ASOS JOURNAL

The Journal of Academic Social Science

Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl: 8, Sayı: 104, Mayıs 2020, s. 18-26

ISSN: 2148-2489 Doi Number: <http://dx.doi.org/10.29228/ASOS.42730>

Yayın Geliş Tarihi / Article Arrival Date
1.04.2020

Yayınlanma Tarihi / The Publication Date
29.05.2020

Doç. Dr. Ali ERDOĞAN

Trakya Üniversitesi, Keşan Yusuf Çapraz Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu,
Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü
alierdogan1975@gmail.com

ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİNİN (AHP) MATEMATİKSEL YAPISI

Öz

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, karar problemlerine optimal çözümler bulmak amacıyla kullanılır. Bu yöntemler, karar vericilere; alternatiflerin gruplandırılarak kriterlere göre sıralanması ve en uygun alternatifin belirlenmesi imkanlarını sağlar. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), problemlerin hiyerarşik yapıda modellenmesini sağlayan en önemli yöntemdir. Öyle ki bu yöntem; problemlerin amaç, kriterler, alt kriterler ve alternatifler hiyerarşisi kurularak çözülmesini sağlar. AHP Yönteminin mantığı; ortaya konan amacın gerçekleştirilmesi adına seçim yapılabilecek alternatiflerin belirlenmesi ve ağırlıkları saptanmış olan kriterlerin birer ölçüt olarak değerlendirilmesidir. Bununla birlikte AHP, hem objektif hem subjektif düşünceleri karar sürecine dahil eder. AHP Yönteminin diğer yöntemlerden farkı; problemi bileşenlere ayırması ve bu bileşenleri hiyerarşik biçimde düzenlemesidir. Yine diğer yöntemlerden farklı olarak, AHP, nicel faktörlerin yanı sıra nitel faktörleri de sürece dahil eder. Günümüzde AHP Yöntemi, özellikle planlama, kaynak tahsisi, fayda/maliyet analizi, optimizasyon alanlarında sıklıkla uygulanmaktadır; bankacılık sektöründe performans değerlemeden en uygun tedarikçi seçimi konusuna kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Profesör Thomas L. SAATY tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşik Proses Yönteminin yapısı incelenmiş ve diğer yöntemlere göre üstün yanları açıklanmıştır, Expert Choice yazılımı hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Çok Amaçlı Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Prosesi, Karşılaştırmalı Yargılar, Expert Choice Yazılımı.

MATHEMATICAL STRUCTURE OF ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS

Abstract

Multiple Criteria Decision Making Methods are used to find optimal solutions to decision problems. These methods allow decision makers to classify the alternatives and sorting them according to the criteria and determine the most suitable alternative. Analytical Hierarchy Process (AHP) is the most important method that enables problems to be modeled in a hierarchical structure. So much so that this method ensures that problems are solved by establishing a hierarchy of purpose, criteria, sub-criteria and alternatives. The logic of the AHP Method is to determine the alternatives to choose from in order to realize the purpose set out and to evaluate the criteria whose weights are determined as a benchmark. However, AHP includes both objective and subjective opinions in the decision process. The difference of AHP Method from other methods is that it decomposes the problem and organizes these components hierarchically. Unlike other methods, AHP includes qualitative factors as well as quantitative factors in to the process. Today, AHP Method is frequently applied especially in the areas of planning, resource allocation, cost/benefit analysis and optimization. It is used in many areas, from performance assesment in the banking sector to selecting the most suitable supplier. In this study, the structure of the Analytical Hierarchy Process Method developed by Professor Thomas L. SAATY have been examined and its advantages compared to other methods have been explained, information about Expert Choice Software Program has been given.

Keywords: Multi-Criteria Decision Making, Analytical Hierarchy Process, Pairwise Comparison, Expert Choice Software.

GİRİŞ

Optimal çözümün bulunması adına izlenecek “Karar Analizi Teknikleri”, genel olarak üçe ayrılır (Orçanlı ve Özdemir):

- Tek Amaçlı Karar Verme
- Karar Destek Sistemleri
- Çok Kriterli Karar Verme

Karar Ağaçları ve Etki Diyagramı, birer tek amaçlı karar verme yöntemidir. Çok Kriterli Karar Verme metodu ise, kendi içinde “Çok Amaçlı Karar Verme” ve “Çok Nitelikli Karar Verme” olarak ikiye ayrılır.

TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE, AHP, MAUS, UTADIS Yöntemleri, birer “Çok Nitelikli Karar Verme” Yöntemidir.

Karar verme problemleri; mevcut alternatiflerden birini seçmeyi, alternatifleri en iyiden en kötüye doğru sıralamayı ya da önceden tanımlanmış homojen sınıflara ayırmayı gerektirir. Kriter-

lerin birden fazla olması durumunda ise, çok kriterli karar verme yöntemlerine başvurmak gerekir (Karaoğlu ve Şahin, 2016).

Çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanım alanlarını aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür (Kocamustafaoğlu):

- Mikro ölçekte; yatırım kararları, gayrimenkul alımı, kariyer planlaması gibi kişisel kararlar ile aile bütçe planlaması.
- Orta ölçekte; üretim ve yatırım planlaması, stratejik kararlar gibi şirket kararları ile kamu kurumlarında alınan kararlar.
- Makro ölçekte; holdinglerde alınan stratejik kararlar ile devlet düzeyinde gerçekleştirilen yatırım kararları, bütçe planlaması ve ekonomik hedeflerin tespiti.

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP: Analytic Hierarchy Process); belli bir amacı gerçekleştirme adına, ilgili kriterlerin ve alternatif durumların oluşturularak problem çözümünde kullanılan çok kriterli bir karar verme yöntemidir. Karar problemlerinde AHP Yöntemi; mevcut alternatifler arasından seçim yaparken ya da alternatifleri önem derecelerine göre sıralarken karar verici aktörlere yol gösterir (Ünal, 2012).

AHP Yöntemi, 1977 yılında Thomas L. SAATY tarafından geliştirilmiş olan, ölçme ve karar vermede kullanılan matematiksel bir yöntemdir (Supçiller ve Çapraz, 2011). Çok kriterli kararların alınmasında sübjektif kriterleri de dikkate alması, üstelik alternatiflerin değerlendirilmesinde nitel ve nicel faktörleri birleştirebilen bir yöntem olması dolayısıyla AHP, karar vericiler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (Ömürbek vd., 2013). AHP Yönteminin en önemli avantajı, sayısal olarak belirlenebilen objektif yargılar ile sübjektif nitelikli yargıları bir arada bulundurulabilmesidir (Sipahi ve Or). Daha açık bir ifadeyle; Analitik Hiyerarşik Proses Yönteminde, karar alınırken tecrübeli kişilerin öngörülleri dikkate alındığı gibi, örneğin firmayı yöneten idarecilerin, hesap uzmanlarının tercihleri de dikkate alınabilmektedir. Bununla birlikte, karar vericiler farklı grupların kararlarını birleştirerek tek bir sonuca varabilmektedir (Arslan vd.). Üstelik karar vericiler, süreçte yer aldığından ve kendi değerlendirmelerini de modele yansıtabildikleri için, sonuçları daha iyi analiz edip yorumlama imkanına sahiptirler (Gülenç ve Bilgin, 2010).

AHP PROSEDÜRÜ

Karar verici aktörlerin, problemlerin çözümü aşamasında; birden fazla kriterin mevcudiyeti ve bu kriterlerin etkilerinin farklı olması durumunda, AHP sayesinde her bir kriter için alternatiflerin ikili karşılaştırmalarını yaparak sıralama oluşturmaları mümkündür (Dündar, 2008). Analitik Hiyerarşik Proses Yönteminin temel alt başlıkları; ayrıştırma (decomposition), karşılaştırmalı yargılar (pairwise comparison), önceliklerin sentezi (synthesis of priorities) ve nihai karar aşamasıdır.

AHP Yönteminde, üç temel aşama söz konusudur. Öncelikle, problemin çözümü için hiyerarşik bir yapı oluşturulur. İkinci aşamada, üstünlükleri belirleme adına kriterlerin göreceli önem derecelerini gösteren ikili karşılaştırma matrisi (pairwise comparison matrix) hesaplanır. Göreceli önemleri hesaplamak için ise, SAATY'nin öz vektör yöntemi kullanılır. Son olarak, matriste yer alan değerlerin tutarlı olup olmadığı, tutarlılık oranı (consistency ratio) sayesinde kontrol edilir. Tutarlılık oranı kabul edilebilir düzeyde ise, alternatiflerin öncelik sıralamasına geçilir. Nihai karar noktasında, en yüksek değere sahip alternatif seçilir (Ömürbek ve Şimşek, 2014).

AHP Yöntemi, mevcut kriterlerin (faktörlerin) eşit öneme sahip olmayabileceği gerçeğiyle yola çıkar. Örneğin, iki otomobil arasında seçim yapılması gerektiğinde, hız ve konfor iki farklı kriter ya da faktördür ve bu iki kriter, tüketici için eşit öneme sahip olmayabilir. Analitik Hiyerarşi Sürecinin işlevi; karar vericinin, önem dereceleri farklı pek çok kriteri dikkate almasını sağlayarak optimal kararı bulabilmesine olanak tanımaktır.

Analitik Hiyerarşi Sürecinin adımları, Tablo 1’de olduğu gibi dizayn edilebilir.

Tablo 1: Analitik Hiyerarşi Sürecinin Adımları

Problem Yapılandırma
A. Karar Probleminin ve Amacın Tanımlanması
B. Karar Kriteri ile Alternatiflerin Tanımlanması ve Oluşturulması
Değerlendirme (Ölçüm)
C. Tüm Karar Kriterlerinde Yer Alan Alternatiflerin Göreceli Değerlerinin Tespiti
D. Karar Kriterlerinin Göreceli Öneminin Değerlendirilmesi
E. Kararların Grup Halinde Bütünleştirilmesi
F. Kararların Tutarlılık Analizinin (Consistency Analysis) Yapılması
Seçim
G. Kriterlerin Ağırlıklarının ve Alternatiflerin Önceliklerinin Hesaplanması
H. Duyarlılık Analizlerinin Yapılması

Kaynak: Hummel, Bridges, Ijzerman, 2014.

Analitik Hiyerarşi Metodunun ilk aşamasında, karar problemi hiyerarşik olarak yapılandırılmalı ve alt öğelere ayrılarak bu öğeler arasındaki ilişkileri gösteren bir model oluşturulmalıdır. Söz konusu öğeler gruplanıp düzenlenerek hiyerarşik yapı oluşturulur.

Şekil 1: AHP Modeli

İkinci aşamada; karşılaştırmalı karar verme ve tercih matrisleri yapılandırılır. İkili karşılaştırma yöntemi, bir ölçme biçimidir. Bu yöntem, karar verme aşamasında sadece ikili veri gruplarının birbiriyle olan ilişkisine yöneldiği için, karar vermenin karmaşıklığını önemli derecede azaltır.

İkili karşılaştırma yöntemi, şu adımları içerir (Erden ve Coşkun, 2011):

- Hiyerarşinin her aşamasında karşılaştırma matrisinin oluşturulması,

- Her bir hiyerarşi düzeyi için ağırlıkların hesaplanması,
- Tutarlılık oranının belirlenmesi.

İkili karşılaştırmalar yapılırken; herhangi bir kritere göre, bir öğenin diğerinden ne kadar daha önemli olduğunu belirleme adına, SAATY'nin geliştirdiği ve Tablo 2'de gösterilen sayısal bir ölçek kullanılır.

Tablo 2: İkili Karşılaştırma Ölçeği

Önem Derecesi	Tanımı	Açıklaması
1	Eşit önem	İki öğe ya da faaliyet, amaca eşit düzeyde katkı sağlar.
3	Bir öğenin diğerine göre çok az önemli olduğu durum	Yargı/tecrübe, bir öğeyi diğerine göre çok az derecede tercih ettirir.
5	Kuvvetli derecede önemli olma durumu	Yargı/tecrübe, bir öğeyi/faaliyeti diğerine göre kuvvetli biçimde tercih ettirir.
7	Çok kuvvetli derecede önemli olma durumu	Bir faaliyet/öge, çok güçlü biçimde tercih edilir ve baskınlığı açık biçimde görülür.
9	Aşırı düzeyde önemlilik durumu	Bir faaliyet veya öğenin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok yüksek güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Orta düzeyler	Bu düzeydeki değerler, uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasında kalan değerleri ifade eder.

Kaynak: Tütek vd., 2012.

İkili karşılaştırma matrisi ise, ancak Tablo 2 ile ortaya konan ölçek sonucunda oluşan önem derecelerine göre hazırlanır. Köşegen elemanları 1 olan bir kare matrise, ölçek doğrultusunda yapılan karşılaştırmalar yerleştirilir. İkili karşılaştırma matrisinin formatı;

$$A = [a_{ij}] = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

biçiminde olacaktır ve aşağıda yer alan özelliklere sahiptir (Eraslan ve Algün, 2005):

- Kare matristir ve tüm elemanları pozitif değerler alır.
- $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$ durumu, matrisin tam tutarlı olduğunu gösterir.
- n değerinin ikili kombinasyonu kadar sayıda açılım yapılır.
- Matrisin köşegen elemanları 1 değerini alır.

$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$ olmak üzere; a_{ij} değeri i. kriterle j. kriterin ikili karşılaştırma değerini, a_{ji} ise j. kriterle i. kriterin karşılaştırma değerini belirtir.

Matrisin i. satırındaki kriter, eğer a_{ij} değeri 1'den büyükse, matrisin j. sütunundaki kriterden daha önemlidir. Aksi durumda ise; j. sütundaki kriter i. satırdaki kriterden daha önemli yargısına varılır (Tütek vd., 2012).

Sonraki aşama olan “ağırlık vektörü” hesabı, özvektör prosedürüne göre yapılır. Bunun için ise, ikili karşılaştırma matrisinin normalize edilmesi ve normalize edilen değerler yardımıyla ağırlıkların hesaplanması gerekir.

Normalize işlemi aşağıda yer alan formül ile gerçekleştirilir:

$$a_{ij}^* = \frac{a_{ij}}{\sum a_{ij}}$$

Elde edilen a_{ij}^* matrisinin satırlarında yer alan elemanların aritmetik ortalaması alınır:

$$w_i = \frac{\sum a_{ij}^*}{n}$$

Böylece, $w = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T$ olmak üzere;

$$A.w = \lambda_{\max}.w \quad Aw = \begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

eşitliği elde edilir ki; $\lambda_{\max}$ değeri, A matrisinin en büyük öz değeridir ve Tutarlılık Oranı hesabında kullanılır. Tutarlılık oranının hesaplanması için, öncelikle Tutarlılık Katsayısı (TK), aşağıdaki formülle bulunur:

$$TK = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Tutarlılık oranının bulunması için, tesadüfi olarak belirlenen, ikili karşılaştırma matrisinden türetilmiş bir katsayı olan RK: Rastlantı Katsayısı (Random Index) da dikkate alınır. RK değerleri, Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3: RK (Rastlantı Katsayısı) Değerleri

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RK	0.00	0.00	0.6	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.59

Kaynak: Gümüş ve Öziç, 2018.

Tablo 3'te kriter sayısı N ile belirtilmiştir ve N kriter sayısına karşılık gelen rastlantı katsayısı dikkate alınır. Örneğin 11 kriterli bir karar problemi söz konusu ise, RK: rastlantı katsayısı değeri 1.50 olacaktır.

TK ve RK değerleri elde edildikten sonra, Tutarlılık Oranı (TO) aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$TO = \frac{TK}{RK}$$

SAATY'e göre; $TO < 0.1$ durumu, ikili karşılaştırmaların kabul edilebilir bir düzeyde olduğunu gösterir. Eğer $TO \geq 0.1$ ise bu durum, ikili karşılaştırmaların tutarsız olduğunu gösterir ve böyle bir durumda da, tüm işlemlerin baştan tekrarlanması gerekir.

Problem çözümünün son aşaması, tüm düzeyleri kapsayacak bir bileşik ağırlıklandırmanın yapılmasıdır. Bu aşama, hiyerarşinin her düzeyinde herhangi bir ağırlığın, belirli bir sırada diğer hiyerarşi düzeyinde yer alan ilgili ağırlıkla çarpılmasından ibarettir (Erden ve Coşkun, 2011).

Analitik Hiyerarşik Proses Metodu, analiz aşamasında sağladığı basitlik ve esneklik sayesinde her türlü probleme uygulanabilmekte ve kullanım kolaylığı dolayısıyla çok rahat yorumlanabilmektedir (Akyıldız, 2006). Bu yöntemin üstün yanı; karar verme konusunda bir yöntem kullanmaya zorunlu kılmaması, kişilere kendi karar verme mekanizmalarını tanıma imkanı sağlıyor olmasıdır (Erdoğan, 2019).

AHP Yöntemiyle ilgili olarak, dikkat edilmesi gereken en önemli husus, ele alınan kriterlerin taşınması gereken özelliklerle ilgilidir. Öncelikle kriterler, kapsayıcı ve ölçülebilir olmalıdır. Söz konusu kriterler birden fazla tekrar ederek sonucu etkilememeli, dolayısıyla yeterli sayıda olmalıdır. Kriterleri ortaya çıkaran karar problemi de minimal olmalı, en basit haliyle ifade edilmelidir (Kocamustafaoğulları).

AHP Yönteminin avantajları şunlardır (Ünal, 2012):

- Kişilerin farklı his ve anlayışları, AHP ile organize edilebilir.
- Sahip olduğu hiyerarşik çerçeve ve geri bildirim sistemiyle AHP, karar vericilere ilişkilerin gücünü öngörme ve olası sonuçları tahmin etme adına gözlemlerini yapmalarına imkan sağlar.
- Farklı yerlerdeki kişiler tarafından çalışılan aynı problemin sonuçlarının birleştirilmesi, revizyonlar yapılması mümkündür. Karmaşık bir problemin parçalarının analizleri birleştirilebilir ve aynı zamanda, karmaşık bir problem de parçalarına ayrılabilir.
- AHP Yönteminin diğerlerine göre en büyük avantajı, grup kararlarındaki kullanım kolaylığı ve yargılardaki tutarsızlığı değerlendirme yeteneğidir.

- AHP kullanımının bir diğer avantajı, sıralama ve puanlama yöntemlerinin üstünlüğünden kaynaklanır.
- AHP Yönteminde, nispi önemler matematiksel açıdan mantıklıdır ve bu oranlarla dört işlem yapılabilir.

AHP AKSİYOMLARI

AHP aksiyomlarının ilki; “iki taraflı olma” (reciprocity), diğer bir ifadeyle “tersi olma” aksiyomudur. Örneğin; A kriteri B kriterinin 7 katı değerinde ise, “B kriteri A’nın 1/7’sidir”. Homojenlik aksiyomu, AHP yönteminin ikinci aksiyomudur; karşılaştırılan kriterlerin birbirinden çok farklı olmaması gerekliliğini ifade eder. Üçüncü aksiyom ise, “bağımsız olma” aksiyomudur. Bu aksiyom, bir kademeye ait kriterlere ilişkin yargıların, diğer kademedeki kriterlerden bağımsız olması gerektiğini belirtir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001).

EXPERT CHOICE YAZILIMI

Expert Choice, AHP Yönteminin yazılım programı olarak geliştirilen ve karmaşık problemlerin analizinde kullanılan bir karar destek aracıdır. Problemlerin hiyerarşik yapıda görüntülenmesini, ikili yargıların yapılmasını ve özdeğer yaklaşımı ile göreceli önceliklerin hesaplanmasını sağlar (Kuruüzüm ve Atsan, 2001). Problemleri organize ederek ve kararların mantığını gerekçelendirerek karar vericilere yardımcı olur. Çok sayıda kriterle karşı karşıya kalındığında, alternatifleri kıyaslama adına güçlü bir çerçeve oluşturur ve kişilerin problem çözme yeteneklerini geliştiren önemli bir araçtır (Mitra).

SONUÇ

Çalışmada; SAATY tarafından geliştirilen ve karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan AHP Yönteminin matematiksel yapısı incelenmiş, aksiyomları ve diğer yöntemlere göre avantajlı yanları irdelenmiş ve Expert Choice Yazılımı ile ilgili bilgi verilmiştir. AHP Metodu, Yöneyim Araştırmaları (Operations Research) kapsamında uygulanan en önemli tekniktir. Amacın belirlenmesi, amacı ya da amaçları gerçekleştirme adına ilgili kriterlerin listelenmesi ve her kriter için alternatiflerin belirlenerek hiyerarşik yapının oluşturulması, AHP Metodunun aşamalarıdır. Karmaşık karar problemlerinin çözümünde, matematiksel yalınlığı sayesinde; yatırım kararları, performans değerlendirme, optimal stratejilerin seçimi, iyileştirme projelerinin seçimi, kuruluş yeri seçimi ve Altı Sigma Yaklaşımı başta olmak üzere birçok alanda uygulanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akyıldız, E. (2006): “Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi SBE.
- Arslan, R., Bircan, H. ve Arslan, Ö. : “Tekstil Firmalarında Finansal Performansın Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Ağırlıklandırılmış Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Değerlendirilmesi”, s.22.
- Dündar, S. (2008): “Ders Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulaması”, Süleyman Demirel Üniv. İİBF Dergisi, (13) 2.
- Eraslan, E. ve Algün, O. (2005): “İdeal Performans Değerlendirme Formu Tasarımında Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yaklaşımı”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 20 (1).

- Erden, T. ve COŞKUN, M.Z. (2011): “Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yardımıyla İtfaiye İstasyon Yer Seçimi”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Erdoğan, A. (2019): “Altı Sigma Yaklaşımının Altyapısı ve İstatistiksel Araçları”, The Journal of Academic Social Science, Yıl:7 Sayı:93.
- Gülenç, İ.F. ve Bilgin, G.A. (2010): “Yatırım Kararları İçin Bir Model Önerisi: AHP Yöntemi”, Öneri Dergisi, (9) 34, s.99.
- Gümüş, U.T. ve Öziç, H.C. (2018): “Finansal Performans Değerlendirme Kriterlerinin Ağırlıkların Hesaplanmasında AHP ve SWARA Yöntemlerinin Karşılaştırılması”, Journal Smart, 4 (14).
- Hummel, J.M., Bridges, F.P., Ijzerman, M. (2014): “Group Decision Making with the Analytic Hierarchy Process in Benefit-Risk Assessment: A Tutorial”, The Patient - Patient-Centered Outcomes Research, Springer.
- Karaoğlu, S. ve Şahin, S. (2016): “Dematel ve Ahp Yöntemleri ile İşletmelerin Satın Alma Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım, Dslr Kamera Örneği”, İşletme Araştırmaları Dergisi, s.361.
- Kocamustafaoğulları, E. : “Çok Amaçlı Karar Verme”, The George Washington University.
- Kuruüzüm, A. ve Atsan, N. (2001): “Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları”, Akdeniz İİBF Dergisi, (1).
- Mitra, G. :”Mathematical Models for Decision Support”, Computer and Systems Sciences, Vol: 48.
- Orçanlı, K. ve Özdemir, A. : “Kredi Kartı Seçimine Yönelik Bir Karar Modeli ve Uygulama: Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)-Electre Yöntemi”, Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 4(1).
- Ömürbek, N. ve Şimşek, A. (2014): “Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemleri ile Online Alışveriş Site Seçimi”, Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, Sayı 22, s.308.
- Ömürbek, N., Üstündağ, S., Helvacıoğlu, Ö. (2013): “Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı: Isparta Bölgesi’nde Bir Uygulama”, Yönetim Bilimleri Dergisi, 11 (21), s.105.
- Sipahi, S. ve OR, E. : “Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Tekniği ile Forvet Oyuncuların Yetenek ve Becerilerine Göre Değerlendirilmesi”, s.55.
- Supçiller, A.A. ve Çapraz, O. (2011): “AHP-TOPSIS Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması”, İ.Ü. Ekonometri ve İstatistik Dergisi (Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması, İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı), s.5.
- Tütek, H., Gümüşoğlu, Ş. ve Özdemir, A. (2012): Sayısal Yöntemler Yönetimsel Yaklaşım, Beta Yayınevi, İstanbul.
- Ünal, Ö.F. (2012): “Performans Değerlemede Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Uygulamaları”, Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, s.38.