

AHP-SAW ve AHP-ELECTRE Yöntemleri ile Yapı Denetim Firmalarının Değerlendirmesi

Nuri ÖMÜRBEK* & Meltem KARAATLI** & Hafize Gonca CÖMERT**

Özet

Ülkemizde imar ve yapılanma faaliyetlerinin denetimi ile ilgili geçmişten bugüne birçok kanun yürürlüğe girmiştir. 4708 Sayılı Yapı Denetimi Hakkındaki Kanun, can ve mal güvenliğini teminen, imar plânına, fen, sanat ve sağlık kurallarına, standartlara uygun kaliteli yapı yapılması için proje ve yapı denetimini sağlamak ve yapı denetimine ilişkin usul ve esasların düzenlenmesi amacı ile yürürlüğe giren ve halen yürürlükte olan kanundur. Binaların yapımında da gerekli usul ve esasların yerine getirilmesini sağlayan ve kontrol eden yapı denetim firmalarının seçiminde birden fazla kriter etkili olmaktadır. Bu nedenle yapı denetim firmalarının seçimi çok kriterli karar vermeyi gerektirmektedir. Bu çalışma da, çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP (Analytic Hierarchy Process), ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) ve SAW (Simple Additive Weighting) yöntemlerinin Isparta ilinde inşaat sektöründe yapı denetim firması seçiminde uygulanması amaçlanmaktadır. Çalışmada; firma imajı, kalite, fiyat, güvenilirlik, tanınmışlık, daha önce çalışılmış olmak ve referans kriterleri doğrultusunda yapı denetim firmaları değerlendirilmektedir. Kriter ağırlıkları AHP yöntemi ile belirlenerek ELECTRE ve SAW yöntemleri ile de yapı denetim firmaları değerlendirilmiş ve en uygun firma seçimi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, AHP, SAW, ELECTRE, Yapı Denetimi

Evaluating Construction Auditing Companies By Using AHP-SAW And AHP-ELECTRE Methods

Abstract

In the past, several construction and reconstruction related laws released in our country. Law No. 4708 on Construction Auditing, which is still in force, aims to predicate the basic procedures for the control,

* Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü Öğretim Üyesi, nurio-murbek@sdu.edu.tr

** Yrd. Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü Öğretim Üyesi, meltemkaraatli@sdu.edu.tr

*** Süleyman Demirel Üniversitesi, SBE, İşletme Anabilim Dalı, YL., gnc_cmrt@hotmail.com

supervision and auditing of building constructions to provide life and property safety and insure that the buildings are constructed as per development plans, standards, rules and regulations. A number of criteria affect the selection of a construction auditing company that controls the construction projects. Therefore, selecting a construction auditing company for a construction project requires multi-criteria decision-making (MCDM). The objective of this study is to use AHP (Analytic Hierarchy Process), ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) and SAW (Simple Additive Weighting) MCDM methods on evaluating the construction auditing companies in Isparta. In the study, corporate image, quality, price, reliability, reputation, previous partnership and reference criteria have been used for the assessment of the companies. After determining the criteria weights by using AHP method, ELECTRE and SAW methods have been used to rank and select a construction auditing company.

Keywords: Multi-Criteria Decision-Making, AHP, SAW, ELECTRE, Construction Auditing

1. GİRİŞ

Ülkemizin deprem kuşağında yer alması, ülkemizde yaşayan insanları her an deprem tehlikesi ile karşı karşıya bırakmaktadır. İnsanları, deprem tehlikesinden korumak, deprem öncesi, deprem sırasında ve sonrasında gerekli önlemleri almak ve bunun için kurallar koymak ve bu kuralların uygulanmasını sağlamak devletin en önemli görevlerinden biridir. Geçmişte, bu konuda yapılan en belirgin düzenlemelerin; 1930 yılında 1580 sayılı Belediye Kanunu, 1956 yılında 6785 sayılı İmar Kanunu ile 1985 yılında yürürlüğe giren ve halen uygulanmakta olan 3194 sayılı İmar Kanunu'dur.¹

Yaşanan depremler sonrasında, yasa ve kurumlara ilişkin yeni düzenlemelere gidilmiş bulunmaktadır. Bu girişimciliği hemen her deprem sonrasında gözlemek olası ise de, bu kez deprem stratejisini değiştirecek nitelikte yeni yaklaşımların da hayata geçirilmesi amaçlanmaktadır.² Yapılan birçok yasal düzenlemelere karşın ülkemizde yaşanan göçler nedeniyle plansız ve sağlıksız kentleşmenin önüne geçilememiştir. Ayrıca kaçak ve denetimsiz yapılanmanın sonucu olarak can ve mal emniyeti bakımından yeterince güvenli yapılar inşa edilememiştir.³ Bu sorunların ortadan kaldırılabilmesi ve daha sağlam binaların inşa edilebilmesi için 13.7.2001 tarihli, 24461 sayılı Resmi Gazetede 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun yayınlanmıştır.⁴

1 Hakkı Ustaömer, "Yapı Denetimi", Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı:410/6, 2000, s.12.

2 Murat Balamir, "Türkiye Yeni Bir Deprem Stratejisi mi Geliştiriyor?", Mimarlık Dergisi, Sayı 295, 2000, s. 45.

3 Ustaömer, 2000, s.12.

4 Gökhan Özkan, "Türkiye'de Yapı Denetim Sistemi İle İlgili Yaklaşımlar", (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 2005), s.25.

4708 sayılı Kanun Anayasa Mahkemesinin iptal ve yürütmeyi durdurma kararlarından doğan boşluğu doldurmak üzere çıkarılmıştır. Kanunla yapı denetimi kuruluşuna denetim faaliyeti dışında, başka ticari faaliyette bulunmama yasağı getirilmiştir. 4708 sayılı kanun kapsamına giren her türlü yapı; Bakanlıktan aldığı izin belgesi ile çalışan ve münhasıran yapı denetimi ile uğraşan tüzel kişiliğe sahip yapı denetim kuruluşlarının denetimine tabidir. Yapı denetim hizmeti; yapı denetim kuruluşu ile yapı sahibi veya vekili arasında akdedilen hizmet sözleşmesi hükümlerine göre yürütülür. Yapı sahibi, yapım işi için anlaşma yaptığı yapı müteahhidini vekil tayin edemez. Yapı denetim kuruluşlarının nama yazılı ödenmiş sermayelerinin tamamının, mimar veya mühendisler ile yardımcı kontrol elemanları istihdam eder.⁵

Yapı denetim kuruluşları aşağıda belirtilen görevleri yerine getirmekle yükümlüdür:⁶

- Proje müelliflerince hazırlanan, yapının inşa edileceği arsa veya arazinin zemin ve temel raporları ile uygulama projelerini ilgili mevzuata göre incelemek, proje müelliflerince hazırlanarak doğrudan kendilerine teslim edilen uygulama projesi ve hesaplarını kontrol ederek, ilgili idareler dışında başka bir kurum veya kuruluşun vize veya onayına tabi tutulmadan, ilgili idareye uygunluk görüşünü bildirmek.
- Yapı denetimini üstlendiğine dair ilgili idareye taahhütname vermek, yapı ruhsatının ilgili bölümünü imzalamak, bu yapıya ilişkin bilgileri yapı ruhsatı düzenleme tarihinden itibaren yedi gün içinde Bakanlığa bildirmek.
- Yapının, ruhsat ve ekleri ile mevzuata uygun olarak yapılmasını denetlemek.
- Yapım işlerinde kullanılan malzemeler ile imalatın proje, teknik şartname ve standartlara uygunluğunu kontrol etmek ve sonuçlarını belgelendirmek, malzemeler ve imalatla ilgili deneyleri yaptırmak.
- Yapılan tüm denetim hizmetlerine ilişkin belgelerin bir nüshasını ilgili idareye vermek, denetimleri sırasında yapıda kullanılan malzeme ve imalatın teknik şartname ve standartlara aykırı oldukla-

5 Yapı Denetimi Hakkında Kanun, kanun numarası: 4708; kabul tarihi: 29.6.2001, resmi gazete tarih/sayı: 13.7.2001/24461.s.8044-8047

6 Yapı Denetimi Hakkında Kanun, s.8044-8047.

rını belirledikleri takdirde, durumu bir rapor ile ilgili idareye ve il sanayi ve/veya ticaret müdürlüklerine bildirmek.

- İş yerinde, iş güvenliği ve işçi sağlığı konusunda gerekli tedbirlerin alınması için yapı müteahhidini yazılı olarak uyarmak, uyarıya uyulmadığı takdirde durumu ilgili bölge çalışma müdürlüğüne bildirmek.
- Ruhsat ve eklerine aykırı uygulama yapılması halinde durumu üç iş günü içinde ilgili idareye bildirmek.
- Yapının ruhsat eki projelerine uygun olarak kısmen veya tamamen bitirildiğine dair ilgili idareye rapor vermek.
- Zemin, malzeme ve imalata ilişkin deneyleri, şartname ve standartlara uygun olarak laboratuvarlarda yaptırmak.

Yapı denetim kuruluşları, denetçi mimar ve mühendisler, proje müellifleri, laboratuvar görevlileri ve yapı müteahhidi ile birlikte yapının ruhsat ve eklerine, fen, sanat ve sağlık kurallarına aykırı, eksik, hatalı ve kusurlu yapılmış olması nedeniyle ortaya çıkan yapı hasarından dolayı yapı sahibi ve ilgili idareye karşı, kusurları oranında sorumludurlar. Bu sorumluluğun süresi; yapı kullanma izninin alındığı tarihten itibaren, yapının taşıyıcı sisteminden dolayı on beş yıl, taşıyıcı olmayan kısımlarda ise iki yıldır.⁷

İnsanlar yaşamları boyunca birçok kez karar vermek durumunda kalırlar. Hayatın her safhasında karşılaşılan karar problemleri çok basit olabileceği gibi birçok kriterin etkilediği çok karmaşık problemlerde olabilir. Kararlar, ister bilinçli ister bilinçsiz olarak verilsin, isterse etkileri önemli veya önemsiz olsun fırsatlardan yararlanmak ve karşılaşılan sorunları çözmek için kullanılan temel araçtır.⁸ Karar vericinin gerçekleştirmek istediği bir amacının bulunması ve ortaya koyduğu amacını gerçekleştirebilecek ve arasından seçim yapabileceği birden fazla alternatif olmalıdır. Hedefler ile kriterler ortaya konulup, alternatifler belirlendikten sonra optimum çözümün bulunması için bazı yöntemlerin takip edilmesi gerekir. Bu yöntemler, tüm kriterleri göz önüne alıp almama durumuna göre Tek Amaçlı Karar Verme ve Karar Destek Sistemleri ile Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri olarak üçe ayrılmaktadır. Uygulamada; AHP (Analytic Hierarchy Process-AHP), ANP, ELECTRE, MAPPAC (UTADIS), PROMETHEE, SAW, TOPSIS, VIKOR, WSA (MAUS), COPRAS, MOORA

7 Yapı Denetimi Hakkında Kanun, s.8044-8047

8 Kenan Orçanlı ve Abdülkadir Özdemir, "Kredi Kartı Seçimine Yönelik Bir Karar Modeli ve Uygulama: Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP)-ELECTRE Yöntemi", Çankırı Karatekin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 4, Sayı 1, 2013, s. 80-81.

gibi yöntemler yaygın bir biçimde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleridir.⁹

Bu çalışmada da, farklı kriterler temel alınarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP (Analytic Hierarchy Process-AHP), SAW (Simple Additive Weighting) ve ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) yöntemleri yapı denetim firması seçiminde kullanılmıştır. Yapı denetim firmalarının değerlendirilmesinde etkili olan kriterlerin ağırlıkları AHP yöntemi ile bulunmuş ve firmaların karşılaştırılmasında da SAW ve ELECTRE yöntemleri kullanılmıştır. Tablo 1.'de AHP, SAW, ELECTRE yöntemleri ve yapı denetim firmaları ile ilgili yapılan bazı çalışmalar görülmektedir.

9 Metin Dağdeviren, ve Ergün Eraslan, "PROMETHEE Sıralama Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi", Gazi Üniversitesi, Mimarlık Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 23, Sayı 1, 2008, s. 70.

Tablo 1. Literatür İncelemesi

ÇALIŞMA ALANI	YAZARLAR
<i>Yapı Denetimi İle İlgili Çalışmaların Bazıları</i>	Özkan, (2005: 1-38)
	Yılmaz, (2006: 1-357)
	Sakallı, (2008: 1-138)
	Karaman, (2009: 1-161)
	Karaoğlu, (2011: 1-96)
	Dikmen vd., (2011: 118-130)
<i>AHP&SAW Yöntemleri İle İlgili Çalışmaların Bazıları</i>	Janic ve Reggiani, (2002: 113-141)
	Karami, (2011: 1-58)
<i>AHP&ELECTRE Yöntemleri İle İlgili Çalışmaların Bazıları</i>	Soner ve Önüt, (2006: 110-120)
	Özkan, (2007: 1-180)
	Kahveci, (2009: 1-85)
	Pang, Zhang ve Chen, (2011: 894-900)
	Kuru ve Akin, (2012: 129-144)
	Orçanlı ve Özdemir, (2013: 77-106)
<i>SAW Yöntemi İle İlgili Çalışmaların Bazıları</i>	Azar, (2000: 1-24)
	Sun ve Li, (2010: 3718-3723)
	Podvezko, (2011: 134-146)
	Savitha ve Chandrasekar, (2011: 22-29)
	Simanaviciene ve Ustinovicus, (2012: 29-32)
	Çakır ve Perçin, (2013: 449-459)
<i>ELECTRE Yöntemi İle İlgili Çalışmaların Bazıları</i>	Buchanan ve Sheppard, (1998: 1-9)
	Figueira ve Roy, (2002: 317-326)
	Leyva-Lopez ve Fernandez-Gonzalez, (2003: 14-27)
	Huang ve Chen, (2005: 2237 - 2249)
	Karacasu, (2006: 155-164)
	Yürekli, (2008: 1-173)
	Sezer ve Saatçioğlu, (2008: 19-46)
	Ertuğ, (2009: 1-97)
	Atıcı ve Ülucan, (2009: 161-186)
	Ertuğrul ve Karakaşoğlu, (2010: 23-41)
	Figueira vd., (2010: 1-29)
	Çağıl, (2011: 59-86),
	Akyüz ve Soba, (2013: 185-198)
	Çakın ve Özdemir, (2013: 339-364)
	Çakın, (2013: 1-103),
	Şişman ve Eleren, (2013: 411-429)
Yavuz, (2013:210-226)	
Çelik ve Ustasüleyman, (2014: 137-160)	

2. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ

Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analytic Hierarchy Process-AHP), Thomas L. Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilmiştir. AHP, çoklu kriter ve önem düzeylerinin belirlenmesinde yapısal bir yaklaşım sağlamaktadır.¹⁰ AHP, karar verme sürecinde kullanılan kolay bir yöntemdir. Bir karar problemine AHP yöntemi uygulanırken aşağıdaki 4 adım takip edilmektedir:¹¹

- Karar probleminin hiyerarşik bir yapıya dönüştürülmesi,
- İkili karşılaştırmalar matrisinin elde edilmesi,
- Kriter ağırlıklarının ve karşılaştırma matrislerinin tutarlığının hesaplanması,
- Nihai öncelik değerine göre alternatiflerin seçilmesi.

AHP yönteminde, uzman kişilerin görüşü alınarak veya konuyla ilgili olarak yapılan anket çalışmaları sonucunda karar verme sürecini etkileyen tüm faktörler belirlenmektedir. Belirlenen bu faktörler sonucunda alternatifler ve kriterler varsa alt kriterler ile bir hiyerarşik yapı oluşturulmaktadır.

Alternatiflerin ve kriterlerin belirlenmesiyle oluşan yapı sonrasında Tablo 2.'deki ikili karşılaştırmalar ölçeği kullanılarak veriler toplanmakta ve böylece ikili karşılaştırmalar matrisi elde edilmektedir.¹²

Tablo 2. İkili Karşılaştırmalar Ölçeği

Önem Derecesi	Değer Tanımları	Açıklaması
1	Eşitlik	Her iki faaliyet amaca eşit katkıda bulunur.
3	Az Önemli (Az Üstünlük)	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre biraz daha tercih edilir.
5	Oldukça Önemli (Fazla Üstünlük)	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre çok daha tercih edilir.
7	Çok Önemli (Çok Üstünlük)	Bir faaliyet diğerine göre çok güçlü şekilde tercih edilir.
9	Son Derece Önemli (Keskin Üstünlük)	Bir faaliyet diğerine göre mümkün olan en yüksek derecede tercih edilir.
2,4,6,8	Ara Değerler (Uzlaşma Değerleri)	Bir değerlendirmeyi yapmakta sözler yetersiz kalıyorsa, sayısal değerlerin ortasındaki bir değer verilir.

Kaynak: Thomas L.SAATY, "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process", European Journal Of Operational Research, Vol 48, 1990, s. 15.

10 Ali Eleren, "Markaların Tüketici Tercih Kriterlerine Göre Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ile Değerlendirilmesi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama", Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi, Cilt 14, Sayı 2, 2007, s. 51.

11 Fatemeh Zahedi, "The Analytic Hierarchy Process- A Survey of The Method And Its Applications", Interfaces, Vol 16, No 4, 1986, s. 96.

12 Thomas L.Saaty, The Analytic Hierarchy Process, (New York: McGraw-Hill, 1980), s. 14-15.

Kriter ağırlıkları hesaplanırken; her bir sütun değeri, bulunduğu sütun toplamına bölünerek karar matrisi normalleştirilmiştir. Normalleştirilmiş karar matrisindeki her sütunun toplam değeri 1 olmaktadır. Sonrasında satırda yer alan değerlerin ortalamaları bulunarak özvektörler hesaplanmaktadır.¹³

Tutarlılık oranını (CR) hesaplamak için aşağıdaki formüller kullanılmaktadır. Formülde CI tutarlılık indeksini, λ_{max} matristeki en büyük değeri, n ise her bir matristeki eleman sayısını göstermektedir.¹⁴

(1) Tutarlılık indeksi belirlendikten sonra tutarlılık oranı (CR), tutarlılık indeksinin aynı boyuttaki matrisine karşılık gelen rastgele indekse oranlanmasıyla elde edilir;¹⁵

$$CR = CI / RI \quad (2)$$

Formülde RI, rassal tutarlılık indeksi oranlarını göstermekte olup Tablo 3.'de rassal tutarlılık indeksi tablosu verilmiştir.

Tablo 3. Rassal Tutarlılık İndeksi

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,0	0,0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,52	1,54	1,56	1,58	1,59

Kaynak: Thomas L. SAATY, "Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy/Network Process", Review of the Royal Spanish Academy of Sciences Series a Mathematics (RACSAM), Vol 102, No 2, 2008, 264.

İkili karşılaştırmaların tutarlı olması için tutarlılık oranının 0,10'un altında olması istenmektedir.¹⁶ Son adımda ise en yüksek nihai öncelik değerlerine sahip olan alternatif seçilmektedir.

13 Saaty, 1980, s. 17.

14 Thomas L. Saaty, "Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy/Network Process", Review of the Royal Spanish Academy of Sciences Series a Mathematics (RACSAM), Vol 102, No 2, 2008, s.263.

15 Saaty, 2008, s.263.

16 İhsan Yüksel ve Adnan Akın, "Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemiyle İşletmelerde Strateji Belirleme", Doğu Üniversitesi Dergisi, Cilt 7, Sayı 2, 2006, s. 257.

3. BASİT TOPLAMLI AĞIRLIKLANDIRMA YÖNTEMİ (SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING - SAW)

Churchman ve Ackoff (1954) tarafından portföy seçim problemine uygulanarak literatüre kazandırılan SAW (Simple Additive Weighting) yöntemi, literatürde Ağırlıklı Toplam Model (Weighted Sum Model) olarak da bilinmektedir. SAW yöntemi matematiksel olarak basit olması sebebiyle ÇKKV literatüründe en fazla kullanılan tekniklerden birisidir.¹⁷

Basit Toplamlı Ağırlıklandırma Yönteminde (Simple Additive Weighting- SAW) her kriterin katkılarının toplamıyla bir indeks oluşturulmaktadır. Birbirinden farklı birimler toplanamayacağı için SAW metodunda diğer yöntemlerde olduğu gibi veriler normalize edilmelidir. Daha sonra her alternatifte ait toplam skor, o alternatifin çeşitli kriterlerdeki normalize edilmiş değerleri ile yani boyutsuz değerlendirmeleri ile kriterlere ait ağırlıklarının çarpılıp, son olarak hepsinin toplanması ile elde edilmektedir. SAW yönteminde, her kriterin toplam puana olan katkısı diğerlerinden bağımsız olması nedeniyle, karar vericinin tercihi bir kriterin değerinin ne sebeple olursa olsun diğer kriterlerin değerlerinden etkilenmemesini gerektirmektedir.¹⁸

SAW yönteminde kriter ağırlıkları, her alternatif için kriter değerleri çarpılıp toplanarak son değer elde edilmektedir.¹⁹

3.1. SAW Yönteminin Aşamaları

SAW yöntemi iki adımdan oluşmaktadır:^{20 21}

Adım 1: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

SAW yönteminde ilk aşamada kriterlerin türü belirlenmektedir. Daha sonra kriterin türü maksimizasyon ise fayda kriteri için olan formül (3)

17 Süleyman Çakır ve Selçuk Perçin, "Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü", Ege Akademik Bakış, Cilt 13, Sayı 4, 2013, s. 452.

18 Filiz Ersöz ve Mehmet Kabak, "Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması", Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi, Sayı 9, 2010, s. 110.

19 Ziya Gökalgıp Göktolga ve Burcu Gökalgıp, "İş Seçimini Etkileyen Kriterlerin ve Alternatiflerin AHP Metodu İle Belirlenmesi", C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 13, Sayı 2, 2012, s.73.

20 Chung-Hsing Yeh, "The Selection of Multi-Attribute Decision Making Methods for Scholarship Student Selection", International Journal of Selection and Assessment, Vol 11, No 4, 2003, s. 291.

21 Milan Janic ve Aura Reggiani, "An Application of the Multiple Criteria Decision Making (MCDM) Analysis to the Selection of a New Hub Airport", European Journal of Transport and Infrastructure Research, Vol 2, No 2, 2002, s.119.

kullanılmaktadır. Burada her bir kriter değerinin o satırdaki en büyük değere oranlamasıyla $\max r_{ij}$ elde edilir. Kriterin türü minimizasyon ise maliyet kriteri için olan formül (4) kullanılmaktadır. Burada ise satırdaki en küçük değerin her bir kriter değerine oranlamasıyla $\min r_{ij}$ elde edilir.

Formülde; m alternatif sayısını, n kriter sayısını, i satırı ve j sütunu ifade etmektedir.

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} & i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad \text{fayda kriteri için (3)} \\ \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} & i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad \text{fayda kriteri için (4)} \end{cases}$$

Hesaplanan tüm kriter değerleri (pozitif olmalıdır. Ters durumda negatif değerler pozitif değerlere dönüştürülmelidir. Dönüşüm formülü (5) aşağıda verilmiştir.

$$r_{ij} = r_{ij} + | \min r_{ij} | + 1. \quad (5)$$

Adım 2: Alternatiflerin Tercih Değerlerinin Hesaplanması

Her bir kriter ağırlığı ile daha önce hesaplanmış olan değerlerinin çarpılması sonucunda her bir alternatifin toplam tercih değerleri bulunur.

$$S_j = \sum_{j=1}^m w_j r_{ij} \quad i = 1, \dots, m, \quad (6)$$

Formülde j kriterinin ağırlığını ve , alternatif tercih değerini göstermektedir. Hesaplanan alternatif tercih değerleri (), sıfırdan büyük, birden küçük ve bire eşit olmalıdır.

değerinin yüksek olması alternatifinin daha fazla tercih edileceği anlamına gelmektedir. Göreli değerleri yani ortalama alternatif tercih değerleri (), her bir değerinin toplam alternatif değerine oranlamasıyla bulunur. Yüksek değerine sahip olan alternatif ilk sırada yer almaktadır.

$$S_j^{\%} = \frac{S_j}{\sum_{j=1}^n S_j} \quad (7)$$

4. ELECTRE YÖNTEMİ

ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalite - Elimination and Choice Translating Reality) yöntemi, ilk defa 1960'lı yılların sonunda Roy (1971) tarafından ortaya atılarak, Nijkamp ve Van Delft (1977) ve H.Voogd (1983) tarafından geliştirilmiştir.²² Yöntem, çeşitli alternatiflerin, belirle-

22 Gülcan Çağlı, "2008 Küresel Kriz Sürecinde Türk Bankacılık Sektörünün Finansal Performansının Electre İle Analizi", Maliye Finans Yazıları, Yıl 25, Sayı 93, 2011, s. 70.

nen kriterlere uyum ya da uyumsuzluklarının her bir kriter için belirlenen eşik değerleri aracılığıyla değerlendirildiği bir teknik olarak ortaya konulmuştur. Yapılan uygulamalardaki ihtiyaca göre zamanla değişim gösteren yöntem, alternatifler arasında seçim yapmaya, alternatifleri sıralamaya veya alternatifleri gruplamaya yönelik olarak çeşitli türleri geliştirilmiştir. ELECTRE yöntemi enerji, finans, proje seçimi, ulaştırma, tarım vb. alanlarda kullanılmaktadır.²³

ELECTRE yöntemi diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine göre önemli üstün yanları bulunmaktadır. Hem kalitatif hem de kantitatif verilerin karışık olarak değerlendirilmesine olanak tanıyan kuvvetli bir yöntemdir.²⁴ ELECTRE yönteminde alternatifler arasında ikili sıralama ilişkilerine bakılmaktadır. ELECTRE yöntemi bazen tercih edilen alternatifleri belirlemede yeterli olmamaktadır. Bu yöntemde, daha az elverişli olanların ortadan kaldırılarak daha net görünüme sahip alternatiflerin seçilmesi söz konusudur. Bu sebeple bu yöntemi birkaç kriterin karşılaştırıldığı çok sayıda seçeneklerin olduğu karar verme problemlerinde kullanmak daha uygundur.²⁵

ELECTRE yönteminin esası, tercih edilen ve edilmeyen alternatifler arasında üstünlük ilişkisi kurulmasına dayanmaktadır.²⁶ ELECTRE yöntemi farklı alternatiflerin bütün mümkün çiftlerini kriterler bazında karşılaştıran ve alternatiflerin kriterler bazında skorlarını ortaya koyan sistematik bir yöntemdir. Bu yöntemde karar matrisinde bulunan tüm bilgiler kullanılarak, her bir kriter için alternatiflerin ikili karşılaştırmaları yapılmaktadır. Yöntemin aralarında çok küçük farklar bulunmakla birlikte I, II, III, IV, TRI ve IS olmak üzere altı versiyonu bulunmaktadır.²⁷ Bunlardan ELECTRE I ve ELECTRE IS çözüm aşamasında tek bir seçeneğin veya seçenekler kümesinin seçiminde seçim yapmak için uygulanan yöntemlerdir. ELECTRE II, ELECTRE III ve ELECTRE IV, çözüm süreci sonucunda tüm seçenekler iyiden kötüye doğru sıralayan yöntemlerdir. ELECTRE TRI yöntemi de atama problemlerinde kullanılmaktadır.²⁸

23 Kazım Barış Atıcı ve Aydın Ulucan, "Enerji Projelerinin Değerlendirilmesi Sürecinde Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımları ve Türkiye Uygulamaları" Hacettepe Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 27, Sayı 1, 2009, s. 167.

24 Oktay Serinkaya, "Çok Kriterli Karar Destek Sistemi Electre Yöntemleri Üzerine Bir Uygulama", (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, 2001), s. 35.

25 S.D. Pohekar and M. Ramachandran, "Application of Multi-Criteria Decision Making to Sustainable Energy Planning- A Review", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol 8, 2004, s. 371.

26 İrfan Ertuğrul ve Nilsen Karakaşoğlu, "ELECTRE ve Bulanık AHP Yöntemleri ile Bir İşletme İçin Bilgisayar Seçimi", Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 25, Sayı 2, 2010, s. 27.

27 Çağıl, 2011, s. 70.

28 Hüseyin Yürekli, "Taarruz Helikopterleri Seçiminde ELECTRE Yönteminin Kullanılması", (Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 2008), s. 73.

4.1. ELECTRE Yönteminin Aşamaları

ELECTRE yönteminin adımları aşağıdaki gibidir.²⁹

Adım 1: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Formülde m alternatif sayısını, n kriter sayısını, ise i.nci alternatifin j.nci kriter için normalize tercih değerini göstermektedir. Fayda kriteri için 8 numaralı formül ve maliyet kriterleri için 9 numaralı formül kullanılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}}, i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

$$r_{ij} = \frac{\frac{1}{x_{ij}}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m \left(\frac{1}{x_{kj}}\right)^2}}, i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (9)$$

Adım 2: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi Oluşturulması

R matrisinin her bir sütunu karar kriterlerinin ağırlıkları ile çarpılır. Bu ağırlıklar şeklinde gösterilir. Bu nedenle ağırlıklandırılmış karar matris V ile gösterilir.

$$V_{ij} = X \cdot W \quad (10)$$

$0 \leq w_1, w_2, \dots, w_n \leq 1$ normalize korelasyon katsayıları, 0 ve 1 arasında değişmektedir.

Ayrıca ağırlıklar toplamı 1 olmalıdır .

Adım 3: Uyumluluk ve Uyumsuzluk Setinin Belirlenmesi

ve ile gösterilen iki alternatifin uyumluluk seti ise 'nın' ye tercih edildiği bütün kriterlerin seti olarak tanımlanır.

$$C_{kl} = \{j, y_{kj} \geq y_{lj}\}, j = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (11)$$

Alt set uyumsuzluk seti olarak tanımlanır.

$$D_{kl} = \{j, y_{kj} < y_{lj}\}, j = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (12)$$

Adım 4: Uyumluluk ve Uyumsuzluk Matrislerinin Oluşturulması

C uyumluluk matrisindeki elemanların göreceli değeri uyumluluk indeksi aracılığıyla hesaplanır. Uyumluluk indeksi uyumluluk setinin içeriğindeki kriter ile birleştirilmiş ağırlıkların toplamıdır.

$$C_{kl} = \sum_{j \in C_m} w_j, j=1,2,3,\dots,n. \quad (13)$$

²⁹ Jihong Pang, Genbao Zhang and Guohua Chen, "ELECTRE I Decision Model of Reliability Design Scheme for Computer Numerical Control Machine", Journal Of Software, Vol 6, No 5, 2011, s. 895-897.

Uyumluluk indeksi alternatif 'nın alternatif ' ye göre görelî önemini göstermektedir. $0 \leq \leq 1$. Burada $k=1$ olduğu durumda C matrisinin girişi tanımlanamamaktadır.

Uyumsuzluk matrisi D, belirli alternatifinin rakip alternatif ' den düşüklük derecesini açıklamaktadır. Uyumsuzluk matrisinin elemanları aşağıda tanımlanmıştır.

$$D_{kl} = \frac{\max_{j \in D_{kl}} |y_{kj} - y_{lj}|}{\max_j |y_{kj} - y_{lj}|} \quad (14)$$

C matrisinde olduğu gibi D matrisinde de $k=1$ durumunda matris girişi tanımlanamamaktadır. Sonuç olarak, burada bir önceki iki $m \times m$ matrisin (C ve D) simetrik olarak belirtilmelidir.

Adım 5: Uyumluluk ve Uyumsuzluk Üstünlük Matrislerinin Belirlenmesi

Uyumluluk üstünlük matrisi, uyumluluk matrisi için bir eşik değeri aracılığıyla oluşturulmaktadır. Örneğin; alternatif alternatif' ye üstünlük sağlayabilmesi için uygun uyumluluk indeksi en az belirli bir eşik değeri ' yi geçmesi gerekir.

$$C_{kl} \geq \underline{c} \quad (15)$$

Eşik değeri ortalama uyumluluk indeksi olarak belirlenebilmektedir.

$$\underline{c} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq 1}}^m \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^m C_{kl} \quad (16)$$

$$e_{kl} = 1, \text{ eğer } C_{kl} \geq \underline{c} \quad (17)$$

$$e_{kl} = 0, \text{ eğer } C_{kl} < \underline{c} \quad (18)$$

Benzer şekilde, uyumsuzluk üstünlük matrisi F, bir eşik değeri ' yi kullanarak tanımlanmaktadır.

$$\underline{d} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq 1}}^m \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^m d_{kl} \quad (19)$$

$$f_{kl} = 1, \text{ eğer } d_{kl} \geq \underline{d} \text{ ise,} \quad (20)$$

$$f_{kl} = 0, \text{ eğer } d_{kl} < \underline{d} \text{ ise.} \quad (21)$$

Adım 6: Toplam Üstünlük Matrisinin Belirlenmesi

Toplam üstünlük matrisinin elemanları aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$g_{kl} = e_{kl} \times f_{(kl)} \quad (22)$$

Adım 7: Alternatiflerin Sıralanması

Toplam üstünlük matrisinden alternatiflerin kısmi tercih sıralaması yapılmaktadır. Eğer ise, bu hem uyumluluk hem de uyumsuzluk kriterini kullanarak alternatif , ' ye tercih edilir anlamına gelmektedir. Eğer toplam üstünlük matrisinin herhangi bir sütununun en az bir elemanı 1' e eşitse, bu sütun "ELECTRE açısından" uygun sıra aracılığıyla üstündür. Bundan dolayı, 1'e eşit elemana sahip sütun elimine edebilir. En iyi alternatif bu yolla bütün diğer alternatiflere üstünlük sağlayan alternatiftir.

5. YAPI DENETİM FİRMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE AHP, SAW ve ELECTRE YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI

Bu çalışmada; Isparta ilinde faaliyet gösteren beş yapı denetim firması ÇKKV yöntemlerinden AHP, SAW ve ELECTRE yöntemleri ile değerlendirilmeye çalışılmıştır. Çalışmada kullanılacak olan kriterler, Isparta ilinde inşaat sektöründe faaliyette bulunan ve sektörün öncüsü kurumsal yapıdaki firmalarda çalışan konunun uzmanları ile yapılan yüzyüze mülakat yöntemi ile belirlenmiştir. Bu doğrultuda yapı denetim firmalarının değerlendirilmesinde kullanılmak üzere; *firma imajı, kalite, fiyat, güvenilirlik, tanınmışlık, daha önce çalışılmış olmak ve referans* şeklinde yedi kriter belirlenmiştir. (Tablo 4.)

Tablo 4. Kriterler ve Kodları

KRİTERLER	KODLAR
Firma İmajı	K1
Kalite	K2
Fiyat	K3
Güvenilirlik	K4
Tanınmışlık	K5
Daha Önce Çalışılmış Olmak	K6
Referanslar	K7

Firma İmajı : Firmanın diğer yapı denetim firmaları arasındaki konumu yapı denetim firması seçiminde etkili olmaktadır. Yapı denetim firmasının; mimarlık ve mühendislik kurallarına uygun, çağdaş norm ve standartlarda yapı denetim hizmeti veren, teknik yenilikleri takip eden,

etik değerlere saygılı olan, denetim kalitesinden taviz vermeden müşteri memnuniyetini sağlamayı ve kendini geliştirerek hizmet sunabilen bir firma olması tercih edilmektedir

Kalite : Denetimde, yasa ve yönetmelikler çerçevesinde inşaatların her safhasında yerinde denetim, test ve laboratuvar çalışmaları yapılırken teknik elemanların, inşaat kalfalarının, ustaların, tecrübeli teknik elemanlarca eğitilerek imalatta ve denetimde kalitenin yükseltilmesi gerekmektedir. Müşteri memnuniyetini sağlamak amacıyla, müşteri beklentilerini değerlendiren ve bu beklentileri en iyi şekilde ve zamanında karşılayabilmek için, gereken uygulamaları, sürekli iyileştirme ve geliştirme felsefesi ile yürüten, hizmetin kalitesinin yetkin personelle bağlantılı olduğu gerçeğinden yola çıkarak, hizmet girdilerinde insan kalitesini ön planda tutan ve bu çerçevede, yüksek kaliteli hizmet temin için paydaşlarla birlikte çalışmalarda bulunarak onlara gerekli desteği sağlayan firmalar tercih nedenidir. Ayrıca proses aşamalarında ileri bilgi ve deneyim ile donatılmış personel, makine ve ekipmanları kullanarak sektörle ilgili bilgi ve teknolojik gelişmeleri yakından takip eden, çalışmalarını ve yatırımlarını bu doğrultuda yönlendiren firmalar tercih edilecektir.

Fiyat: Diğer sektörlerde de olduğu gibi inşaat sektöründe de maliyetler önemli bir etken olduğu için yapı denetim firmasının işin büyüklüğüne göre almış olduğu ücret de yapı denetim firması seçimi etkileyecektir.

Güvenilirlik : Firma yapmış olduğu işlerde; etik değerlere bağlı kalarak, teknik yenilikleri takip ederek ve kendini geliştirerek hizmet sunmalıdır. Düzenli bir müşteri portföyü oluşturarak ve bunu sürekli geliştirerek; zamanında ve minimum hata ile yerinde denetim yaparak güvenilir, öncü ve lider bir firma olmalıdır.

Tanınırlık : Firmanın sektörde tanınmış olması diğer firmalar tarafından da olumlu veya olumsuz değerlendirilmesi de yapı denetim firması seçiminde etkili olacaktır.

Daha Önce Çalışılmış Olmak : Daha önce sorunsuz bir şekilde çalışılan bir yapı denetim firması diğer firmalara göre daha avantajlı konumda olacaktır.

Referans : Yapı denetim firmasının daha önce çalıştığı firmalar ve yaptığı işler seçimde önemli kriterler arasında yer almaktadır. Bugüne kadar yapılan çalışmaların bundan sonra yapacaklarına referans olmalıdır.

5.1. Analitik Hiyerarşi Prosesinin Uygulanması

Isparta ilinde faaliyette bulunan yapı denetim firmalarının değerlendirilmesinde kullanılan kriter ağırlıklarının belirlenmesi için AHP yöntemi uygulanmıştır. İlk önce Isparta ilinde inşaat sektöründe kurumsal yapıdaki 12 firma ile yapılan yüz yüze görüşme sonucunda yapı denetim firması seçiminde karar verme açısından etkili olacak 7 kriter belirlenmiştir. Daha sonra AHP yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenebilmesi için bu firma yetkililerine kriterlerle ilgili oluşturulan ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. İnşaat firmalarının yapmış olduğu ikili karşılaştırmalar geometrik ortalama alınıp bileştirilerek ortak görüş elde edilmiştir. Ortak görüş Expert Choice programı kullanılarak Şekil 1.'de görülen kriter ağırlıkları hesaplanmıştır.



AHP yöntemi sonucunda yapı denetim firmalarının değerlendirilmesinde % 25,3 ile en önemli kriterin kalite olduğu % 7,6 ile de en az önemli kriterin fiyat olduğu görülmektedir.

5.2. SAW Yönteminin Uygulanması

Isparta ilinde aktif olarak faaliyette bulunan 5 yapı denetim firması bulunmaktadır (15.05.2014). Belirlenen kriterler açısından beş yapı denetim firmasının değerlerini elde edebilmek için Isparta ilinde faaliyet gösteren kurumsal yapıda olan 12 inşaat firması ile yüz yüze anket yapılmıştır. Böylece her bir kriter açısından her bir yapı denetim firmasının aldığı değerler belirlenerek SAW yönteminin ilk adımında kullanılan ve Tablo 5.'de görülen karar matrisi oluşturulmuştur. Çalışmada değerlendirilen 5 yapı denetim firması (alternatif) haksız rekabete yol açmaması için "A₁", "A₂", "A₃", "A₄" ve "A₅" şeklinde verilmiştir.

Adım 1: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Tablo 5. Karar Matrisi

KRİTERLER	KRİTER TÜRÜ	AĞIRLIK	ALTERNATİFLER				
			A1	A2	A3	A4	A5
Firma İmajı (K1)	max	0,144	3,7500	4,0833	3,6667	4,0000	3,7500
Kalite (K2)	max	0,253	3,6667	4,0833	3,5833	3,8333	3,8333
Fiyat (K3)	max	0,076	4,0000	3,7500	3,5833	3,5833	3,7500
Güvenilirlik (K4)	max	0,210	4,0000	3,9167	3,8333	3,7500	4,0833
Tanınırlık (K5)	max	0,087	3,4167	4,0000	3,5833	3,8333	3,7500
Daha Önce Çalışılmış Olmak(K6)	max	0,149	3,5833	3,6667	3,1667	3,5000	3,5833
Referanslar (K7)	max	0,082	3,5000	3,7500	3,5000	3,6667	3,9167

Oluşturulan karar matrisindeki tüm kriterlerin türü maksimizasyondur. Maksimizasyonda en iyi değer en yüksek değerken, minimizasyon da en iyi değer en düşük değerdir. Tüm kriterler için fayda kriteri kullanılmış olup en iyi değerler için en yüksek değerler alınmıştır. Örneğin; K1 kriteri için değeri 4,0833'tür.

Karar matrisinin normalize edilmesi için formül (3) kullanılmıştır. Tablo 6.'da normalize edilmiş karar matrisi verileri gösterilmiştir. Örneğin K1 kriteri için;

$$X_{A1,K1} = \frac{3,7500}{4,0833} = 0,918374844$$

Tablo 6. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

KRİTERLER	ALTERNATİFLER				
	A1	A2	A3	A4	A5
Firma İmajı	0,918374844	1	0,897974677	0,97959983	0,918374844
Kalite	0,897974677	1	0,877550021	0,93877501	0,93877501
Fiyat	1	0,9375	0,895825	0,895825	0,9375
Güvenilirlik	0,979599833	0,959199667	0,93877501	0,91837484	1
Tanınırlık	0,854175	1	0,895825	0,958325	0,9375
Daha Önce Çalışılmış Olmak	0,977254752	1	0,863637603	0,95453678	0,977254752
Referanslar	0,893609416	0,95743866	0,893609416	0,93617076	1

Adım 2: Alternatiflerin Tercih Değerlerinin Hesaplanması

Normalize edilmiş karar matrisindeki değerler kriter ağırlıkları ile çarpılarak her bir alternatifin toplam tercih değerleri formül (6) kullanılarak hesaplanmıştır. SAW S_j kriteri değerleri, Tablo 7.'de verilmiştir. Örneğin K1 kriteri için;

$$X_{A1,K1} = 0,918374844 \times 0,144 = 0,13224598$$

Tablo 7. Her Bir Alternatifin Toplam Tercih Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	Ağırlık
K1	0,13224598	0,144	0,129308354	0,1410624	0,132245978	0,144
K2	0,22718759	0,253	0,222020155	0,2375101	0,237510078	0,253
K3	0,076	0,07125	0,0680827	0,0680827	0,07125	0,076
K4	0,20571597	0,20143193	0,197142752	0,1928587	0,210	0,210
K5	0,07431323	0,087	0,077936775	0,0833743	0,0815625	0,087
K6	0,14561096	0,149	0,128682003	0,142226	0,145610958	0,149
K7	0,07327597	0,07850997	0,073275972	0,076766	0,082	0,082
	0,93434969	0,9841919	0,896448711	0,9418801	0,960179513	1,001

Görel S_j değerleri normalize formülü tarafından belirlenebilir.

$$S_j^{\%} = \frac{S_j}{\sum_{j=1}^n S_j}$$

S_j kriterinin normalleştirilmiş değerini, n sayısı alternatifleri () vermektedir. Bu nedenle, değeri kriterinin alternatif ortalama değeri $1/n$ (kabul durumunda, $1/4 = 0. 25$) olabilir.

Tablo 7.'de normalleştirilmiş değerleri alınan S_j kriterleri Tablo 10 içinde verilmiştir.

$$\sum_{j=1}^5 S_j = 4,71704994$$

Tablo 8. Kriterinin Normalleştirilmiş Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	Toplamı
	0,93434969	0,9841919	0,896448411	0,9418801	0,960179513	4,71704994
	0,19807924	0,20864564	0,190044354	0,1996757	0,203555087	
Sıra	4	1	5	3	2	

5.3. ELECTRE Yönteminin Uygulanması

ELECTRE yönteminin uygulaması yedi aşamada gerçekleşmektedir.

Adım 1: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Tablo 9. Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K5	K7
A1	3,7500	3,6667	4,0000	4,0000	3,4167	3,5833	3,5000
A2	4,0833	4,0833	3,7500	3,9167	4,0000	3,6667	3,7500
A3	3,6667	3,5833	3,5833	3,8333	3,5833	3,1667	3,5000
A4	4,0000	3,8333	3,5833	3,7500	3,8333	3,5000	3,6667
A5	3,7500	3,8333	3,7500	4,0833	3,7500	3,5833	3,9167
Ağırlık	0,144	0,253	0,076	0,210	0,087	0,149	0,082

Karar matrisinin normalize edilmesi için formül (8) kullanılmıştır ve Tablo 10.'da normalize edilmiş karar matrisi görülmektedir. Örneğin birinci değer için;

$$X_{A1,K1} = \frac{3,7500}{\sqrt{(3,7500)^2 + (4,0833)^2 + (3,6667)^2 + (4,0000)^2 + (3,7500)^2}} = 0,435214574$$

Tablo 10. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	KRİTERLER						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
A1	0,435214574	0,431088842	0,478758485	0,456522953	0,410518258	0,457287404	0,426487759
A2	0,473896445	0,480067928	0,448836079	0,447015863	0,480602052	0,467930601	0,45695117
A3	0,425547008	0,42128362	0,428883819	0,437497359	0,430535334	0,404122463	0,426487759
A4	0,464228879	0,450675774	0,428883819	0,427990269	0,460572962	0,446656968	0,446800762
A5	0,435214574	0,450675774	0,448836079	0,466030044	0,450564424	0,4572877404	0,477264173

Adım 2 : Ağırlıklı Karar Matrisinin Oluşturulması

Normalize karar matrisindeki her bir değer ilgili sütundaki kriterlere ait ağırlıklar ile çarpılmıştır. Tablo 11.'de görülen ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi bulunmuştur. Örneğin birinci değer için;

$$y_{A1,K1} = 0,435214574 \times 0,144 = 0,062670899$$

Tablo 11. Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

	KRİTERLER						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
A1	0,062670899	0,109065477	0,036385645	0,09586982	0,03571509	0,068135823	0,034971996
A2	0,068241088	0,121457186	0,034111542	0,093873331	0,04181238	0,06972166	0,037469996
A3	0,061278769	0,106584756	0,03259517	0,091874445	0,03745657	0,060214247	0,034971996
A4	0,066848959	0,114020971	0,03159517	0,089877956	0,04006985	0,066551888	0,036637662
A5	0,062670899	0,114020971	0,034111542	0,097866309	0,0391991	0,068135823	0,039135662

Adım 3: Uyumluluk ve Uyumsuzluk Setinin Belirlenmesi

Uyumluluk seti C, uyumsuzluk seti D ile tanımlanmış ve her bir alternatifin birbirleriyle ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi üzerinde kriter olacak şekilde karşılaştırması yapılmıştır.

Örneğin birinci değer için C(A1,A2) (3,4) bulunmuştur. Bunun sebebi A1 adayının matris değerleri (3,4) no'lu kriter için A2 adayının matris değerlerinden büyük ya da eşittir. (1,2,5,6,7) no'lu kriterler için A2 adayının değerleri A1 den büyüktür. Buna göre de D(A1,A2) (1,2,5,6,7) olarak bulunmuştur. Tüm adaylar için oluşturulan uyumluluk ve uyumsuzluk setleri Tablo 12.'de verilmiştir.

Tablo 12. Uyumluluk ve Uyumsuzluk Setleri

C(A1,A2)	3,4	D(A1,A2)	1,2,5,6,7
C(A1,A3)	1,2,3,4,6,7	D(A1,A3)	5
C(A1,A4)	3,4,6	D(A1,A4)	1,2,5,7
C(A1,A5)	1,3,6	D(A1,A5)	2,4,5,7
C(A2,A1)	1,2,5,6,7	D(A2,A1)	3,4
C(A2,A3)	1,2,3,4,5,6,7	D(A2,A3)	
C(A2,A4)	1,2,3,4,5,6,7	D(A2,A4)	
C(A2,A5)	1,2,3,5,6	D(A2,A5)	4,7
C(A3,A1)	5,7	D(A3,A1)	1,2,3,4,6
C(A3,A2)		D(A3,A2)	1,2,3,4,5,6,7
C(A3,A4)	3,4	D(A3,A4)	1,2,5,6,7
C(A3,A5)		D(A3,A5)	1,2,3,4,5,6,7
C(A4,A1)	1,2,5,7	D(A4,A1)	3,4,6
C(A4,A2)		D(A4,A2)	1,2,3,4,5,6,7
C(A4,A3)	1,2,3,5,6,7	D(A4,A3)	4
C(A4,A5)	1,2,5	D(A4,A5)	3,4,6,7
C(A5,A1)	1,2,4,5,6,7	D(A5,A1)	3
C(A5,A2)	3,4,7	D(A5,A2)	1,2,5,6
C(A5,A3)	1,2,3,4,5,6,7	D(A5,A3)	
C(A5,A4)	2,3,4,6,7	D(A5,A4)	1,5

Adım 4: Uyumluluk ve Uyumsuzluk Matrisinin Oluşturulması

Uyumluluk ve uyumsuzluk matrisi oluşturmak için Tablo 12.'deki setlerden uyumluluk setlerinin her bir değeri ile ayrı ayrı numaralarla gösterilen kriterlerin ağırlık değerleri toplanarak uyumluluk setleri için setlerin toplam ağırlıkları bulunur. Örneğin birinci değer için;

$$C(A1, A2)(3,4)$$

$$C_{A1,A2}=0,076+0,210=0,286$$

Tablo 12.'deki setlerden uyumsuzluk setlerinin her bir değeri için de ayrı ayrı numaralarla gösterilen kriterlere aşağıda verilen formül uygulanarak uyumsuzluk setleri için setlerin toplam değerleri bulunur. Örneğin ikinci değer için;

$$D(A1, A3)(5)$$

$$D_{A1,A3} = \frac{|0,035715088 - 0,037456574|}{|0,062670899 - 0,061278769| + |0,109065477 - 0,106584756| + \dots + |0,034971996 - 0,034971996|} = 0,081676438$$

Buna göre bütün değerlerin hesaplanarak oluşturulduğu uyumluluk ve uyumsuzluk matrisleri Tablo 13.'de verilmiştir.

Tablo 13. Uyumluluk ve Uyumsuzluk Matrisleri

UYUMLULUK		Uyumluluk İndeksi	UYUMSUZLUK		Uyumsuzluk İndeksi
C(A1,A2)	3,4	0,286	D(A1,A2)	1,2,5,6,7	0,86824698
C(A1,A3)	1,2,3,4,6,7	0,914	D(A1,A3)	5	0,081676438
C(A1,A4)	3,4,6	0,435	D(A1,A4)	1,2,5,7	0,571411571
C(A1,A5)	1,3,6	0,369	D(A1,A5)	2,4,5,7	0,865228512
C(A2,A1)	1,2,5,6,7	0,715	D(A2,A1)	3,4	0,004270592
C(A2,A3)	1,2,3,4,5,6,7	1,001	D(A2,A3)		0
C(A2,A4)	1,2,3,4,5,6,7	1,001	D(A2,A4)		0
C(A2,A5)	1,2,3,5,6	0,709	D(A2,A5)	4,7	0,24748972
C(A3,A1)	5,7	0,169	D(A3,A1)	1,2,3,4,6	0,918323562
C(A3,A2)			D(A3,A2)	1,2,3,4,5,6,7	1
C(A3,A4)	3,4	0,286	D(A3,A4)	1,2,5,6,7	0,92207143
C(A3,A5)			D(A3,A5)	1,2,3,4,5,6,7	1
C(A4,A1)	1,2,5,7	0,566	D(A4,A1)	3,4,6	0,428588429
C(A4,A2)			D(A4,A2)	1,2,3,4,5,6,7	1
C(A4,A3)	1,2,3,5,6,7	0,791	D(A4,A3)	4	0,07792857
C(A4,A5)	1,2,5	0,484	D(A4,A5)	3,4,6,7	0,729075527
C(A5,A1)	1,2,4,5,6,7	0,925	D(A5,A1)	3	0,134771488
C(A5,A2)	3,4,7	0,368	D(A5,A2)	1,2,5,6	0,75251028
C(A5,A3)	1,2,3,4,5,6,7	1,001	D(A5,A3)		0
C(A5,A4)	2,3,4,6,7	0,77	D(A5,A4)	1,5	0,270924473
	Toplam	10,79		Toplam	9,872517572
	Ortalama	0,634705882		Ortalama	0,493625879

Adım 5 : Toplam Üstünlük Matrisinin Belirlenmesi

Tablo 13.'de gösterilen hem C hem de D değerleri için EVET olarak sonuçlanmış satırlar seçilerek toplam üstünlük durumu oluşturulmuştur. Sonuçlar Tablo 14.'de görülmektedir.

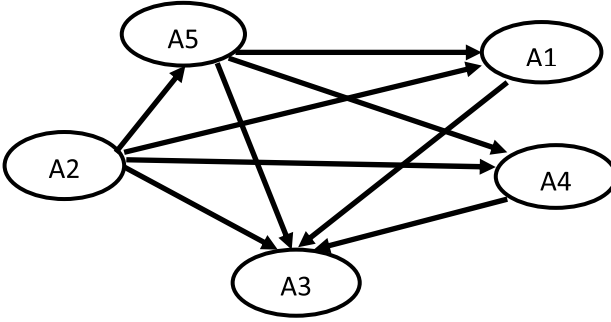
Tablo 14. Toplam Üstünlük Matrisi

TOPLAM ÜSTÜNLÜK MATRİSİ						
Uyumluluk	C(p,q)	C(p,q)≥	Uyumsuzluk	D(p,q)	D(p,q)<	SONUÇ
C(A1,A2)	0,286	Hayır	D(A1,A2)	0,86824698	Hayır	
C(A1,A3)	0,914	EVET	D(A1,A3)	0,081676438	EVET	A1 A3'den
C(A1,A4)	0,435	Hayır	D(A1,A4)	0,571411571	Hayır	
C(A1,A5)	0,369	Hayır	D(A1,A5)	0,865228512	Hayır	
C(A2,A1)	0,715	EVET	D(A2,A1)	0,004270592	EVET	A2 A1'den
C(A2,A3)	1,001	EVET	D(A2,A3)	0	EVET	A2 A3'den
C(A2,A4)	1,001	EVET	D(A2,A4)	0	EVET	A2 A4'den
C(A2,A5)	0,709	EVET	D(A2,A5)	0,24748972	EVET	A2 A5'den
C(A3,A1)	0,169	Hayır	D(A3,A1)	0,918323562	Hayır	
C(A3,A2)		Hayır	D(A3,A2)	1	Hayır	
C(A3,A4)	0,286	Hayır	D(A3,A4)	0,92207143	Hayır	
C(A3,A5)		Hayır	D(A3,A5)	1	Hayır	
C(A4,A1)	0,566	Hayır	D(A4,A1)	0,428588429	EVET	
C(A4,A2)		Hayır	D(A4,A2)	1	Hayır	
C(A4,A3)	0,791	EVET	D(A4,A3)	0,07792857	EVET	A4 A3'den
C(A4,A5)	0,484	Hayır	D(A4,A5)	0,729075527	Hayır	
C(A5,A1)	0,925	EVET	D(A5,A1)	0,134771488	EVET	A5 A1'den
C(A5,A2)	0,368	Hayır	D(A5,A2)	0,75251028	Hayır	
C(A5,A3)	1,001	EVET	D(A5,A3)	0	EVET	A5 A3'den
C(A5,A4)	0,77	EVET	D(A5,A4)	0,270924473	EVET	A5 A4'den

Adım 6: Alternatiflerin Sıralanması

Tablo 14.'de çıkan sonuçlara göre A2 adayı A1 den, A3 den, A4 den ve A5 den üstün çıkmıştır. A5 adayı A1 den A3 den ve A4 den üstün çıkmıştır. A1 adayı A3 den, A4 adayı A3 den üstün çıkmıştır. Bu sonuçlara göre aşağıda gösterilen Şekil 2.'de bir çekirdek oluşturulmuştur. Şekil 2.'de görüldüğü üzere hiç ok gitmeyen A2 adayı en iyi çözümdür.

Şekil 2. Çekirdek



Ancak yine de kesin sonuç için adayların net uyum ve uyumsuzluk indeksleri oluşturulmuştur.

Örneğin A1 adayı için;

$$C_k = \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^m C_{kl} - \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^m C_{lk}$$

$$D_k = \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^m D_{kl} - \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^m D_{lk}$$

$$= (0,286+0,914+0,435+0,369)-(0,715+0,169+0,566+0,925)$$

$$= 0,84378947$$

$$C_{A1} = (C_{A1,A2} + C_{A1,A3} + C_{A1,A4} + C_{A1,A5}) - (C_{A2,A1} + C_{A3,A1} + C_{A4,A1} + C_{A5,A1})$$

$$= (0,86824698+0,081676438+0,571411571+0,865228512)$$

$$-(0,004270592+0,918323562+0,428588429+0,134771488)$$

$$= 1,60608161$$

Bu indekslerden C değeri için en büyük ve D değeri en küçük olan değerlere sahip aday birinci sıradan seçilmiştir. Bu sonuç Tablo 15.'de gösterilmiştir.

Tablo 15.'e göre 1. sırada A2 adayı, 2. Sırada A5 adayı en uygun firma olarak değerlendirilmelidir. Diğer firmaların seçilme sırası ise farklı yorumlar ile ele alınabilir.

Tablo 15: Uyumluluk ve Uyumsuzluk Değerleri

		Sıralama		Sıralama
A1	0,843789474	4	1,606081606	4
A2	5,23853211	1	0,069532502	1
A3	0,122740761	5	24,06187028	5
A4	1,234741784	3	1,26705002	3
A5	1,961587708	2	0,407561681	2

6. SAW VE ELECTRE YÖNTEMLERİNİN SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Çalışmada ÇKKV yöntemlerinden SAW ve ELECTRE yöntemleri ile yapılan değerlendirmede çıkan sıralama her iki yöntemde de aynıdır.

Tablo 18: SAW ve ELECTRE Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Yöntemler Alternatifler	SAW	ELECTRE	
A1	4	4	4
A2	1	1	1
A3	5	5	5
A4	3	3	3
A5	2	2	2

SONUÇ, DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Bu çalışma Isparta ilindeki yapı denetim firmalarının değerlendirilmesi ve yapı denetim firmalarının seçiminin değerlendirilmesinde etkili olan kriterlerin belirlenmesini amaçlamıştır. Bu amaçla önce yapı denetim firmalarının değerlendirilmesinde etkili olan kriterler belirlenmiş ardından Analitik Hiyerarşi Prosesi yaklaşımı kullanılarak kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Ardından SAW ve ELECTRE yöntemleri kullanılarak beş yapı denetim firması değerlendirilmiş ve son olarak yapı denetim firmaları uygunluk açısından sıralanmıştır.

Çalışmada yapı denetimi firmalarının seçimi bakımından en önemli kriterin kalite (0,253) olduğu ve bu boyutu güvenilirlik (0,210) kriterinin takip ettiği belirlenmiştir. Diğer kriterler ise daha önce çalışılmış olmak (0,149), firma imajı (0,144), tanınmışlık (0,087), referanslar (0,082) ve fiyat (0,076) olarak sıralanmıştır. Böylece tüm kriterlerin ağırlıkları hesaplanıp

bir sonraki aşamaya geçilmiştir. Sonrasında Isparta ilinde faaliyet gösteren inşaat firmalarına uygulanan anketler doğrultusunda yapı denetim firmalarının seçimi değerlendirilmeye çalışılmıştır. AHP yöntemi ile bulunan ağırlıklar öncelikle SAW yöntemi çözümünde kullanılmıştır. Aşamaların uygulanması sonucunda yapı denetimi firmaları "A2", "A5", "A4", "A1" ve "A3" olarak sıralanmıştır. Sonrasında aynı ağırlıklar kullanılarak ELECTRE yöntemi çözümünde de kullanılmıştır. ELECTRE yönteminde Dmin yani uyumsuzluk değerlerine göre "A2", "A5", "A4", "A1" ve "A3" olarak sıralanırken, Cmax yani uyumluluk değerlerine göre "A2", "A5", "A4", "A1" ve "A3" olarak sıralanmıştır. Bu durumda "A2" birinci sırada tercih edilen "A5" ikinci sırada tercih edilen yapı denetim firması olmalıdır. Çalışmanın bazı kısıtları bulunmaktadır. Araştırma Isparta ilindeki inşaat firmaları ile sınırlı olup daha geniş kapsamlı örneklem ile değerlendirme yapılabilir. Çalışmada çok kriterli karar verme tekniklerinden SAW ve ELECTRE yöntemleri kullanılarak bazı kriterlere göre yapı denetim firmaları sıralanmıştır. Çalışmanın sonucunda her iki yöntemle de aynı sıralama elde edilmiştir. Aynı sıralamanın elde edilmiş olması tesadüfi olup farklı ÇKKV tekniklerinin uygulandığı durumlarda farklı sıralamanın ortaya çıkması mümkündür. İleride yapılacak çalışmalarda ÇKKV yöntemlerinden farklı yöntemlerin kullanılması sonucu literatüre katkı sağlanabilecektir. Ayrıca Türkçe literatürde, yapı denetimi firması seçimi ile ilgili yapılmış herhangi bir bilimsel çalışmaya rastlanamamıştır. Bu çalışma bu alanda bir ilk olma özelliği taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- AKYÜZ, Yılmaz ve Soba, Mustafa, (2013). "Electre Yöntemiyle Tekstil Sektöründe Optimal Kuruluş Yeri Seçimi: Uşak İli Örneği", Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, Cilt 9, Sayı 19, s.185-198.
- ATICI, Kazım Barış ve Ulucan, Aydın,(2009). "Enerji Projelerinin Değerlendirilmesi Sürecinde Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımları ve Türkiye Uygulamaları", Hacettepe Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 27, Sayı 1, s. 161-186.
- AZAR, Fred S. (2000). "Multiattribute Decision-Making: Use of Three Scoring Methods to Compare the Performance of Imaging Techniques for Breast Cancer Detection", Department of Computer & Information Science Technical Reports (CIS), Vol 1, No 10, s.1-24.
- BALAMİR, Murat, (2000). "Türkiye Yeni Bir Deprem Stratejisi mi Geliştiriyor ?", Mimarlık Dergisi, Sayı: 295. s.44-47.
- BUCHANAN, John ve Sheppard, Phil, (1998). "Ranking Projects Using the ELECTRE Method", Proc. of the 33rd Annual Operational Research Society of New Zealand Conference, New Zealand, 1998. s.1-9.
- ÇAĞIL, Gülcan, (2011). "2008 Küresel Kriz Sürecinde Türk Bankacılık Sektörünün Finansal Performansının ELECTRE İle Analizi", Maliye Finans Yazıları, Yıl 25, Sayı 93, s. 59-86.
- ÇAKIN, Enver ve Özdemir, Aslı (2013). "Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (Anp) ve ELECTRE Yöntemlerinin Kullanılması Ve Bir Uygulama", Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Dergisi, Cilt XV, Sayı II, s. 339-364.
- ÇAKIN, Enver (2013). "Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (ANP) Ve ELECTRE Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama", (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, 2013).
- ÇAKIR, Süleyman ve Perçin, Selçuk, (2013). "Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü", Ege Akademik Bakış, Cilt 13, Sayı 4, s. 449-459.
- ÇELİK, Pelin ve Ustasüleyman, Talha, (2014). "ELECTRE I Ve PROMETHEE Yöntemleri İle GSM Operatörlerinin Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi", Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, Cilt 6, Sayı 12, s. 137-160.
- DAĞDEVİREN, Metin ve Eraslan, Ergün, (2008). "PROMETHEE Sıralama Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi", Gazi Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 23, No 1. s. 69-75.
- DİKMEN, S.Ümit, Akbiyıklı, Rıfat, Aytekin, Osman ve Baradan, Selim, (2011). "İş ve Yapı Denetim Yasalarının İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Bütünleşik İncelenmesi", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt XXIV, Sayı 2, s. 117-131.
- ELEREN, Ali, (2007), "Markaların Tüketici Tercih Kriterlerine Göre Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ile Değerlendirilmesi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama", Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi, Cilt 14, Sayı 2, s. 47-64.

- ERSÖZ, Filiz ve Kabak, Mehmet (2010), "Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması", Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi, Sayı 9, s. 97-125.
- ERTUĞ, Büşra, (2009). "Bir Akaryakıt İstasyonunun Fizibilite Etüdünde TOPSIS ve ELECTRE Yöntemlerinin Karşılaştırılması", (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, 2009).
- ERTUĞRUL, İrfan ve Karakaşoğlu, Nilsen (2010). "ELECTRE ve Bulanık AHP Yöntemleri ile Bir İşletme İçin Bilgisayar Seçimi", Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 25, Sayı 2, s. 23-41.
- FIGUEIRA Jose Rui, Greco Salvatore, Roy Bernard, Słowiński Roman, (2010). ELECTRE Methods: Main Features and Recent Developments. Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la Décision CNRS FRE 3234.1-29.
- FIGUEIRA, José ve Roy, Bernard (2002). "Determining The Weights Of Criteria in The ELECTRE Type Methods With A Revised Simos' Procedure", European Journal of Operational Research, Vol 139, s. 317-326.
- GÖKTOLGA, Ziya Gökalg ve Gökalg Burcu, (2012). "İş Seçimini Etkileyen Kriterlerin ve Alternatiflerin AHP Metodu İle Belirlenmesi", Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 13, Sayı 2, s. 71-86.
- HUANG, Wen-Chih ve Chen, Chien-Hua, (2005). "Using The ELECTRE II Method To Apply And Analyze The Differentiation Theory", Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol 5, s. 2237-2249.
- JANIC Milan ve Reggiani Aura, (2002). "An Application of the Multiple Criteria Decision Making (MCDM) Analysis to the Selection of a New Hub Airport", European Journal of Transport and Infrastructure Research, Vol 2, No 2, 2002, s.113-141.
- KAHVECİ, A. (2009). "Grup Karar Verme Ortamında Bulanık AHP ve ELECTRE III Metotlarına Dayalı Bütünleştirilmiş Bir Tedarikçi Seçim Metodolojisi". (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2009).
- KARACASU, Murat, (2006). "Kentiçi Toplu Taşıma Yatırımlarının Değerlendirilmesinde Karar Destek Modeli (ELECTRE Yöntemi) Kullanımı", 7Ulaştırma Kongresi, İstanbul, 19-21 Eylül 2006, s. 155-164.
- KARAMAN, A.E. (2009). "İnşaat Firmaları İçin Bir Bilgi Yönetimi Modeli Önerisi: Türk İnşaat Firmaları Kapsamında Değerlendirilmesi", (Basılmamış Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, 2009).
- KARAMI, Amin, (2011). "Utilization And Comparison Of Multi Attribute Decision Making Techniques To Rank Bayesian Network Options", (Master Degree Project, University Of Skövde, 2011).
- KARAOĞLU, E. (2011). "4708 Sayılı Yapı Denetim Kanununun Denetimdeki Verimliliği", (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 2011).
- KURU, Ayşegül ve Akın, Besim, (2012). "Entegre Yönetim Sistemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanımına Yönelik Yaklaşımlar Ve Uygulamalar", Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 10, Sayı 38, s. 129-144.

- LEYVA-LOOPEZ Juan Carlos ve Fernandez-Gonzaalez, Eduardo, (2003). "A New Method For Group Decision Support Based On ELECTRE III Methodology", European Journal of Operational Research, Vol 148, No 1, s. 14-27.
- ORÇANLI, Kenan ve Özdemir, Abdülkadir, (2013). "Kredi Kartı Seçimine Yönelik Bir Karar Modeli ve Uygulama: Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP)-ELECTRE Yöntemi", Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 4, Sayı 1, s. 77-106.
- ÖZKAN, Gökhan, (2005). "Türkiye'de Yapı Denetim Sistemi İle İlgili Yaklaşımlar", (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 2005).
- ÖZKAN, Ö. (2007). "Personel Seçiminde Karar Verme Yöntemlerinin İncelenmesi: AHP, ELECTRE Ve TOPSIS Örneği" (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, 2007).
- PANG, Jihong, Zhang, Genbao ve Chen, Guohua, (2011). "ELECTRE I Decision Model of Reliability Design Scheme for Computer Numerical Control Machine", Journal Of Software, Vol ,6, No 5, s. 894-900.
- POHEKAR, S. D. and Ramachandran, M., (2004). "Application Of Multi-Criteria Decision Making To Sustainable Energy Planning- A Review", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol 8, s. 365-381.
- PODVEZKO, Valentinas, (2011). "The Comparative Analysis of MCDA Methods SAW and COPRAS", Vilnius Gediminas Technical University, Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics, Vol 22, No 2, s. 134-146.
- SAATY, L., Thomas, (2008). "Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy/Network Process", Review of the Royal Spanish Academy of Sciences Series a Mathematics (RACSAM), Vol 102, No 2, s. 251-318.
- SAATY, L., Thomas, (1990). "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process", European Journal Of Operational Research, Vol 48, s. 9-26.
- SAATY, L., Thomas, (1980). The Analytic Hierarchy Process, (New York: McGraw-Hill, 1980).
- SAKALLI, Ferhat, (2008). "Yapı Denetim Sisteminde Yaşanan Sorunlar, 4708 Sayılı Yapı Denetim Hakkında Kanun'daki Eksiklikler Ve Çözüm Önerileri", (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2008).
- SAVITHA, K. ve Chandrasekar, C. (2011). "Trusted Network Selection using SAW and TOPSIS Algorithms for Heterogeneous Wireless Networks", International Journal of Computer Applications, Vol 26, No 8, s. 22-29.
- SERİNKAYA, Oktay, (2001). "Çok Kriterli Karar Destek Sistemi ELECTRE Yöntemleri Üzerine Bir Uygulama", (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, 2001).
- SEZER, Hande ve Saatçioğlu, Ömür Y. (2008). "Düzenli Hat Deniz Taşımacılığında Nakliye Müteahhidinin Gemi Operatörü Seçimine Çok Kriterli Karar Destek Yaklaşımı", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 10, Sayı 4, s. 19-46.

- SIMANAVICIENE R. ve Ustinovicus, L. (2012). "A New Approach to Assessing The Biases of Decisions Based on Multiple Attribute Decision Making Methods", *Electronics And Electrical Engineering System Engineering, Computer Technology*, No 1(117), s. 29-32.
- SONER, Selin ve Önüt, Soner. (2006). "Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi: Bir ELECTRE-AHP Uygulaması", *Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, Sigma 4, s. 110-120.
- SUN, Xiaoqian ve Li, Yongchang (2010). "An Intelligent Multi-Criteria Decision Support System for Systems Design", *American Institute of Aeronautics and Astronautics*, s.3718-3723.
- ŞİŞMAN, Bilal ve Eleren, Ali, (2013). "En Uygun Otomobilin Gri İlişkisel Analiz ve Electre Yöntemleri İle Seçimi", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 18, Sayı 3, s. 411-429.
- USTAÖMER, Hakkı, (2000), *Yapı Denetimi*, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, Sayı:410/6, s.12-14.
- YAPI DENETİMİ HAKKINDA KANUN, kanun numarası: 4708; kabul tarihi: 29.6.2001, resmi gazete tarih/sayı: 13.7.2001/24461.s.8044-8047.
- YAVUZ, Oğuzhan. (2013). "ELECTRE I Karar Modeli ile Tedarikçi Seçim Süreci ve Perakende Sektöründe Bir Uygulama", *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Araştırmaları Dergisi*, Cilt 5, Sayı 4, s. 210-226.
- YEH, Chung-Hsing. (2003) "The Selection of Multi-Attribute Decision Making Methods for Scholarship Student Selection" *International Journal of Selection and Assessment*, Vol 11, No 4, s. 289-296.
- YILMAZ, Halil, (2006). "Türkiye'de 1980'den Sonra Kent Planlaması Hizmetlerinin Özel Kesime Gördürülmesi Eğilimleri: Yapı Denetim Kuruluşları Örneği", (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, 2006):
- YÜKSEL, İhsan ve Akın, Adnan. (2006), "Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemiyle İşletmelerde Strateji Belirleme", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, Cilt 7, Sayı 2, s. 254-268.
- YÜREKLİ, Hüseyin, (2008). "Taarruz Helikopterleri Seçiminde Electre Yönteminin Kullanılması, (Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 2008).
- ZAHEDI, Fatemeh, (1986). "The Analytic Hierarchy Process- A Survey of The Method And Its Applacions", *Interfaces*, Vol 16, No 4, s. 96-108.