Mobil uygulama ciro %'si	Mobil uygulama geliştirilen platform zenginliği	Toplam mobil ekip personel sayısı	Nitelikli uygulamalar	Referans değerlendirme puanı	Gereksinimlerin Karşılabilirliği	Proje Ekibi Teknik Yetkinliği	Teknik Çözüm Özeti	Taslak Proje Planı	Barındırma Çözümü	Bilet Satış Prototipi	
181		1	0	0	0	0	0	0	0	0,24	0,059230769	0,076470588	0,05	0,05	0
182		2	0,09	0,24	0	0	0,070649351	0,10875	0	0	0,22	0,1	0	0	0,085555556
183		3	0	0,2318529	0,28	0	0,17	0,87	0	0,4	0	0	0,1	0	0,11
184		4	0,084	0,071287129	0,26020202	0	0,063079777	0,6525	0	0,266666667	0,084615385	0,087058824	0,095	0,02	0,088
185		5	0,018	0,217256011	0,127272727	0	0,132467532	0,87	0	0,32	0,118461538	0,088235294	0,075	0,015	0,051333333
186		45	0,066	0,166336634	0,144242424	0	0,069387755	0,6525	0	0,4	0,177692308	0,084705882	0,025	0,04	0,090444444
227		46	0,054	0,220650636	0,183838384	0	0,078849722	0,63075	0	0,053333333	0,160769231	0,095294118	0,08	0,03	0,100222222
228		47	0,066	0,19009901	0,24040404	0	0,113543599	0,76125	0	0,026666667	0,126923077	0,054117647	0,055	0,03	0,107555556
229		48	0,084	0,010183876	0,098989899	0	0,025231911	0,522	0	0,08	0,169230769	0,018823529	0,015	0,025	0,088
230		49	0,021	0,050919378	0,186666667	0	0,053617811	0,76125	0	0,373333333	0,211538462	0,007058824	0,07	0,04	0,068444444
231		50	0,015	0,09165488	0,113131313	0	0,094619666	0,23925	0	0,213333333	0,143846154	0,038823529	0,025	0,04	0,095333333

Her alternatifin, kriterlere göre değerleri, ilgili kriterin ağırlıkları ile çarpılarak Tablo 24'te gösterildiği gibi Ağırlıklandırılmış Normalize Matris elde edilir.

B182 hücresi için; $= B\$118 * B122$

C182 hücresi için; $= C\$118 * C122$

Tüm hücreler için aynı işlemler tekrarlanır.

Tablo 17: VIKOR S_i , R_i ve Q_i Değerleri

	A	B	C	D	E	F	G	H
233								
236				0	0,25	0,5	0,75	1
237		S_i	R_i	$Q_i (q=0,00)$	$Q_i (q=0,25)$	$Q_i (q=0,50)$	$Q_i (q=0,75)$	$Q_i (q=1,00)$
238	1	0,47570136	0,24	0,164501	0,04828131	-0,0448771	-0,053325	0
239	2	0,91495491	0,24	0,164501	0,11340795	0,1285613	0,19955798	0,26050657
240	3	2,1618529	0,87	1	1,12930342	1,17194265	1,10010825	1
241	4	1,20135524	0,63075	0,68270931	0,67130313	0,58342572	0,47775785	0,43036101
282	45	1,68627077	0,5655	0,59617549	0,65712977	0,71782102	0,73800661	0,71794817
283	46	1,75552571	0,54375	0,56733088	0,63870792	0,72614198	0,77156999	0,75902095
284	47	1,50390587	0,63075	0,68270931	0,71616129	0,70288723	0,65193947	0,60979366
285	48	1,62520857	0,80475	0,91346618	0,96366683	0,90297706	0,77223412	0,68173423
286	49	1,64709224	0,6525	0,71155392	0,7660811	0,7784483	0,74068081	0,69471269
287	50	1,41355521	0,696	0,76924313	0,78883545	0,72428509	0,61884591	0,55620971
288								
289								
290		S^*	0,47570136					
291		S^-	2,1618529					
292		R^*	0,1159596					
293		R^-	0,87					

S_i değerleri ağırlıklandırılmış normalize matrisin her bir satır değerleri toplanarak hesaplanmıştır.

B238 hücresi için; $= TOPLA(B182:N182)$

B239 hücresi için; $= TOPLA(B183:N183)$ O işlem tüm hücreler için tekrarlanır.

R_i değerleri ağırlıklandırılmış normalize matrisin her bir satır değerinin maksimumu alınarak hesaplanmıştır.

C238 hücresi için; $= MAK(B182:N182)$

C239 hücresi için; $= MAK(B183:N183)$ O işlem tüm hücreler için tekrarlanır.

Q_i değerleri 5 farklı q değerine göre hesaplanmıştır.

D238 hücresi için; $= ((D\$236 * (B\$238 - \$C\$290)) / (\$C\$291 - \$C\$290)) + (((1 - D\$236) * (C238 - \$C\$292)) / (\$C\$293 - \$C\$292))$

E238 hücresi için; $= ((E\$236 * (B\$238 - \$C\$290)) / (\$C\$291 - \$C\$290)) + (((1 - E\$236) * (D238 - \$C\$292)) / (\$C\$293 - \$C\$292))$

$$F238 \text{ hücresi için;} = ((F\$236*(\$B238-\$C\$290))/(\$C\$291-\$C\$290))+(((1-F\$236)*(E238-\$C\$292))/(\$C\$293-\$C\$292))$$

$$G238 \text{ hücresi için;} = ((G\$236*(\$B238-\$C\$290))/(\$C\$291-\$C\$290))+(((1-G\$236)*(F238-\$C\$292))/(\$C\$293-\$C\$292))$$

$$H238 \text{ hücresi için;} = ((H\$236*(\$B238-\$C\$290))/(\$C\$291-\$C\$290))+(((1-H\$236)*(G238-\$C\$292))/(\$C\$293-\$C\$292))$$

Aynı işlemler devam eden satırlar için tekrarlanır.

S* ve S- değerleri S_i sütunundaki maksimum ve minimum değerleri göstermektedir.

R* ve R- değerleri R_i sütunundaki maksimum ve minimum değerleri göstermektedir.

Tablo 18: VIKOR Çözüm ve Sıralama Sonuçları

	SIRALAMA				
	0	0,25	0,5	0,75	1
	Q _i (q=0,00)	Q _i (q=0,25)	Q _i (q=0,50)	Q _i (q=0,75)	Q _i (q=1,00)
1	6	4	1	1	1
2	6	7	6	6	6
3	50	50	50	50	50
4	41	41	39	38	33
5	11	11	11	12	12
6	6	5	5	5	5
7	5	8	8	7	8
8	44	44	40	35	25
9	44	47	47	45	46
10	49	49	48	46	45
11	43	42	38	34	28
12	38	36	34	31	26
13	16	16	18	21	21
14	17	17	16	14	16
15	41	43	42	43	44
16	44	48	49	49	48
17	28	28	29	30	37
18	36	35	35	36	31
19	26	23	20	17	14
20	17	18	19	20	19
21	34	38	45	48	49
22	13	12	10	9	10
23	32	32	31	27	27
24	38	39	41	42	42
25	44	46	46	44	43
26	9	9	9	10	11
27	9	10	12	13	13
28	22	24	22	23	23
29	14	15	17	19	20
30	33	33	33	40	41
31	3	3	3	3	3
32	30	29	25	18	15
33	22	25	24	24	24
34	34	34	36	39	35
35	21	21	21	22	22
36	26	27	28	29	36
37	14	14	15	16	17
38	22	20	14	11	7
39	2	2	4	4	4
40	1	1	2	2	2
41	22	26	27	28	34
42	36	40	44	47	47
43	4	6	7	8	9
44	19	19	23	26	32
45	38	37	37	33	29
46	11	13	13	15	18
47	20	22	26	25	30
48	29	30	30	32	39
49	44	45	43	41	38
50	30	31	32	37	40

Alternatifler için Q değerleri hesaplanır. Her bir Q değeri doğrultusunda sıralama işleme gerçekleştirilir. 5 farklı q değerine göre hesaplanan Q_i değerleri sonucunda Tablo 26'daki sıralama elde edilmiştir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Tedarikçi Seçiminde ÇKKV yöntemleri arasında AHP, TOPSIS ve VIKOR kullanılarak bir uygulama gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle bu tekniklerle ilgili teorik bilgi verilmiş, daha sonra değerlendirilen anketler ile ilgili çözümler elde edilmiştir.

AHP ile kriter ağırlıkları belirlendikten sonra, TOPSIS ve VIKOR yöntemleri kullanılarak seçilen tedarikçi firmalar Tablo 19’da gösterilmiştir.

Tablo 19. İdeal Firma Sonuçları Excel Çözümü

	Öncelikli Firma
TOPSIS	FİRMA 1
VIKOR	FİRMA 1

AHP ile elde edilen kriterlerin ağırlıkları kullanılarak, tedarikçi seçimi TOPSIS, ve VIKOR yöntemleri ile gerçekleştirilmiş, Excel’deki çözüm aşamaları sonucu Tablo 19’da gösterilmiştir. Tüm yöntemlerin sonucu 1. Firmayı göstermektedir. Fakat simülasyon tekniği uygulanmasından dolayı rasgele sayılar her denemede yenilediği için elde edilen sonuçlar değişmektedir.

Çalışmada kullanılan yöntemlerin ayrı ayrı kullanıldığı birçok çalışma varken, AHP, TOPSIS, ve VIKOR yöntemlerinin bir arada kullanıldığı çalışma sayısı kısıtlıdır. Çalışmaların tümünde farklı alanlar veya farklı problemler yer almaktadır. Havayolu işletmeleri içinde birçok farklı ÇKKV yöntemi içeren araştırma bulunmaktadır. Fakat, yapılan araştırmalar sonucunda, havayolu işletmelerinde IT departmanı tedarikçi seçim sürecine dair yapılan hiçbir çalışma bulunamamıştır. Bu çalışma ile literatürde olmayan konuları dahil etmek amaçlanmaktadır. Ayrıca bu çalışma, farklı konular ile çalışmak isteyen araştırmacılara da bir kaynak sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

Chu, M.T., Shyu, J., Tzeng, G.H. & Khosla, R., (2007). Comparison Among Three Analytical Methods for Knowledge Communities Group Decision Analysis, Expert Systems with Applications, 33(4), 1011-1024.

Hanine, M., vd., (2016). Application of An Integrated Multi-Criteria Decision Making AHP-TOPSIS Methodology for ETL Software Selection. Springer Plus. 5/263

Günay, Z., Ünal, Ö.F. AHP-TOPSIS Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi (Bir Telekomünikasyon Şirketi Örneği). PESA Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi. Cilt 2. Sayı 1.

Karaatlı, M., Ömürbek, N., Köse, G. (2014). Analitik Hiyerarşi Süreci Temelli TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri İle Futbolcu Performanslarının Değerlendirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Cilt:29, Sayı:1.

Kaya Samut, P., (2014). İki Aşamalı Çok Kriterli Karar Verme ile Performans Değerlendirmesi: AHP ve TOPSIS Yöntemlerinin Entegrasyonu. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. Cilt.14. Sayı. 4.

Kolios, K., Mytilinou, V., Lozano-Minguez, E., Salonitis, K. (2016). A Comparative Study of Multiple-Criteria Decision-Making Methods under Stochastic Inputs. MDPI Energies. 9(7).

Mani, V., Agrawal, R., Sharma, V. (2014) Supplier Selection Using Social Sustainability: AHP Based Approach in India. International Strategic Management Review. 2/2.

Sarı, F., (2018) Comparison of TOPSIS and VIKOR Multi Criteria Decision Analysis Techniques, S.Ü. Müh. Bilim ve Tekn. Derg., c.6, Özel Sayı

Singh, S., Dolan, J.G., Centor, R.M. (2006) Optimal Management Of Adults With Pharyngitis – A Multi-Criteria Decision Analysis. BMC Medical Informatics and Decision Making volume 6/14.

Uslu A., Kızıloğlu K., İşleyen S. K. ve Kahya E. (2017). “Okul yeri seçiminde coğrafi bilgi sistemine dayalı AHP-TOPSIS yaklaşımı: Ankara ili örneği”, Politeknik Dergisi, 20(4): 933-943.