



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPI DENETİM KURULUŞU SEÇİMİNİN AHP ve TOPSIS ÇOK
KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE YAPILMASI**

MERVE AKDEMİR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ LATİF ONUR UĞUR**

DÜZCE, 2019

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPI DENETİM KURULUŞU SEÇİMİNİN AHP ve TOPSIS ÇOK
KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE YAPILMASI**

Merve AKDEMİR tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Latif Onur UĞUR

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Latif Onur UĞUR


Düzce Üniversitesi


Doç Dr. Rıfat AKBIYIKLI


Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet GÖKDEMİR

Gazi Üniversitesi







Tez Savunma Tarihi: 17/06/2019

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

17 Haziran 2019

Merve AKDEMİR



TEŐEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimde ve tez çalışmamın oluşum sürecinde bilgilerini ve zamanını paylaşan, yol gösteren danışman hocam Sayın Latif Onur Uğur'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her döneminde benden maddi manevi desteklerini esirgemeyen, sabırla ve ilgiyle hep yanımda olan, beni bugünlere sevgiyle yetiştirerek getiren kıymetli aileme sonsuz teşekkürler. Desteği ve ilgisi için değerli amcam Furat AKDEMİR'e, meslek hayatımda bana güvenip her zaman destek olan değerli kuzenim Bilal Özgök'e, çalışma hayatım süresince sağladığı kolaylıklar için değerli patronum Özkan BONCUK'a ve her zaman yanımda olan sevgili arkadaşlarım Şeyma SAY, Furkan TOSUN, Özge CEYLAN, Gülsevım SÜZER ve Yıldız SARAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

17 Haziran 2019

Merve AKDEMİR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR.....	xi
SİMGELER.....	xii
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. LİTERATÜR TARAMASI.....	2
1.2. YAPI DENETİMİ.....	7
1.2.1. Yapı Denetiminin Gerekliliği.....	7
1.2.2. Yapı Denetim Kanununun Amacı.....	10
1.2.3. Yapı Denetim Kuruluşlarının İşleyişi.....	12
1.2.3.1. Proje Denetimi Safhasında Yapılan İşlemler.....	14
1.2.3.2. Yapım Safhasında Yapılan İşlemler.....	15
2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME.....	21
2.1. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (AHP) YÖNTEMİ.....	26
2.2. TOPSIS YÖNTEMİ.....	32
3. AMAÇ VE YÖNTEM.....	36
3.1. YAPI DENETİM FİRMASI SEÇİMİNDE KRİTERLER.....	36
3.1.1. Fiyat (Sözleşme Bedeli).....	36

3.1.2. Referans (Müşteri Memnuniyeti)	39
3.1.3. Nitelikli Eleman.....	39
3.1.4. Laboratuvar Kalitesi.....	41
4. UYGULAMA.....	43
4.1. AHP YÖNTEMİ İLE ÇÖZÜM	43
4.1.1. Hiyerarşik Yapının Oluşturulması.....	50
4.1.2. Karşılaştırma Anketinin Oluşturulması	51
4.1.3. Kriterlerin Değerlendirilmesi	51
4.1.4. Kriterlere Ait Tutarsızlıkların Değerlendirilmesi	51
4.1.5. Kriterlere Ait Ağırlıkların Bulunması	52
4.1.6. Alternatiflerin Öncelik Değerlerinin Bulunması	53
4.2. AHP-TOPSIS HİBRİT ÇÖZÜMÜ.....	50
4.2.1. Karar Matrisinin Oluşturulması	50
4.2.2. Ağırlıklandırılmış Normalize Matris	51
4.2.3. İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerlerinin Elde Edilmesi.....	51
4.2.4. İdeal ve Negatif İdeal Uzaklıkların Elde Edilmesi.....	51
4.2.5. İdeal ve Negatif İdeal Ayrım Ölçülerinin Hesaplanması	52
4.2.6. Karar Aşaması.....	53
4.3. ALTERNATİFLERİN SIRALAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI ..	54
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
6. KAYNAKLAR.....	57
7. EKLER.....	61
7.1. EK 1 Fiyat Alt Kriterleri İkili Karşılaştırma Ağırlık Sonuçları	61
7.2. EK 2 Referans Alt Kriterleri İkili Karşılaştırma Ağırlık Sonuçları.....	62
7.3. EK 3 Laboratuvar Kalitesi Alt Kriterleri Ağırlık Sonuçları.....	63
7.4. EK 4 Nitelikli Eleman Alt Kriterleri Ağırlık Sonuçları	64

7.5. EK 5 Yapı İnşaat Alanı Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları.....	65
7.6. EK 6 Yapı Sınıfı Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları.....	66
7.7. EK 7 Yapım Süresi Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları.....	67
7.8. EK 8 Olumlu Firma Görüşleri Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları.....	68
7.9. EK 9 Zamanında ve Minimum Hata ile Biten İşler Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları	69
7.10. EK 10 Tecrübeli Proje Denetçileri Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları.....	70
7.11. EK 11 Yerinde Denetim Yapan Mühendisler Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları.....	71
7.12. EK 12 Doğru Ekipman Kullanımı Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları.....	72
7.13. EK 13 Şantiyelere Ulaşım Kolaylığı Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları.....	73
7.14. EK 14 Numunenin Zamanında Alınması Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları.....	74
7.15. EK 15 Numunenin Standartlara Uygun Alınması Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları	75
ÖZGEÇMİŞ.....	76

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Analitik ağ süreci yapısı	3
Şekil 1.2. Ülkemizin deprem tehlike haritası.....	8
Şekil 1.3. Yapı denetim süreci	13
Şekil 1.4. Yapı denetim sistemi kullanıcıları.....	14
Şekil 2.1. John Adair'ın 5 aşamalı klasik karar verme sistematığı.....	21
Şekil 2.2. Karar analizi tekniklerinin sınıflandırılması.....	23
Şekil 2.3. Çok kriterli karar verme; kriter, amaç ve nitelik ilişkisi.....	24
Şekil 2.4. ÇKKV yöntemleri için bir sınıflandırma.....	25
Şekil 2.5. En sık kullanılan ÇKKV teknikleri	25
Şekil 2.6. Örnek karar hiyerarşisi	27
Şekil 2.7. Matrisi oluşturan faktörlerin Excell'de gösterimi.	28
Şekil 2.8. Sütunlardaki elemanların alt alta toplanması.....	29
Şekil 2.9. Faktörlerin ağırlıklarının hesaplanması.	29
Şekil 2.10. A matrisi (kriterlerin ikili karşılaştırmaları) ve W (ağırlık matrisi)	30
Şekil 2.11. B _i ve S _i matrisleri.....	30
Şekil 2.12. S, Sütunlar matrisi.	30
Şekil 2.13. C matrisinin hesaplanması.....	31
Şekil 2.14. S Sütunlar matrisi ile W kriterler ağırlık matrisi çarpımı.....	32
Şekil 2.15. İki boyutlu uzayda pozitif ve negatif ideal çözümler kümesi.....	33
Şekil 2.16. Karar matrisi	33
Şekil 2.17. Normalize edilmiş R matrisi.....	34

Şekil 2.18. V matrisi	34
Şekil 4.1. Karar hiyerarşisi şeması.....	43
Şekil 4.2. Kriterlerin ikili karşılaştırılması	44
Şekil 4.3. Kriterlerin karşılaştırılması sonucunda elde edilen ağırlık sonuçları	46
Şekil 4.4. Kriterlere ait tutarsızlık raporu	46



ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1. AHP ikili karşılaştırma tablosu.....	27
Çizelge 2.2. Saaty rassallık tablosu.	32
Çizelge 3.1. Hizmet süresine ait hizmet bedeli oranı	37
Çizelge 3.2. Hakedişe göre ödeme kapsam ve yüzdeleri.....	38
Çizelge 3.3. Yapı denetim sisteminde mühendislerin yetki sınırları	40
Çizelge 4.1. Kriterlerin ikili karşılaştırılması.	44
Çizelge 4.2. Kriterlerin değerlendirilmesi	45
Çizelge 4.3. Kriter ağırlıkları sonuçları	45
Çizelge 4.4. Kriterler ağırlıklarının Super Decisions programı sonuçları	47
Çizelge 4.5. Alternatiflerin her bir kriter ve alt kriter için ağırlıkları	48
Çizelge 4.6. Kriterlere göre alternatiflerin ağırlıkları	49
Çizelge 4.7. Alternatiflerin ağırlıkları sonuç tablosu.....	50
Çizelge 4.8. Karar matrisinin oluşturulması	50
Çizelge 4.9. Ağırlıklandırılmış normalize matris.	51
Çizelge 4.10. İdeal çözüm değerlerinin elde edilmesi	51
Çizelge 4.11. Negatif ideal çözüm değerlerinin elde edilmesi	51
Çizelge 4.12. İdeal uzaklık tablosu	52
Çizelge 4.13. Negatif ideal uzaklık tablosu	52
Çizelge 4.14. İdeal uzaklıkların hesaplanması.....	52
Çizelge 4.15. Negatif ideal uzaklıkların hesaplanması.....	53
Çizelge 4.16. İdeal ve negatif ideal çözüm değerleri tablosu	53

Çizelge 4.17. Sonuç tablosu.....	54
Çizelge 4.18. Alternatiflerin sıralamalarının karşılaştırılması.....	54



KISALTMALAR

AAS	Analitik ađ süreci
AHP	Analitik hiyerarşı prosesi
ÇAKV	Çok amaçlı karar verme
ÇKKV	Çok kriterli karar verme
GİA	Gri ilişkisel analiz
INFORM	Institute for operations research and managemet sciences
KHK	Kanun hükmünde kararname
KM	Knowledge management (bilgi yönetimi)
TOPSIS	Technique for order preference by similarity to ideal solution
YİBF	Yapıya ilişkin bilgi formu

SİMGELER

A^*	İdeal çözüm değerleri
A^-	Negatif ideal çözüm değerleri
B_i	Seçenekler karşılaştırması matrisi
CI	Tutarsızlık değeri
CR	Tutarsızlık oranı
d_i^*	İdeal ayırım ölçüsü
d_i^-	Negatif ideal ayırım ölçüsü
G	İletkenlik
K	Karar matrisi
R	Normalize edilmiş matris
RI	Rassallık oranı
S	Sütun matrisi
S_i	Seçenekler matrisi için sütun ağırlık matrisi
V	Ağırlıklı karar matrisi
W	Ağırlık matrisi

ÖZET

YAPI DENETİM KURULUŞU SEÇİMİNİN AHP ve TOPSIS ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE YAPILMASI

Merve AKDEMİR
Düzce Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Latif Onur UĞUR
Haziran 2019, sayfa 75

İnşaat projelerinin, tasarım ve inşa aşamalarında teknik elemanlar tarafından yapılacak kontroller büyük önem arz etmektedir. Gerek yapılacak imalatların kalitesi, gerek teknik şartnamelere uygunluk, gerekse aplikasyon doğrulukları; özenle kontrol edilip kayda geçilmesi gereken hususlardır. Türkiye’de Yapı Denetimi Kanunu kapsamında tüm yapım projeleri yapı denetimi kuruluşları tarafından sıkı kontrollere tabi tutulmaktadır. Yapım firmaları, daha projelerinin dizaynı aşamasından başlamak üzere kendilerini denetleyecek yapı denetimi kuruluşları ile anlaşmalar yapmak zorundadırlar. Bu noktada çalışılacak kuruluşun seçimi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, birinci derecede deprem bölgesinde bulunan Sakarya ilinde yapılacak bir toplu konut projesi için yapı denetimi kuruluşu seçimi yapılmıştır. 5 farklı firmanın 4 ana kriter üzerinden değerlendirildiği bu seçim bir Çok Kriterli Karar Verme uygulamasını gerektirmektedir. Uygulamada ilk olarak AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) metodu uygulanmıştır. Sonraki adımda ise AHP-TOPSIS hibrit çözümü yapılmıştır. Uygulama sonucunda yapılan sıralama ve seçimin benzer problemlerin çözümünde uygulanabilirliği tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: AHP, TOPSIS, Yapı denetimi, Çok kriterli karar verme (ÇKKV)

ABSTRACT

CHOOSING STRUCTURE INSPECTION ORGANIZATION WITH AHP and TOPSIS MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHODS

Merve AKDEMİR
Düzce University
Faculty of Technology, Civil Engineering Department
Master's Thesis
Supervisor: Dr. Latif Onur UĞUR
June 2019, pages 75

Control of construction projects both desingn and building stages by the technical staff has grate importance. Manufacturing quality, suitability of technical specifications and accuracy of applications need to be carefully checked and recorded. All building projects within the scope of Building Inspection Organization Law in Turkey are subjected to strict controls. Construction companies must make arrangements with the Building Inspection Organizations, which will supervise them to begin the design phase of their project. In this point selection of the correct Inspection Company is very important. In this thesis selection of the best company is done for the Mass Housing Project to be carried out in Sakarya Province which is in the first degree dangerous earthquake region. Comparing 5candidate building inspection companies with 4 main criteria and 11 subcriteria to get the solution, one of the Multi Criteria Decision Making Methodhad to be used. At the beginning of application AHP (Analytical Hierarchy Process) Method is used to determine the weight of the criteria to use in TOPSIS method. Finally applicability of ranting and selection for the solution of similar problems are discussed.

Keywords: AHP, TOPSIS, Building inpection, Multi criteria decision making (MCDM)

1. GİRİŞ

Yapı denetim sistemi önemli bir gereksinim olarak geçmişte yaşanan bazı acı olayların neticesinde kanunlar ve yönetmelikler çerçevesinde ortaya çıkmış ve inşaat sektörünün ana omurgası haline gelmiştir.

Yapı denetim sistemi sayesinde muhtelif kullanım amaçlı inşaatlar yapı ruhsatı (inşaat izni) aşamasından başlanarak, yapı kullanım izni (iskan izni) alınıncaya kadar denetlenmekte ve her aşaması projelerine uygunluk kontrolleri ile onaylanmaktadır.

29.06.2001 tarihinde resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 4708 sayılı Yapı Denetimi Kanununda amaç öz bir ifadeyle belirtilmiştir.

Bu kanunun amacı; 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 esasları düzenlemektir [1].

Müteahhitler ve yapı sahipleri bir proje gerçekleştirmek istediklerinde mutlaka bir yapı denetim firması ile çalışmak zorundadırlar. Ancak birçok firma içinden en doğru olanı tespit etmek zor bir karar verme sürecidir.

İnsanlar karar verirken aslında farkında olmadan birçok analiz yapmaktadır. Bunun yanında bazen de sezgileriyle hareket ederek karar verirler. Çoğu zaman ise eldeki bilgilerin yoğunluğu ve bunları nasıl kullanıp değerlendirileceği bilinmediği için karar vermekte zorluk yaşanabilir. Bu zorlukların üstesinden gelebilmek için bilim adamları bazı yöntemler ve kuramlar geliştirmişlerdir. Karar verme sürecinde belirlenen kriterleri sistematik bir süzgeçten geçirirerek en uygun seçeneğin tespit edilmesini sağlayan yaklaşımlara bilimsel çerçevede Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri adı verilmektedir.

Yapı denetim kuruluşunu seçerken birçok kriteri göz önünde bulundurmak gerekmektedir. İşin zorluğuda burada başlamaktadır. Sonuca ulaşmak için kriterlerin iyi belirlenmesi gerekmektedir. Karar verme sürecinde birden fazla kriter varsa, bu bir ÇKKV problemi [2].

Bu yüzden firma seçiminde günümüze kadar yapılan bilimsel çalışmaların ürünü olan ÇKKV yöntemlerinden bazılarının uygulanması en akıllıca çözüm olacaktır.

ÇKKV problemlerini çözmek için 70'li yıllardan beri birçok yöntem geliştirilmiştir. Bir problemin en iyi çözümünü elde etmek için farklı ÇKKV yöntemleri kullanılabilir. Farklı yöntemler, farklı çözümler önerilebilir. Hangi yöntemin en iyi çözümü sağladığını bulmak kendi başına yeni bir problemdir [2].

Bu tez çalışmasında en çok kullanılan ÇKKV yöntemlerinden birisi olan TOPSIS metodu [3], AHP metodu ile birlikte kullanılarak Sakarya ilindeki bir toplu konut projesi için en uygun yapı denetim kuruluşunun seçim işlemi yapılacaktır.

1.1. LİTERATÜR TARAMASI

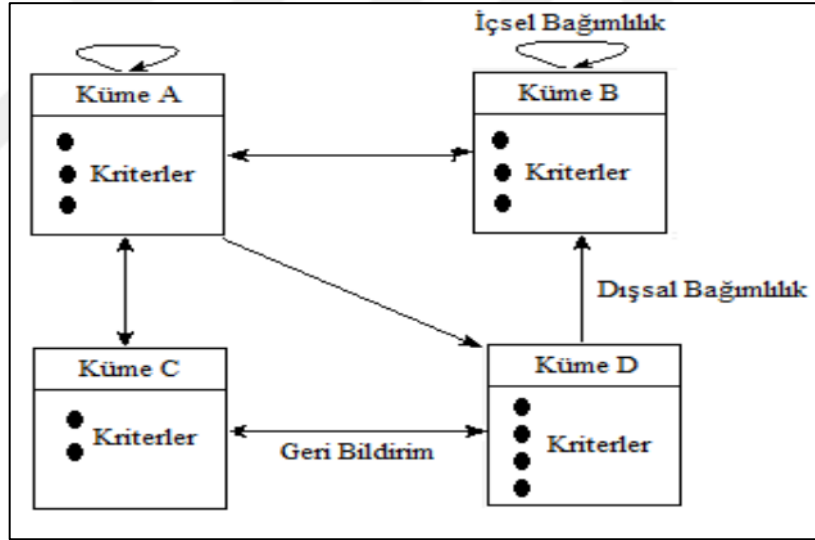
ÇKKV'nin tarihçesine baktığımızda teori 1950 ve 1960 yılları arasında gelişmiştir. 1970'li yıllar birçok ufuk açıcı gelişmenin yaşandığı bir dönem olmuştur. 1980'li yıllarda ise bu konudaki buluşlar hız kazanmıştır [4].

M.Köksalan ve diğ. (2011), yapmış olduğu bir çalışmada ÇKKV'nin gelişiminin kısa bir tarihçesini sunmaktadır. Keeney ve Raiffa (1976), Çok Amaçlı Karar Verme modelinin temellerini (ÇAKV) formüle etmişlerdir. Hwang ve Masud (1979), daha sonra Hwang ve Yoon (1981), ÇAKV (SAW, TOPSIS, ELECTRE, LINMAP) yöntem ve uygulamalarının geliştirilmesi üzerine çalışmalar yapmışlardır. Saaty (1980) AHP ve arkasından (1996) ASS daha da geliştirilmesi üzerine çalışmalar yayınlamıştır. Zeleny (1982), uzlaşma problemi üzerine geliştirdiği teorisini ele alan bir kitap yazmıştır. Hwang ve Lin (1987) çok kriterli durumlarda grup karar verme yöntemleri için bir çalışma yapmışlardır. Roy (1996), ELECTRE grup yöntemleri ile ilgili bilgileri özetledi. Seminal çalışmalar Belton ve Stewart (2002), Miettinen (2009) ve Gal ve arkadaşları (2009) tarafından hazırlanmıştır. Brauers (2004), MOORA ve MULTIMOORA yöntemlerinin kullanıldığı bir çalışmayı yayınlamıştır. Figueira ve ark. (2005), Ehrgott ve diğ. (2010), bu alanda çok değerli çalışmalar yapmış tanınmış bilim adamlarıdır. Triantaphyllou (2000, 2010) Hanne (2009) ve Kaliszewski (2010) Meta ÇKKV için akıllı bilgi işlem stratejileri hakkında ayrıntılı bir çalışma yayınlamışlardır [5].

İbicioğlu ve Ünal, personel seçme süreçlerinde AHP yöntemini kullanarak bir model geliştirmiştir. Bu uygulama ile 46 kriter üzerinden 10 personel arasından en uygun insan kaynakları yöneticisi seçilmiştir [6].

Günay ve Ünal, telekomünikasyonda tedarikçi firma seçiminde. AHP ve TOPSIS yöntemlerini bütünleşik kullanarak sonuca varmışlardır. Uygulamada öncelikle uzman görüşlerinden faydalanılarak seçim kriterleri belirlenmiştir. Tespit edilen 7 ana kriterle birlikte 20 alt kriter kullanılarak 4 tedarikçi firma üzerinde seçim yapılmıştır. Bu yöntemle yapılan hesaplamalar sonucunda ürün kalitesi en önemli kriter olarak ortaya çıkmıştır. AHP yöntemi ile hesap edilen kriterlerin ağırlıkları TOPSIS metodunda kullanılarak en yüksek puanı alan tedarikçi firma seçilmiştir [7].

Ayık ve Kılavuz, yapmış oldukları bir çalışmada AAS ve TOPSIS yöntemini birlikte kullanarak öğrenci işleri bilgi sistemi yazılımının tespiti işlemini gerçekleştirmişlerdir. Burada AHP sistemi yerine AAS yaklaşımının kullanım sebebi hedefe giden sürecin hiyerarşik olarak modellenememesidir (Şekil 1.1) [8].



Şekil 1.1. Analitik ağ süreci yapısı [8].

Ayık ve Kılavuz, bu uygulamasında üniversitelerin piyasada mevcut 14 farklı öğrenci işleri bilgi sistemi yazılımı değerlendirilmiştir. Kriterler yazılımları değiştirmek isteyen 48 ayrı üniversitenin ilgili elemanlarınca anketler sonucunda belirlenmiştir. Bu anketler neticesinde 5 ana kriter altında 17 alt kriter tespit edilmiştir. Belirlenen kriterlerin ağırlıkları Super Decisions 1.60 paket programı aracılığıyla hesaplanmıştır. Sonuç olarak tüm 48 üniversitede çalışan ilgili elemanların isteklerini sistematik olarak değerlendiren bir yaklaşımla en uygun yazılım sistemi seçilmiştir. Böylece çok

karmaşık olarak görünen farklı bir karar alma süreci, ASS ve TOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanımıyla çözülmüştür [8].

AAS, çok kriterli karar analizinde kullanılan analitik hiyerarşi sürecinin genel bir biçimidir ve yine Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. AAS hiyerarşik olarak modellenemeyen karmaşık karar problemlerinin kolaylıkla modellenmesini sağlar [9].

Sarraf, Mohaghar ve Bazargani, en uygun KM (Knowledge Management) Bilgi Yönetimi stratejisinin belirlenmesi için TOPSIS yöntemi uygulamıştır. Bilgi önemli bir stratejik rol üstlendikçe, sayısız şirket bilginin rekabetçi avantajlara dönüştürülmesi için KM'lerinin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini bekliyor. Daha da önemlisi, başarılı KM, sağlam bir değerlendirme yöntemiyle üretilen uygun bir KM stratejisiyle başlar. Bir KM stratejisinin nasıl oluşturulacağı ve KM'nin nasıl başarılı bir şekilde yürütülebileceği konusunda çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen, bunların sadece bir kısmı KM stratejisinin karmaşık faktörlerini sistematik olarak değerlendirip modelleme yöntemlerini oluşturabilmiştir. KM stratejisi seçimi, çok sayıda değerlendirme kriteri olarak çok sayıda karmaşık faktörün dikkate alınmasını gerektiren bir tür MCDM problemidir. TOPSIS yöntemindeki kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında ENTROPİ yöntemi kullanılmıştır. Bilgi kuramındaki entropi, bir kesik olasılık dağılımı ile temsil edilen bozukluğun miktarının ölçülmesi için bir uygulanan ölçüttür. Altı kriter göz önüne alınarak TOPSIS yöntemiyle yapılan değerlendirme sonucunda en uygun KM stratejisinin “Kişiselleştirme” olduğu tespit edilmiştir [10].

Kusumawardani ve Agintiara, yapmış oldukları bir çalışmada Bulanık Mantık Teoremi ve bütünleşik AHP-TOPSIS yöntemlerini uygulayarak insan kaynakları probleminin çözümünde kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Burada amaç Endonezya'nın önde gelen telekomünikasyon şirketlerinden birinin üst düzey yöneticisini seçmek ve diğer çalışanlarının da en uygun görevlere tahsis edilmelerini sağlamaktır. Öncelikle bulanık mantık metodu ile AHP uygulaması yapılmıştır. Buradan elde edilen kriterlerin ağırlıkları TOPSIS bulanık mantık yönteminde kullanılmıştır. Çalışanlar 10 farklı kriter üzerinden değerlendirilmiştir. Bölgesel farklılıklardan dolayı kriter önceliklerinde farklılıklar oluşmasına rağmen bulanık mantık metodu ve bütünleşik TOPSIS-AHP yöntemi sayesinde görevlere en uygun çalışanın seçimi işlemi gerçekleştirilmiştir [11].

Uzun yıllar Uluslararası ÇKKV İcra Kurulu Üyeliği yapan, State Universty of Newyork (Sunny) Buffalo Üniversitesi mezunu Murat Köksalan, Ankara’da yapılan 15. Uluslararası ÇKKV konferansının başkanlığını yapmıştır. INFORMS (Institute for Operations Research and Managemet Sciences) of ÇKKV Bölümünün kurucu başkanlığını da yapan Köksalan 2006 yılında Çok Kriterli Kombinatoryal (bütünleştirici) Optimizasyon, Karar Desteği, Sezgisel Araştırma, Evrimsel Algoritmalar gibi ÇKKV üzerine yapmış olduğu birçok araştırmadan dolayı altın madalya ile ödüllendirilmiştir [12].

E. Demireli, yapmış oluğu bir çalışmada yaygın olarak ülke çapında faaliyet gösteren kamu bankaları performanslarının, yıllar itibariyle karşılaştırmalı olarak incelenmesi amacıyla TOPSIS yöntemini kullanmıştır. Performans değerlendirmesinde 10 adet kriter seçilmiş daha sonra seçilen bu kriterler TOPSIS yönteminin doğası gereği belirli ağırlıklar ile ağırlıklandırılmıştır. Çalışmada her bir kritere eşit düzeyde ağırlık verilmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada TOPSIS yönteminin farklı kriterlere farklı ağırlıklar uygulayarak, tüm bankaları kapsayacak şekilde performans değerlendirmeleri için kullanılabilir bir yöntem olduğu görülmüştür [13].

Ayan ve Perçin, Ar-Ge projelerinin seçiminde grup kararına dayalı bulanık TOPSIS yaklaşımını önermektedir. Bu çalışmada, önerilen modelin literatürde yer alan yaklaşımlara olan üstünlüğünü göstermek amacıyla örnek bir uygulama yapılmıştır. Uygulamada, dört karar verici ile 6 kritere dayalı, beş alternatif Ar-Ge projesi değerlendirilmiş ve en iyi proje seçilmiştir. Önerilen modelin kriter ağırlıklarındaki değişikliklere olan duyarlılığını görmek amacıyla duyarlılık analizi de yapılmıştır [14].

E. B. Sarı, TOPSIS yöntemini kullanarak bir endüstri işletmesinin Ar-Ge departmanı tarafından ön çalışmaları hazırlanmış 15 projenin öncelik sırasının belirlenmesi işlemini gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada kriterlerin ağırlıklandırılmasında entropi yöntemi kullanılmıştır. Projeler altı kritere göre değerlendirilerek hangilerinin öncelikli olarak ele alınması gerektiği hesaplanmıştır [15].

Yurdakul ve İç, imalat yapan şirketlerin operasyonel faaliyetlerindeki başarısını ölçecek bir performans ölçüm modeli (PMM) geliştirmek üzere bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada performans puanları, bir imalat şirketinin kritik boyutlardaki yatırım, uygulama, eylem veya altyapı yoğunluğuna göre belirlenmiştir. AHP yaklaşımı, kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi için kullanılmıştır. Ağırlıklar ve

performans skorları, TOPSIS yaklaşımına göre Sipariş Tercihi Tekniği kullanılarak uygulanmıştır [16].

A. Suçiller ve K. Deligöz, yapmış olduğu çalışmada Denizli'deki bir tekstil firması için en iyi tedarikçi seçimi amaçlanmıştır. Kriter ağırlıkları AHP yöntemi ile belirlenmiştir. Alternatifler arasından en iyi tedarikçi seçiminin yapılabilmesi için bu çalışmada AHP, TOPSIS, VIKOR, Basit Toplamlı Ağırlıklandırma (SAW-Simple Additive Weighting), GİA (Gri İlişkisel Analiz), MOORA, ELECTRE II ve M-TOPSIS (Modified Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution) çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmıştır. Her yöntemin belirlediği sıralamalar karşılaştırılmıştır. Borda ve Copekland uzlaşma modelleri ile farklı modellerin sunmuş oldukları sıralamalar uzlaştırılmış ve tek bir sıralama elde edilmiştir. Bu sıralamanın aynı zamanda TOPSIS ve M-TOPSIS yöntemlerinin verdiği sıralama ile aynı olduğu görülmüştür. Bu çalışma sekiz ayrı ÇKKV yöntemi sonuçlarının uzlaştırılması yöntemi ile literatüre önemli bir katkıda bulunmuştur [17].

N. Ömürbek ve E. Aksoy, yapmış oldukları bir çalışmada Türkiye'de petrol üretimi yapan bir şirketin; 2002-2014 yılları arasında; işlenen ham petrol miktarı, yatırıma yapılan harcamalar, üretim miktarı, satışlar miktarı, ürün dış alımı (ithalat) miktarı, ürün dış satımı (ihracat) miktarı, net satış tutarı, faaliyet karı ve çalışan kişi sayısı kriterleri açısından şirketin performansını ÇKKV Yöntemleri'nden TOPSIS ve ELECTRE II metodları ile değerlendirmişlerdir. Kriterlerin ağırlıkları hesap edilirken AHP ve ENTROPİ yöntemlerini kullanmışlardır [18].

R. Aomar, bir çalışmasında AHP ve Shannon'un entropi yöntemini birleştirerek subjektif ve objektif kriter ağırlıklarının türetilmesi problemini araştırmaktadır. Makale, homojen olmayan karar verilere ve değişken karar bilgilerine dayalı olarak tercihli kararlar vermenin zorluğunu özetlemektedir. Bu tür karar karmaşıklığı genellikle kriterler ağırlıklarının yanlış değerlendirilmesine yol açmakta ve sonuç olarak kararların güvenilirliğini azaltmaktadır. Birleşik AHP ve entropi yöntemi, karar verilerinin türüne (niteliksel veya kantitatif; deterministik veya olasılıksal) ve karar bilgisinin derecesine (hiçbiri, kısmi veya tam tercihli yargılara) uygundur. Birleştirilmiş AHP entropi yönteminin uygulanırken kriter ağırlıklarının hesaplanması, karar öğelerinin sentezlenmesi ve karar alternatiflerinin sıralanması için kolay bir uygulama programı geliştirilmiştir [19].

M. Dağdeviren, S. Yavuz, N. Kılınç, AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak silahlı kuvvetler ve kolluk güçleri için silah seçimi konusunda bir çalışma yapmışlardır. Birçok alternatif arasından en uygun silahın seçilmesi, çok kriterli bir karar verme (MCDM) problemidir. Bu çalışmada optimal silah seçiminde savunma sanayilerindeki aktörlere yardımcı olmak için analitik hiyerarşi sürecine (AHP) ve ideal performansa (TOPSIS) dayalı bir değerlendirme modeli geliştirilmiştir. AHP, silah seçim problemini analiz etmek ve kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için kullanılmıştır. Sıralamayı elde etmek için ise bulanık TOPSIS yöntemi uygulanmıştır [20].

1.2. YAPI DENETİMİ

Yapı denetim kuruluşları, teknik projeleri mimar ve mühendislerce hazırlanan yapıların, yönetmeliklerde geçen teknik şartnamelere uygun, can ve mal güvenliği açısından dayanıklı olarak inşa edilmesini sağlamak amacıyla kurulmuş ticari işletmelerdir.

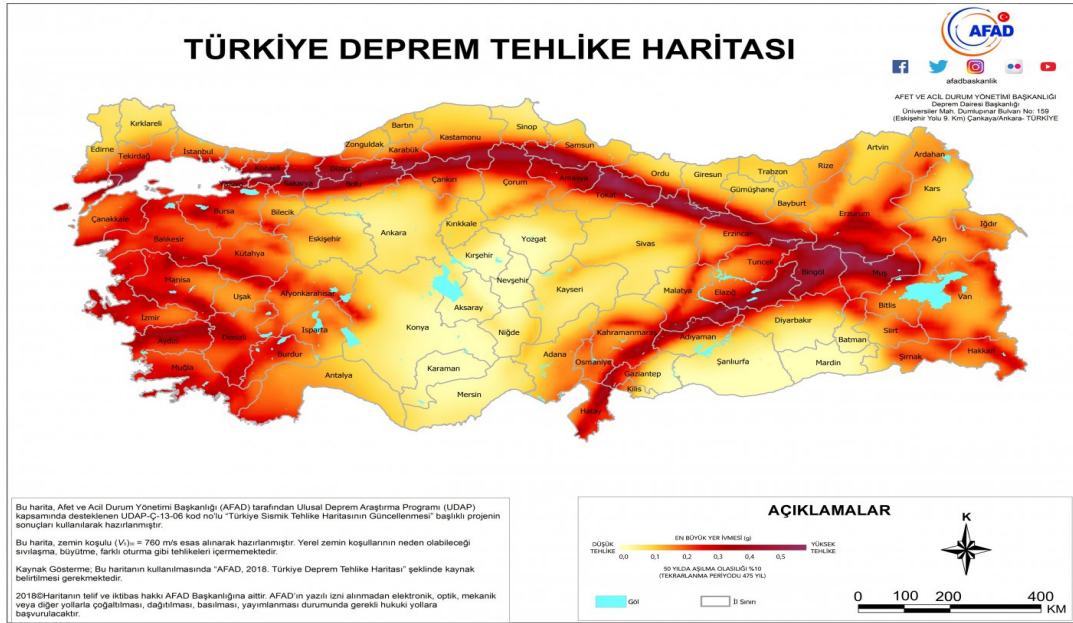
1.2.1. Yapı Denetiminin Gerekliliği

Barınma insanoğlunun öteden beri ihtiyaç duyduğu en önemli öğelerden birisidir. Sadece insanlar değil tüm canlılar dışarıdan gelebilecek her türlü tehlikeye karşı kendini güvende hissedecekleri barınaklara gereksinim duymuşlardır. Bu yüzden geçmişte olduğu gibi gelecekte de her zaman ihtiyaç olmaya devam edecektir. İlk zamanlarda güvenlik gerekçeleriyle mağara gibi doğal ortamlarda barınan insanoğlu, binlerce yıllık yaşam tecrübesini kullanarak farklı ihtiyaçları da karşılayabilecek günümüz modern yapılarına kavuşmuştur. Bazen konut, bazen ticari işletme, bazen üretim yeri, bazen de eğlence mekanı gibi çok farklı amaçlarla karşımıza çıkan yapılar öncelikle güvenli olmak zorundadırlar.

Türkiye'nin demografik gelişimine baktığımızda 1950'lere kadar eğilim insanların doğdukları yerde yaşaması şeklindedir. Sanayileşmenin bir sonucu olarak ortaya çıkan göç ve kentleşmenin hızlanmasıyla birlikte konut sorunu da büyük bir sorun olarak kendini göstermiştir. Bu durum şehirleri çevreleyen arazilerin yağmalanmasına ve gecekondular denilen fiziki ve sosyal açıdan yetersiz, kaçak yapıların oluşmasına neden olmuştur. Konut ihtiyacının hızlı ve kolay bir şekilde giderilmesini sağlayan bu yasadışı niteliksiz inşaatlar, kentsel alanlarda yapısal kirliliği de beraberinde getirmiştir, bu nedenle ülkemizde yapı denetimi bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmıştır [21].

İnsan Hakları Evrensel Bildirgesinin 22. maddesinde “Herkesin bir toplumun üyesi olarak toplumsal güvenliğe hakkı vardır” ve 25/1. maddesinde, “Herkesin, kendinin ve ailesinin sağlık ve gönenci için beslenme, giyim, konut ve tıbbi bakım hakkı vardır” diye belirtilmektedir. İnsan yaşamının her yönüyle korunması, buna ilişkin sistemin oluşturulması gerekmektedir. Buda insanın yaşamının en önemli bölümünü geçirdiği yapının endüstri standartlarına uygunluğunun bağımsız kuruluşlarca denetlenmesiyle sağlanabilir [21].

Şekil 1.2’de görüleceği üzere büyük şehirlerimizin büyük kısmı kırmızı ve mor renkte gösterilen alanlardadır. Bu alanlar en büyük yer ivmesine sahip yüksek tehlike bölgeleridir. Nüfusun çoğunun bu alanlarda olduğu düşünülürse, ülkemizdeki yapıların deprem koşullarında dizayn edilmesi büyük önem taşımaktadır.



Şekil 1.2. Ülkemizin deprem tehlike haritası [22].

2010 yılında yayımlanan Meclis Araştırması Raporu'na göre 17 Ağustos depreminde resmi raporlara göre 18.373 kişi hayatını kaybetmiş, 48.901 kişi yaralanmıştır. Ayrıca 133.683 çöken bina ile yaklaşık 600.000 kişi evsiz kalmıştır. Yaklaşık 16 milyon insan, depremden değişik düzeylerde etkilenmiştir. Maddi ve manevi hasara yol açan 17 Ağustos depreminde 285.211 ev, 42.902 iş yeri hasar görürken 96 bin 796 konut ve 15 bin 939 işyeri yıkıldı. 107 bin 315 konut ise orta derecede hasar gördü. Orta hasarlı işyeri sayısı ise 16 bin 316 oldu. Ekonomik maliyeti ise 15 milyar dolar olmuştur [23],[24].

Depremi çok büyük can kaybına yol açmasının sebebi olarak kaçak yapılar, olması gereken teknik standartlara uymayan binalar, gevşek zemindeki yapılaşmalar ve maliyeti azaltmak için eksik malzeme kullanan müteahhitler gösterilmektedir. Deniz kumundan yapılan birçok mukavemetsiz binalar insanlara mezar olmuştur.

Yapım hatalarından kaynaklı çöken binaların müteahhitlerine yaklaşık 2100 kadar dava açılmış, bu davaların 1800'ü hukuki boşluklardan dolayı cezasız sonuçlanmıştır. Geriye kalan davaların 110 kadarında ceza verilmiş ve maalesef birçoğu ertelenerek 7,5 yıllık zaman aşımına uğrayarak düşmüştür [24].

17 Ağustos 1999 depremi faciası, ucuza mal etmek için kalitesiz ve eksik malzemenin kullanılması, kaçak yapılaşma, denetimsiz inşa edilen yapılar, yapılan bir çok projenin hatalı olması ve yeterince denetlenmemesi gibi sebeplerden kaynaklanmıştır. Görüldüğü üzere genellikle denetim eksikliği deprem hasarının malesef bu kadar büyük olmasına sebep olmuştur.

17 Ağustos 1999 Marmara depreminin etkilerinden sonra 595 sayılı Kanun Hükmünde Kararname (KHK) ile yapı denetiminin düzenlenmesi, Bakanlar Kurulu'nca 3/2/2000 tarihinde kararlaştırılmıştır. Ancak bu KHK Anayasaya aykırı bulunarak 24.05.2001 tarihinde Anayasa Mahkemesi tarafından iptal edilmiştir. Akabinde boşluk hızla doldurularak 29.06.2001 tarihinde 4708 sayılı Yapı Denetim Kanunu yürürlüğe girmiştir. 05.02.2008 tarihinde de 'Yapı Denetim Uygulama Yönetmeliği' çıkartılmıştır. Yürürlük bazı madde değişiklikleri ile birlikte halen uygulanmaya devam edilmektedir.

Yapım sürecindeki binaların yapı denetim kuruluşları tarafından denetlenmesi projelerine uygun inşa edilmeleri açısından son derece önemlidir, ancak bu sisteme getirilen en büyük eleştirilerden birisi de özel sektörde yapı denetim firmalarını tercih eden müteahhitlerin aynı zamanda yine bu firmaların müşterileri konumunda olmalarıdır. Sektörde denetimlerini çok düzgün, zamanında ve doğru yapan firmalar olduğu gibi işini üstün körü ve sağlıksız yapan firmaların da olabileceği her zaman göz önünde bulundurulmalıdır. Bu tür yanlış uygulamaların en aza indirilmesi amacı ile yapı denetim kuruluşları, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 29.12.2018'de Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren 'Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmeliği' ile 4708 sayılı 'Yapı Denetimi Kanunu'nun bazı hükümlerinde değişikliğe gitmiştir.

1.2.2. Yapı Denetim Kanununun Amacı

Can ve mal güvenliğinin sağlanması yapı denetim kanunun çıkarılmasındaki en önemli amaçlardan biridir.

Hazırlanan projelerin mimari açıdan mükemmel olduğu kadar, statik açıdanda çok güçlü olması gerekir. Dayanıklılıkta en önemli ölçüt en şiddetli depremlerde dahi yapının çökmemesi, maddi hasarın dışında can kayıplarının yaşanmamasıdır. Mühendislik hesaplamaları ve zemin etütleri çok iyi yapılmalıdır. Binaların yapım aşaması her kademedede çok iyi denetlenmelidir. Yönetmeliklere uymayan durumlarda mutlaka karşı yaptırımların uygulanması gerekir.

Yapıların sadece dayanıklı değil aynı zamanda estetik, şehir mimarisine uyumlu, kullanışlı ve ekonomik olması da yapı denetim kanunun çıkarılmasında önemli etkenlerden birisidir. Malesef bazen tarihi turistik bir beldenin silüetini bozan, tabiatı tahrip eden veya imara açılmamış bölgelerde ortaya çıkan kaçak yapılara rastlanmaktadır.

Mimari ve statik projelerde yapıların güvenli, estetik ve kullanışlı olması kadar maliyetlerinin de iyi hesaplanmış olması gerekir. Bina sağlam olsun diye her katta abartılı boyutlarda kolon, perde, kiriş vs. kullanmak, mühendislik değildir. Yapılar projelendirilirken bu denge çok iyi gözetilmelidir.

Yapım sürecinde ekonomik şartları yerine getirirken, malzeme kalitesi ve işçilikten asla taviz verilmemelidir. Kullanılan malzemeler mutlaka kaliteli ve uluslararası standartlara uygun olmalıdır. Depremlerde yıkılan binalar incelendiğinde çoğunda malzeme olarak deniz kumu ve kalitesiz demir kullanıldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte işçiliğindeki kötü olması, binaların dayanımlarını olumsuz yönde etkiler. Zamanında ve yerinde yapılan denetimler bu noktada çok önemlidir.

Ekonomide maliyet hesaplarında inşaatın zamanında bitirilmesi çok önemlidir. Yapım süreci uzadıkça maliyetler de artacaktır. Gecikme olduğu takdirde enflasyonun getireceği yük ile birlikte satış ve kiradan elde edilecek gelir döngüsünde gecikecektir. Bu yüzden iyi bir planlama yapılması gerekir. Maliyeti iyi hesap edilemeyen yatırımlar büyük ekonomik kayıplara neden olacaktır.

Yapım sürecindeki en önemli maddelerden bir diğeri de şantiyelerde ve çalışma alanlarında iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine tam riayet edilmesidir. Ülkemizde ölümlü

iş kazalarının en başında inşaat sektörü gelmektedir. Şantiyelerdeki çalışmalar çok tehlikeli işler sınıfına girmektedir. Türkiye’de tüm çalışanların %15’ini istihdam eden inşaat sektörü, ekonomik açıdan diğer sektörleride tetikleyen önemli bir sektördür. Sosyal Güvenlik Kurumu verilerine göre, ülkemizde bir yılda gerçekleşen tüm iş kazalarının yaklaşık % 9’u, sürekli iş göremezliklerin % 18’i ve ölümlü iş kazalarının % 28’i inşaat işlerinde gerçekleşmektedir [25].

Yapı Denetim Kuruluşlarının 4708 Sayılı Kanun ve ilgili yönetmelik gereğince başlıca görev ve sorumlulukları şunlardır [1];

a) 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.

b) Yapı denetimini üstlendiğine dair ilgili idareye taahhütname vermek, bu yapıya ilişkin bilgileri yapı ruhsatı düzenleme tarihinden itibaren yedi gün içinde Bakanlığa bildirmek.

c) Yapının, ruhsat ve ekleri ile mevzuata uygun olarak yapılmasını denetlemek.

d) Yapım işlerinde kullanılan malzemeler ile imalatın proje, teknik şartname ve standartlara uygunluğunu kontrol etmek ve sonuçlarını belgelendirmek, malzemeler ve imalatla ilgili deneyleri yaptırmak.

e) Yapılan tüm denetim hizmetlerine ilişkin belgelerin bir nüshasını ilgili idareye vermek, denetimleri sırasında yapıda kullanılan malzeme ve imalatın teknik şartname ve standartlara aykırı olduklarını belirledikleri takdirde, durumu bir rapor ile ilgili idareye ve il sanayi ve/veya ticaret müdürlüklerine bildirmek.

f) İşyerinde, çalışmaların, iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına göre düzenlenmesi gereken sağlık güvenlik planına uygun olarak yapıldığını kontrol etmek ve gerekli tedbirlerin alınması için yapı müteahhidini yazılı olarak uyarmak, uyarıya uyulmadığı takdirde durumu ilgili Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğü’ne bildirmek.

g) Ruhsat ve eklerine aykırı uygulama yapılması halinde durumu üç iş günü içinde ilgili idareye bildirmek.

h) Yapının ruhsat eki projelerine uygun olarak kısmen veya tamamen bitirildiğine dair ilgili idareye rapor vermek.

i) Zemin, malzeme ve imalata ilişkin deneyleri, şartname ve standartlara uygun olarak laboratuvarlarda yaptırmak.

j) İnşaat alanında işçi sağlığı ve iş güvenliği ile çevre sağlığı ve güvenliğinin korunması için gereken tedbirlerin alınıp alınmadığını kontrol eder.

k) Yukarıda açıklanan görevlerin yapılması sırasında ruhsata ve eklerine aykırı imalat belirlendiğinde, yapının o anki durumunu fotoğrafla tespit eder, ilgili idareye de dağıtım yapılan bir yazı ile yapının müteahhidini iadeli taahhütlü posta yoluyla yazılı olarak uyarır ve aykırılığın giderilmesi için süre verir. Bu süre zarfında yapı müteahhidine bildirilen eksikliklerin giderilmemesi durumunda, süre bitimini takip eden üç iş günü içinde iadeli taahhütlü posta yoluyla ilgili idareye bildirimde bulunur.

1.2.3. Yapı Denetim Kuruluşlarının İşleyişi

Yapı denetim süreci yapı sahibi veya onun belirlediği bir vekille sözleşmenin karşılıklı taraflarca imzalanmasıyla başlar.

Ülkemizde bina yapım süreçlerine ilişkin her türlü yasal düzenleme Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yetki alanında yer almaktadır. İlgili kanun ve yönetmelikler şunlardır [26].

1. İmar Kanunu (3194) 03.05.1985

2. Yapı Denetimi Hk. Kanun (4708) 29.06.2001

3. Belediye Kanunu (1580) 03.04.1930

4. İskan Kanunu (2510) 14.06.1934 Büyükşehir Belediyesi Kanunu (5216) 10.07.2004

6. Mühendislik ve Mimarlık Hk. Kanun. (3458) 17.06.1938

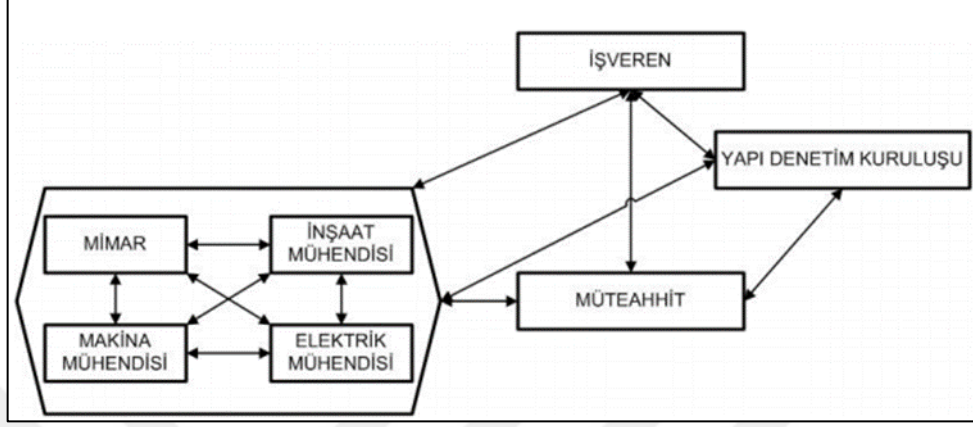
7. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Kanunu (6235) 27.01.1954

8. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı) 9. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik

10. Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği

11.Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (Çevre ve Orman Bakanlığı)

İnşaat sürecinin iyi işleyebilmesi için mimar, mühendis, müteahhit, yapı sahibi, yapı denetim kuruluşu ve ilgili idareler arasında iyi bir koordinasyonun sağlanması şarttır. Sürecin elemanları aşağıdaki görüldüğü üzere birbirleri ile daima etkileşim içindedirler (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Yapı denetim süreci [26].

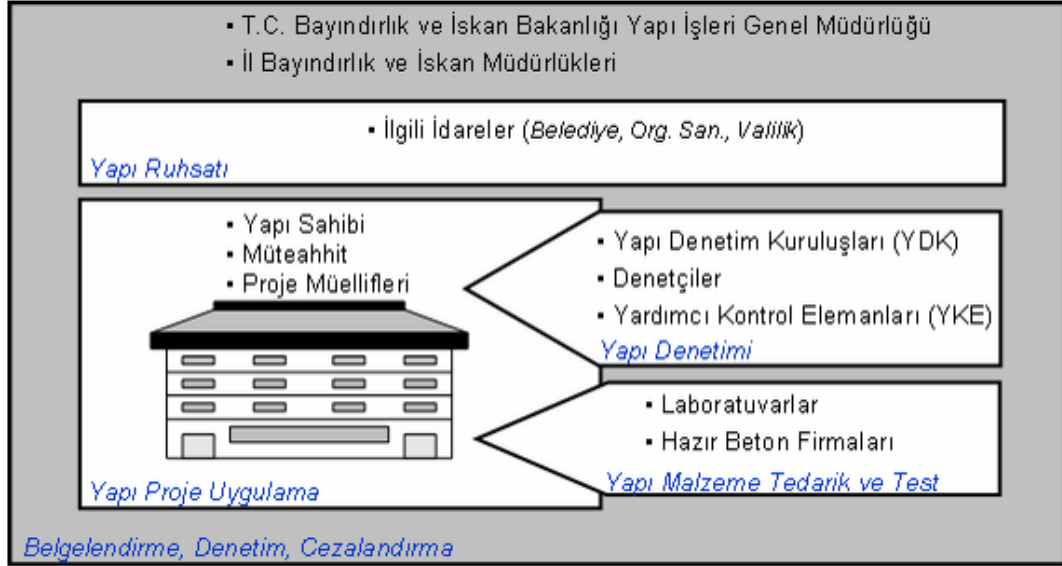
Bina yapım süreci işlem sırası şu hale gelir [26].

- a. İlk etüd ve planlama
- b. Fizibilite
- c. Proje tasarım - yapı ruhsatının alınması
- d. İhale dosyası hazırlığı ve ihale
- e. İmalat/ Denetim
- f. Geçici kabul, işletmeye alma - yapı kullanma izin belgesinin alınması
- g. Kesin kabul.

Buradaki işlemler her biri diğeri ile bağıntılı olarak sırayla ilerlemektedir.

Yapı Denetim Sistemi, yürütme görevini üstlenen T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na bağlı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü (YİGM) tarafından işletilmektedir. Bakanlık tarafından Türkiye'deki yapı denetiminde yer alan özel ve tüzel kişiliklerin kendi sorumluluklarındaki görevlerini daha kaliteli takip edebilmesi ve verimli bir biçimde yerine getirebilmesini sağlamak amacıyla taşıyan bir bilgisayar yazılım sistemi oluşturulmuştur. Tüm resmi işlemler buradan takip edilmektedir [27].

YİGM, yapı denetiminde yer alan diğer tüm kişi, kurum ve kuruluşlarına ilgili görevleri çerçevesinde sistem yetkisi verir. Bu kullanıcı tipleri aşağıdaki Şekil 1.4'te özetle aktarılmaya çalışılmıştır [27].



Şekil 1.4. Yapı denetim sistemi kullanıcıları [27].

Yapı denetim sisteminin işleyişini, proje denetimi (yapı ruhsatı alınması) safhasında ve yapım safhasında işleyişi olmak üzere gruplayabiliriz.

1.2.3.1. Proje Denetimi Safhasında Yapılan İşlemler

Tapu ve Kadastro Müdürlükleri'nde yapı sahibi veya müteahhit temel kazma işlemine başlamadan önce aşağıda belirtilen projeleri hazırlatarak yapı denetim firmasına onaylatmak zorundadır.

- Zemin Etüt Raporu
- Mimari Proje
- Statik Proje
- Tesisat Projeleri
- Çevre ve Peyzaj Projeleri

Yapı denetim firması projeyi kontrol ederek eksiklikleri tamamlattır veya düzeltilmesi gereken bir yer varsa düzeltilmesini sağlayarak onayını verir. Sonrasında projelerin eksiksiz olduğunu ve yapım aşamasında tüm sorumluluğu alacağını belirten bir yazı ile ilgili idareye başvurur.

Sonrasında bakanlıktan Yapıya İlişkin Bilgi Formu (YİBF) numarası alınır.

YİBF herbir yapının parselde yapılacak yapım işine ait bilgileri içeren bilgi föyüdür. Yapı Denetim Sisteminde tüm işlemler YİBF'ler üzerinde tanımlanmıştır. Bir yapının tarihçesidir [26]. Bu işlemlerden sonra yapı sahibi veya kanuni vekili ile yapı denetimi kuruluşu arasında sözleşme imzalanır. Yapı denetim hizmet bedelinin ilk taksiti yapı denetim hesabına yatırır.

Yapı ruhsatı almak için aşağıda görülen belgeler tedarik edilerek belediyelere veya valiliklere teslim edilir.

- Dilekçe
- Taahhütname
- Tapu senedi
- Vekaletname ve muvaffakatnameler (gerektiğinde)
- Yol ve alt yapı katılım payı ödendi belgeleri
- Teknik kontrol için istenecek diğer belgeler (gerektiğinde)

Yapı sahibi müteahhit ile matbu bulunan müteahhitlik sözleşmesini imzalayarak yapı denetim firmasına teslim eder.

Yapı denetim kuruluşu yapı sahibi ile sözleşme yaptıktan sonra mali sorumluluk sigortası yaptırmak zorundadır. Müteahhit de yine matbu halde bulunan bir sözleşme ile şantiye şefi ile anlaşır.

Gerekli resmi işlemler tamamlandıktan sonra yapı ruhsatı alınarak temel kazım ve hafriyat işlemlerine başlanır. İnşaata başlaması ile yapı denetim kuruluşları mal sahibi adına inşaatı denetler.

1.2.3.2. Yapım Safhasında Yapılan İşlemler

İnşa sürecinde tüm resmi işlemler ve denetimler şantiyenin durumuna göre kademe kademe takip edilerek yapı iskana hazırlanır.

Yapım sürecinde, yapı denetim kuruluşları yapıları ziyaret eder ve yapıların uygunluğunu denetler. Yapı seviyesi hesaplamalarında aşağıdaki dört ana safha kullanılır [27].

1. Su Basmanı
2. Taşıyıcı Sistem
3. Sıva Durumuna Hazır
4. Kalan Bölüm

Su Basmanı

Su basmanı kotu imar yönetmeliğinde binaların zemin kat tabına döşemesi üst kotu olarak geçer. İmar planında sıfır kotunun altına düşemez ve 1.20 kotunun üstünde çıkamaz [28].

a) Kazı İşleri

Belediyeden alınan ruhsat Yapı Denetim Komisyonu Başkanlığı resmi internet sitesine işlenir. O yapıyla ilgili YİBF nosu esas alınarak dosya hazırlanır. Dosyada aşağıda belirtilen evraklar bulunur.

- İnşaat Ruhsatı
- Köşe Koordinatları
- İş Yeri Teslim Tutanağı
- Vaziyet Planı
- İnşaat Defteri

Yapı denetimi üstlenen firma iş yeri teslim tutanağını hazırlar. İlgili belediye ile arsa yerine gidilir ve bakılır. İmar Yönetmeliği'ne göre arsa yapı yapmaya uygunsu üstünde hiçbir yapı yoksa iş yeri teslim tutanağı onaylanır. Haritacı tarafından vaziyet planını esas alarak, bina kazıkları çakılır ve hafriyatı alınır.

b) Temel Kalıbının Yapılması ve Temel Donatısının Döşenmesi

Kalıpların ve donatının projeye uygunluğu denetlenerek aşağıda belirtilen tutanaklar hazırlanır.

- Kalıp Donatı Kontrol Tutanağı
- Temel Topraklama Tutanağı
- Seviye Gösterir Fotoğraf
- Temel Beton Döküm Tutanağı
- Temel Demir Çekme Raporu
- Beton Basınç Mukavemeti Raporu (7 Günlük)

- Beton Basınç Mukavemeti Raporu (28 Günlük)

c) Temel Su Basman Betonunun Dökülmesi

Bu seviyede aşağıda belirtilen tutanaklar elde edilen laboratuvar sonuçlarına göre hazırlanır.

- Temel Kalıp Donatı Kontrol Tutanağı
- Temel Beton Döküm Tutanağı
- Temel Demir Çekme Raporu
- Temel Beton Basınç Mukavemeti Deney Raporu (7 Günlük)
- Temel Beton Basınç Mukavemeti Deney Raporu (28 Günlük)
- Temel Su Basman Kontrol Tutanağı
- Su Basman Kalıp Donatı Kontrol Tutanağı
- Su Basman Beton Döküm Tutanağı
- Su Basman Demir Çekme Raporu
- Su Basman Beton Basınç Mukavemeti Deney Raporu (7 Günlük)
- Su Basman Beton Basınç Mukavemeti Deney Raporu (28 Günlük)
- Su Basman Kontrol Tutanağı

Su basman betonu döküldükten sonra yapı sahibinin yapı denetim kuruluşundan almış olduğu yapıya devam edebilir raporu verilir. Belediyelerce onaylanan ve ruhsat alınmış binaların su basman seviyesine geldikten sonra bina ebatlarının, su basman seviyesinin projeye uygunluğu tespiti hakkında yapılan bu işleme subasman vizesi denir.

Beton örnekleri ve demir tutanaklarının ekli olduğu bir dilekçe ile belediyeye başvurulur. Onay alan inşaatlarda çalışmalara devam edilirken onay alamayanlarda ise gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar başvuru yapılır. Bu onay alınmadan inşaata devam edilemez.

Taşıyıcı Sistem

a) Kat Kalıp ve Donatılarının Kontrolü

Kat kalıp ve donatılarının projeye uygunluğu denetlenerek aşağıda belirtilen tutanak hazırlanır.

- Kalıp Donatı Kontrol Tutanağı
- b) Katlarda Beton Dökülmeden Önce Son Kontrol

Beton dökülmeden önce kat kalıp ve donatıları mutlaka son kez kontrol edilir.

- Kalıp Donatı Kontrol Tutanağı

c) Kat Betonlarının Dökümü

Beton dökümünden sonra yaş betondan numuneler alınarak laboratuvara teslim edilir. Laboratuvarlarda aşağıda belirtilen testler yapılarak tutanaklar hazırlanır.

- Beton Basınç Dayanım Tayini (7 Günlük)
- Beton Basınç Dayanım Tayini (28 Günlük)
- Beton Basınç Dayanım Grafiği
- Beton Dökümü Tutanağı
- Kalıp Donatı Kontrol Tutanağı (her beton dökümünden bir gün önce düzenlenir).

d) Kat Betonunun Bakımı

Kat betonunun bakımı yapılarak betonun prizini sağlıklı bir şekilde alması sağlanır. Beton prizini almadan kendi haline bırakılırsa dayanımı oldukça düşer ve betonda zamanla çatlaklar ortaya çıkar. Betona uygun kürün sağlanması ve takip edilmesi gerekir.

e) Kalıp Sökülmesi

Belirli bir süre ve beton kontrollerinden sonra kalıp söküm işlemi yapılır. Yan ve dik kalıpların söküm zamanlarının tespiti çok önemlidir. Yanlış söküm yapıldığında bina çökebilir. Özellikle döşeme altındaki dikmelerin zamanından önce sökülmesi oldukça tehlikelidir.

f) Duvar Örülmesi

Duvarların proje uygun ve gönyesinde örülüp örülmediği kontrol edilir.

Bu safhada gerekli belgeler;

- İç Duvar Dış Duvar İmalatı Kontrol Tutanağı Bodrum Katta
- İç Duvar Dış Duvar İmalatı Kontrol Tutanağı Zemin Katta
- İç Duvar Dış Duvar İmalatı Kontrol Tutanağı Normal Kattarda

Sıva Yapımı

Yapının sıvaya hazır duruma geldiğini belirten tutanak raporlandıktan sonra sıva işlemine başlanır. İç ve dış duvarlar sıvanır. Bu aşamada iskele kurulumlarına dikkat etmek gerekir. İskeleler uzmanlar tarafından gerekli şartları sağladıktan sonra kurulmalı ve sökülmelidir. Mutlaka kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalı ve denetlenmelidir.

Kalan İşler

a) Çatı Yapımı

Çatı malzeme ve uygulamalarının projeye uygunluğu denetlenerek tutanaklar hazırlanır. İş güvenliğine son derece dikkat edilmelidir. Emniyet kemeri mutlaka kullanılmalıdır.

Bu safhada gerekli belgeler;

- Çatı Kontrol Tutanağı
- Ahşap Çatı Kontrol Tutanağı

b) Yağmur Borusu ve Yağmur Olukları

Projeye uygunluğu denetlenir ve aşağıda belirtilen tutanaklar tutulur.

- Isı Yalıtımı Su Yalıtımı ve Çatı Örtüsü Kontrol Tutanağı
- Pis Su Tesisatı ve Sızdırmazlık Testi Kontrol Tutanağı

c) Islak Hacimlerin İzolasyonu

Bu safhada gerekli belgeler;

- Pis Su Tesisatı ve Sızdırmazlık Testi Kontrol Tutanağı
- Temiz Su Boru Tesisatı Hidrolik Basınç Testi Kontrol Tutanağı
- Mekanik Tesisat Montaj Tutanağı

d) Islak Hacimlerin Döşeme ve Duvar Kaplamaları

- İzolasyon Enerji Kimlik Isı Su ve Ses

e) Diğer uygulamalar

Aşağıda belirtilen diğer uygulamaların projeye uygunluğu denetlenerek bina Yapı Kullanım Ruhsatına (İskan Ruhsatı) hazır hale getirilir;

- a. Döşeme Kaplamaları Yapılması
- b. Kapı Kasa ve Kanatlarının Yapılması
- c. Pencere Doğramaları Yapılması
- d. Isı Yalıtım İşleri
- e. Cam İle İlgili İşlerin Yapımı
- f. Boya Badana İşleri
- g. Genleşme (Dilatasyon) Derzleri ve Çevre Tanzimi İşleri

Yukarıda detaylı olarak belirtildiği gibi bir yapı denetim firmasının denetleme süreci uzun bir süreçtir. Bu sürece etki eden pek çok parametre vardır. Yapı denetim firmasını seçmek için bu parametrelerden en uygun olanını seçmek bir optimizasyon problemidir. Dolayısıyla bu problemin çözümü için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemine başvurulur.

2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Karar verme süreci insanların en çok zorlandıkları zaman dilimlerinden biridir. Bazen hayatın en önemli dönemlerinde alınan yanlış kararlar, stres, depresyon, ümitsizlik ve tükenmişlik gibi psikolojik sorunlara neden olabilir. Bu yüzden doğru karar verme süreci çok önemlidir. Napolyon, “*Hiçbir şey, karar verebilmekten daha zor ve bu nedenle daha değerli olamaz*” der.

Karar verme süreci ile ilgili birçok çalışmalar yapılmıştır. John Adair’in Karar Verme ve Problem Çözme Stratejileri adlı kitabında belirttiği 5 aşamalı karar verme sistematığı Şekil 2.1’de görülmektedir [29].



Şekil 2.1. John Adair’in 5 aşamalı klasik karar verme sistematığı [29].

Karar vermeden önce hedefin ne olduğundan emin olunmalıdır. Bu hedefe kilitlenerek diğer aşamalara geçilebilir. Ünlü Fransız yazar Montaigne “*Hedefi olmayan bir gemiye hiçbir rüzgar yardım edemez*” der. Hedefle ilgili doğru bilgilere ulaşmak çok önemlidir. Çünkü ancak bu doğru bilgilerin ışığında yönlenebilirse amaca yaklaşılmış olur. Yanlış kaynaklardan elde edilen doğru olmayan bilgiler kişiyi yanlış kararlar almaya iter.

Doğru veriler sayesinde bazı kriterlere ulaşmak mümkündür. Her bir seçenek üzerinden önem derecesine göre bu kriterler değerlendirildiğinde sonuca daha da yaklaşılmış olur. Kriterler seçenekleri elimine etmeyi sağlar. Sezilerden çok, doğru kaynaklardan elde edilen bilgilere dayalı gerçekçi kararlar, kişileri hedeflerine yaklaştıracaktır.

Kısacası sezgisel davranmak yerine, bilimsel bir mantıkla hareket etmek çoğu zaman daha doğru olacaktır.

Karar verme aşamasında önem derecesine göre kriterlere en uygun alternatifler seçenekler olarak ele alınabilir. Burada seçenekler ne kadar aza indirgenirse karar vermekte o kadar kolay olacaktır.

Franklin D. Roosevelt'in bir sözü vardır "*Öyle bir zor zaman dilimi vardır ki sıkı bir seçim yapmalıyız, ya biz karar verir olayları takip ederiz ya da amansız olaylar bizi karar vermeye sürükler*".

Kötü karar ile yanlış karar arasında fark vardır. Yanlış karar petrol kuyusu aramasında yanlış yerin sondajlanması gibidir. Pahalıya mal olur ama yinede kişiyi bir yere ulaştırır. Kötü karar ise uzmanların yüzde yüz başarısızlık analizi yapmalarına rağmen uzay mekiğinin soğuk havada gönderilmesi gibi çok kötü sonuçlara yol açan kararlardır. Bu nedenle karar verme sürecinde mutlaka riskler önceden tahmin edilip sonuçlarını iyi değerlendirmek gerekir.

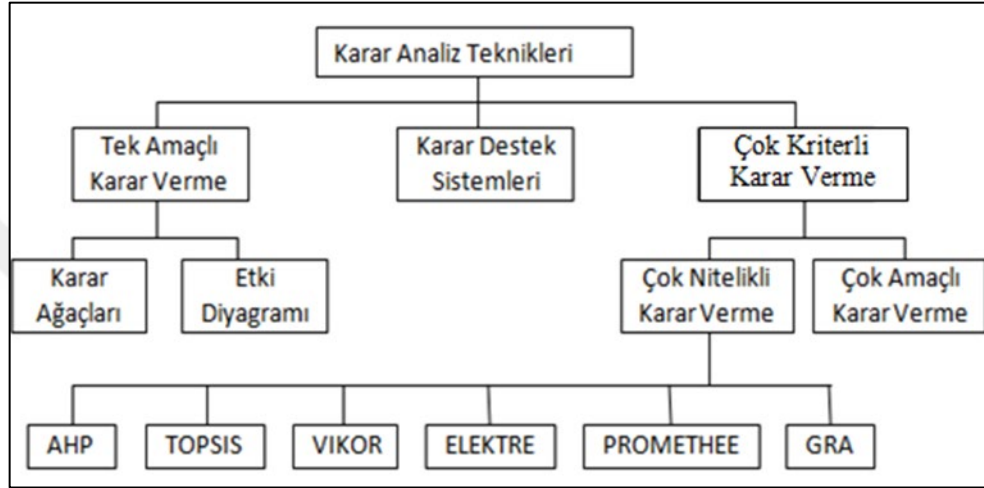
Havacılıkta önemli bir terim vardır. PNR (Point of No Return), geri dönüşü olmayan nokta anlamına gelmektedir. Atlantik Okyanusu üzerinden Paris-Newyork güzergahında gitmekte olan bir pilotun, tam orta noktada uçağının arızalanması halinde, geri dönmektense yoluna devam etmesi daha kolay ve akılcı olacaktır [29]. Karar verme sürecinde bu noktaya ulaşıldıysa kesinlikle karardan geri dönülmemelidir. Ama önemli olan bu noktayı doğru belirleyebilmektir. Bundan sonrası için yapılacak olan en doğru iş hedefe ulaşmak için bu kararı tereddütsüz uygulamaktır. Tereddüt etmek kişinin hedefe ulaşmasındaki en önemli engeldir.

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), seçim yapmakta kullanılan kriter sayısının fazla olması ve birden çok alternatifin bulunması nedeniyle karar vermenin zorlaştığı karmaşık durumlarda, problemlerin çözümünde kullanılmak üzere geliştirilen metodlara verilen genel bir addır. ÇKKV metodu belirgin yaklaşımları olan hayatın çok geniş bir alanı kapsamaktadır. ÇKKV (MCDM, Multi Criteria Decision Making) genel olarak iki kategoriye ayrılabilir; Çok Nitelikli Karar Verme ÇNKV (MADM Multiple Attribute Decision making) ve Çok Amaçlı Karar Verme ÇAKV (MODM Multi-Objective Decision Making).

ÇÇKV yöntemlerinden en çok kullanılanları, ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality), TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal

Solution), ANP (Analitik Network Process), AHP (Analitic Hierarchy Process), TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation), DEMATEL (Decision Making Trial And Evaluation Laboratory), VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija Kompromisno Resenje) metotlarıdır.

Aşağıdaki Şekil 2.2’de Zhou vd. yapmış olduğu ÇKKV sınıflandırması görülmektedir [30].



Şekil 2.2. Karar analizi tekniklerinin sınıflandırılması [30].

ÇKKV süreci, aşağıda açıklandığı şekliyle ortak bir çalışma prensibini izler [31]:

1. Kriterlerin Seçimi:

Seçilen kriterler, kararla uyumlu, birbirinden bağımsız, anlaşılabilir ve alternatiflerle ilgili olmalıdır.

2. Alternatiflerin Seçimi:

Seçilen alternatifler mevcut, karşılaştırılabilir, gerçekçi ve uygulanabilir olmalıdır.

3. Ağırlıkların Belirlenmesi:

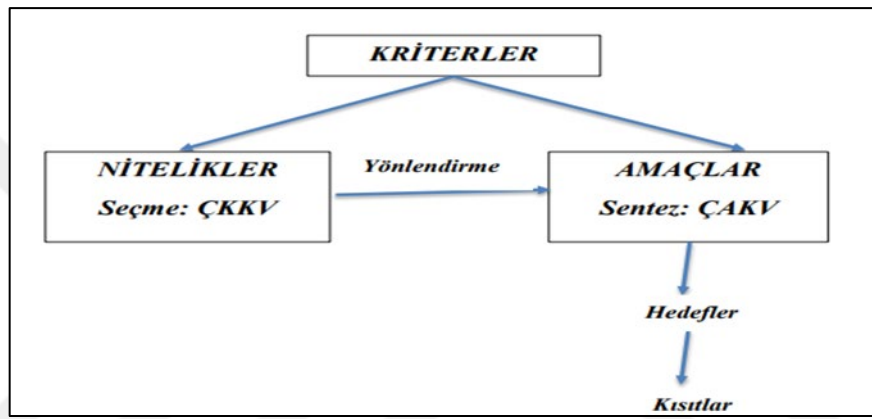
Ağırlık belirleme yöntemleri, dengeleme veya sınıflandırma metotlarından biri olabilir. Dengeleme yöntemlerine örnek olarak Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Süreci (FDM) sayılabilir.

Sınıflandırma Yöntemi için ise Eleme ve Seçme İfade Gerçekliği (ELECTRE), Tercih Sıralaması Değerlendirmelerin Zenginleştirilmesi İçin Organizasyon Yöntemi (PROMETHUS) gibi yöntemler örnek gösterilebilir.

4. Bütünleştirme Metodu:

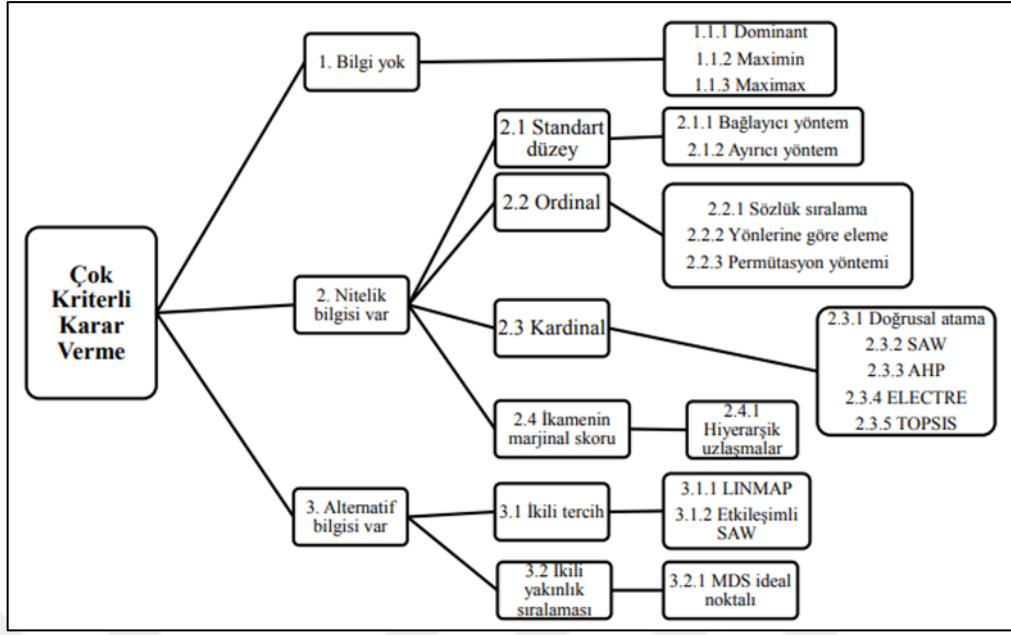
Seçilen metod sonucunda mevcut seçenekler içinden en iyi alternatif tespit edilecektir.

Kriter, kalite ve amaç arasındaki ilişki Şekil 2.3'te gösterilmiştir. Şekilde görülebileceği gibi, kriterler bir nitelik ve amaç biçimi olarak ortaya çıkarken, nitelikler yönlendirilmekte ve hedefler ortaya çıkarılmaktadır. Örneğin bir araç seçiminde, konfor seviyesi araç değerlendirmesinde bir kriterdir. Araç içi ses seviyesi ve gürültü seviyeleri, konfor düzeyini ölçmek için kullanılan niteliklerdir. Aracın iç hacmini en üst düzeye çıkarırken gürültü seviyesini en aza indirmek araç tasarımının hedefleridir [32].



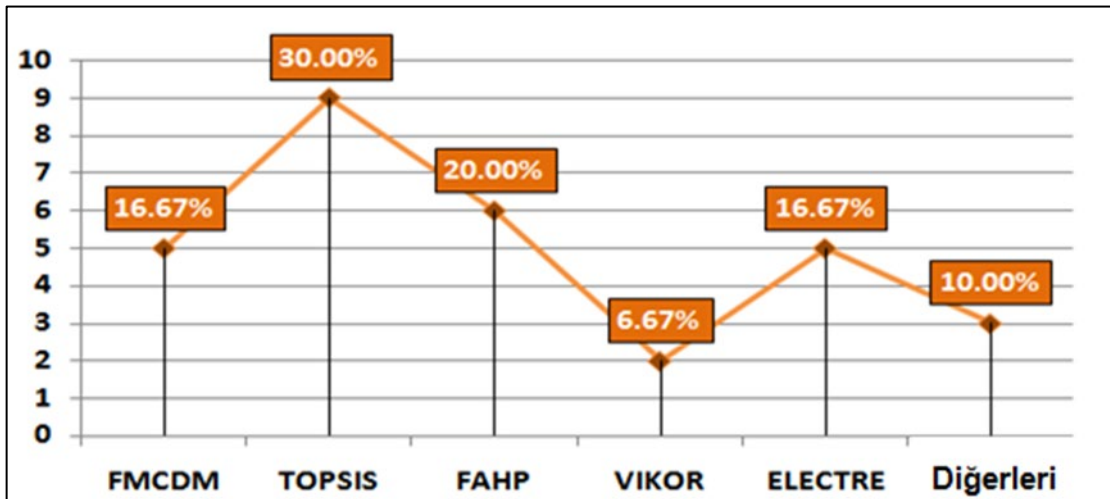
Şekil 2.3. Çok kriterli karar verme; kriter, amaç ve nitelik ilişkisi [32].

Hwang, deterministik (tek karar verici) ÇKKV yöntemlerini de kullanılan bilgi tipi ve bilginin belli başlı özelliklerine göre bir sınıflama yaptı. Bu sınıflama Şekil 2.4'te gösterilmektedir [32].



Şekil 2.4. ÇKKV yöntemleri için bir sınıflandırma [32].

Şekil 2.5'te görüldüğü üzere en sık kullanılan yöntemlerden birisi TOPSIS yöntemidir. Bir sonraki metod bulanık uygulamada kullanılmış olan FMCDM yöntemidir. Bulanık MCDM, karar vericilerden oluşan bir grup tarafından yapılan öznel yargıları içeren karar alternatiflerini değerlendirmek için bir yaklaşımdır. Bireysel karar vericilerin karşılaştırmalı değerlendirmeler yapmalarına yardımcı olmak için ikili bir karşılaştırma süreci kullanılır. Diğer yöntemler Bulanık BCC, Bulanık SBM, FSROWA ve COPRAS-G'dir [3].



Şekil 2.5. En sık kullanılan ÇKKV teknikleri [3].

2.1. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (AHP) YÖNTEMİ

AHP, matematik ve psikolojiye dayanan karmaşık kararları organize etmek ve analiz etmek için yapılandırılmış bir tekniktir. 1970'lerde Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiş ve o zamandan beri kapsamlı bir şekilde çalışılmış ve rafine edilmiştir [31].

Her bir insan için aynı karar probleminde, karar kriterlerinin önem düzeyi ve karar seçeneklerinin değerlendirilmesinde yargılar farklılık gösterebilmektedir. Bu tür karar problemlerinin çözümünde AHP daha etkin karar verme imkânı sağlayabilmektedir.

AHP, karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi durumunda kullanılan, kararı etkileyen kriterler açısından seçeneklerin yüzde dağılımlarını belirleyen bir karar verme metodu olarak tanımlanabilir. AHP bir karar hiyerarşisi üzerinde, kuramcısı tarafından tanımlanmış bir karşılaştırma skalası kullanılarak, gerek kararı etkileyen kriterler ve gerekse karar noktalarının yani seçeneklerin önem değerleri açısından, birebir ikili karşılaştırmalara dayanmaktadır. Sonuç olarak önem farklılıkları, karar noktaları üzerinde yüzde dağılıma dönüşmektedir [33].

AHP, bir probleme ait karar verme durumu için alternatif ve kriter sayısı arttığında oldukça yaygın kullanılan çok ölçütlü bir yaklaşımdır. Karar verici bir problemin çözüm sürecinde kendi görüş ve sezgilerini de analize dahil edebildiği için, bu yöntem klasik yöntemlere göre tercih edilir hale gelmiştir [34].

AHP yönteminde problemin çözümü için 4 ana aşama mevcuttur [35];

Birinci aşama, problemin belirlenmesi ve konuyla ilgili gerekli bilgilerin elde edilmesidir. İkinci aşamada, karar hiyerarşisi oluşturulur (Şekil 2.1). Hiyerarşi oluşturulurken önce amaç belirlenir ardından konuyla ilgili kriterler gelir ve en altta seçenekler bulunur. Üçüncü aşamada, ikili karşılaştırmalar yapılır. Dördüncü aşamada ise, öncelikler oluşturulur ve elementlerin ağırlıkları hesap edilir.

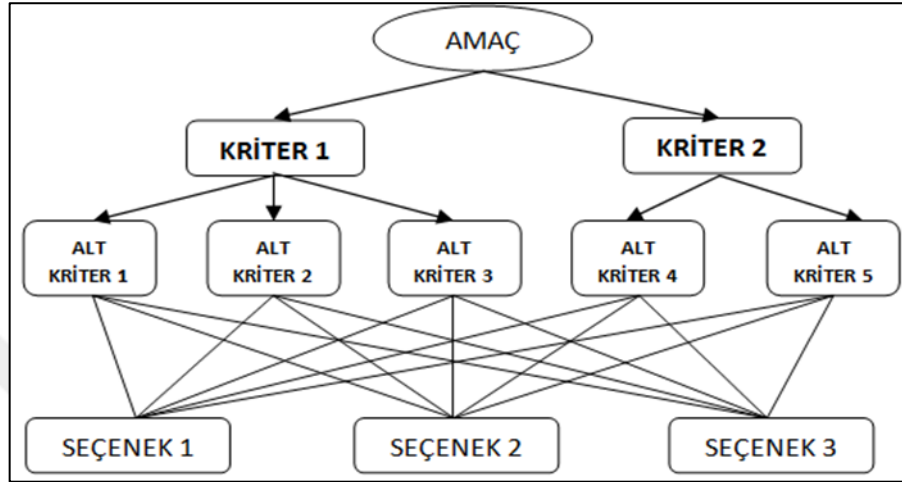
Aşamalar sırasıyla aşağıda belirtildiği şekliyle detaylandırılabilir [36].

1. Problemin Belirlenmesi:

Konuyla ilgili gerekli bilgilerin toplanması, uzman görüşleri doğrultusunda kriterlerin belirlenmesi ve seçeneklerin tespit edilmesi işlemleri yapılır.

2. Karar Hiyerarşisinin Oluşturulması:

Araştırmalar yapılarak konu ile ilgili uzmanların, kurumların ve şahısların görüşleri dikkate alınarak ana ve alt kriterler ile birlikte hedefe ulaştıracak seçenekler tespit edilir. Thomas L. Saaty tarafından belirlenen hiyerarşi tablosu sırasıyla amaç, kriterler ve seçenekler olarak listelenir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Örnek karar hiyerarşisi.

3. İkili Karşılaştırmaların Yapılması:

Karşılaştırmalar yapılırken, Prof. Thomas L. Saaty'nin İkili Karşılaştırma Tablosu kullanılır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. AHP ikili karşılaştırma tablosu [35].

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki alternatif amaca eşit katkıda bulunur.
3	Diğerine göre az önemli	İki karşılaştırılan elemandan birinin diğerine az farkla önemli görülmesi
5	Diğerine göre kuvvetli önemli	İki karşılaştırılan elemandan birinin diğerine daha fazla önemli görülmesi
7	Diğerine göre çok kuvvetli önemli	İki karşılaştırılan elemandan birinin diğerine çok daha fazla önemli görülmesi
9	Diğerine göre fazlasıyla kuvvetli önemli	İki karşılaştırılan elemandan birinin diğerine en yüksek derecede önemli görülmesi
2,4,6,8	Ara değerler	Karşılaştırmada uzlaş gerektiren ara değerler

Her faktörün önem derecesi diğer faktörün önem derecesi ile karşılaştırılır. Faktörler aynı olduğu için köşegen elemanlarının değeri her zaman 1 olacaktır. Köşegenin üst elemanlarında A faktörünün B faktörüne göre önem derecesi (A/B) şeklinde iken köşegenin altındaki elemanlar için B faktörünün A faktörüne karşı önem derecesi (B/A) olacaktır. Örnek olarak ikinci faktör ile dördüncü faktörü karşılaştırdığımızda (i=2, j=4) önem derecesini 5 olarak seçersek, dördüncü faktörün ikinci faktöre göre önem derecesi (i=4, j=2) değeri 1/5 olacaktır.

Tüm hesaplamalar matris hesaplarına dayanır, n sayısı kadar faktör kullanıldığında n x n kare matrisi oluşur, a_{11} ile a_{nn} matrisleri arasındaki köşegen elemanlar aynı faktörler birbirleri ile karşılaştıkları için önem dereceleri 1 dir.

Matrisler Şekil 2.7’de görüldüğü üzere Excell tablosu halinde de gösterilebilir. Böyle yapıldığı takdirde Excell tablosunda formüllemeler oluşturularak daha kolay hesaplamalar yapmak mümkün olmaktadır.

Faktörler	A (1. Faktör)	B (2. Faktör)	C (3. Faktör)	.....	N (n. Faktör)
A (1. Faktör)	a_{11}	a_{12}	a_{13}	.....	a_{1n}
B (2. Faktör)	a_{21}	a_{22}	a_{23}	.....	a_{2n}
C (3. Faktör)	.	.	.	.....	a_{3n}
.
.
N (n. Faktör)	a_{n1}	a_{n2}	a_{n3}	.....	a_{nn}

Şekil 2.7. Matrisi oluşturan faktörlerin Excell’de gösterimi.

4. Ağırlıkların Hesap Edilmesi:

Her bir faktörün (kriterler ve seçenekler) ağırlıklarının hesaplanmasında aşağıda belirtilen yöntem uygulanır;

- Ağırlıkların hesaplanması için sütundaki her bir eleman ayrı ayrı toplanır ve sütun toplamı elde edilir (Şekil 2.8).

Faktörler	A (1. Faktör)	B (2.Faktör)	C (3.Faktör)	.....	N (n. Faktör)
A (1. Faktör)	a_{11}	a_{12}	a_{13}	.....	a_{1n}
B (2.Faktör)	a_{21}	a_{22}	a_{22}	.....	a_{2n}
C (3.Faktör)	.	.	.	.....	a_{3n}
.	.	.	.	.....	a_{4n}
.
N (n. Faktör)	a_{n1}	a_{n2}	a_{n3}	.....	a_{nn}
Sütun Toplamı	c_1	c_2	c_3	.....	c_n

Şekil 2.8. Sütunlardaki elemanların alt alta toplanması.

- Sonra sütunlardaki her bir eleman, sütun toplamına bölünür. Yeni elde edilen bu değerler satır olarak toplanır ve n eleman sayısına bölünerek ortalaması alınır. Böylece her bir faktörün ağırlığı hesaplanmış olur (Şekil 2.9). Bu değerler yüzdelik olarakta ifade edilebilir.

FAKTÖRLER	A (1. Faktör)	B (2.Faktör)	C (3.Faktör)	.....	N (n. Faktör)	Satırlar Toplamı	AĞIRLIKLAR (Satırlar Toplamı Ortalaması)
A (1. Faktör)	a_{11}/c_1	a_{12}/c_2	a_{13}/c_3	.....	a_{1n}/c_n	d_1	d_1/n
B (2.Faktör)	a_{21}	a_{22}	a_{22}	.....	a_{2n}/c_n	d_2	d_2/n
C (3.Faktör)	.	.	.	.....	a_{3n}/c_n	d_3	d_3/n
.
.
n. Faktör	a_{n1}	a_{n2}	a_{n3}	.....	a_{nn}/c_n	d_n	d_n/n

Şekil 2.9. Faktörlerin ağırlıklarının hesaplanması.

Yukarıda anlatılan yöntem aşağıdaki a ve b maddeleri için ayrı ayrı hesap edilerek ağırlıklar hesaplanır.

a) Kriterlerin Ağırlıklarının Hesaplanması:

Kriterler kendi aralarında ikili karşılaştırmalar yapılarak değerlendirilirler (Kriter-Kriter Matrisi). Daha sonra W (Kriter Ağırlık Matrisi) hesap edilir. Kriterlerin karşılaştırılmasından ortaya çıkan A matrisi ve ağırlık hesaplaması sonucu ortaya çıkan W ağırlık matrisi örneği aşağıda Şekil 2.10'da görülmektedir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix}$$

Şekil 2.10. A matrisi (kriterlerin ikili karşılaştırmaları) ve W (ağırlık matrisi).

b) Seçeneklerin Ağırlıklarının Hesaplanması:

Herbir kriter için tüm seçenekler kendi aralarında ikili karşılaştırma metodu ile değerlendirilir. B_i matrisi ve S_i (Sütun Ağırlık Matrisi) elde edilir (Şekil 2.11). Bu şekilde herbir kriter için ayrı bir sütun matrisi elde edilmiş olur. Bu sütun matrislerinin her biri daha sonra d maddesinde görüldüğü gibi (Şekil 2.12), S (Sütunlar Matrisi)'ni oluşturacaktır.

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix} \quad S_i = \begin{bmatrix} s_{11} \\ s_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ s_{m1} \end{bmatrix}$$

Şekil 2.11. B_i ve S_i matrisleri.

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \quad \rightarrow \quad \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline \text{Faktörler} & \text{Sütun 1} & \text{Sütun 2} & \text{Sütun 3} & \dots & \text{Sütun n} \\ \hline \text{Seçenek 1} & s_{11} & s_{12} & s_{13} & \dots & s_{1n} \\ \hline \text{Seçenek 2} & s_{21} & s_{22} & s_{23} & \dots & s_{2n} \\ \hline \text{Seçenek 3} & s_{31} & s_{32} & s_{33} & \dots & s_{3n} \\ \hline \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \hline \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \hline \text{Seçenek m} & s_{m1} & s_{m2} & s_{m3} & \dots & s_{mn} \\ \hline \end{array}$$

Şekil 2.12. S, Sütunlar matrisi.

Tutarsızlık kontrolleri; Tüm bu işlemler yapılırken aynı zamanda tutarsızlık analizi de yapılır. Tutarsızlık analizinin yapılma nedeni faktörler arası ikili karşılaştırmaları yaparken diğer faktörlerle yapılan karşılaştırmalarda tutarsız puanlamaların yapılma ihtimali olmasıdır. Örneğin A ve B karşılaştırmasına 2 değeri verildiğini farzedelim. B ve C karşılaştırmasında 4 değerini verirsek A ve C karşılaştırmasında en az 4 vermemiz gerekir. Çünkü A, B den ve B de C den daha önemli görülmektedir. Bunu kontrol etmek için tutarlılık analizi yapılır. Analiz sonucunda elde edilen CR'nin (Tutarsızlık Oranı) % 10'un altında olması gerekir. Bunun için öncelikle λ_{\max} (En Büyük Özvektör Katsayısı) değerinin hesaplanması gerekir. Örneğin A kriterine ait seçeneklerin ağırlıkları (S_i) matrisi hesaplanmış olsun. Bu kritere ait seçenek karşılaştırma matrisi B_i ile seçeneğe ait S_i matrisi ile çarpılarak C sütun matrisi elde edilir (Şekil 2.13).

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix} \quad S_i = \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ s_n \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix} \times X = \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ s_n \end{bmatrix}$$

Şekil 2.13. C matrisinin hesaplanması.

Oluşan C sütun vektörü ile S_i Sütun vektörünün elemanlarının karşılıklı bölümünden yeni bir D sütun matrisi oluşur. Bu matrisin aritmetik ortalaması λ_{\max} 'ı verir [37].

$$D_i = C_i / S_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.1)$$

$$\lambda_{\max} = (\sum_{i=1}^n D_i) / n \quad (2.2)$$

$$\text{Tutarsızlık Değeri (CI)} = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (2.3)$$

$$\text{Tutarsızlık Oranı (CR)} = \text{Tutarsızlık Değeri (CI)} / \text{Rassallık oranı (RI)} \quad (2.4)$$

Rassallık oranı λ_{\max} değerine göre tablodan bakılır (Çizelge 2.2). Bulunan CR oranı tablodan bakılır. Tutarsızlık oranı 0,1 değerinden küçük olmalıdır. Aksi takdirde karşılaştırma değerlendirmeleri tekrar yapılır.

Çizelge 2.2. Saaty rassallık tablosu.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rassallık Göstergesi	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

5. Kararın Verilmesi:

S sütunlar matrisi ile W kriterler ağırlık matrisi çarpımı sonucu elde edilen K karar matrisinde en yüksek değere ait seçenek amaca uygun en doğru kararı gösterir (Şekil 2.14).

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11} \\ k_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ k_{m1} \end{bmatrix}$$

Şekil 2.14. S sütunlar matrisi ile W kriterler ağırlık matrisi çarpımı.

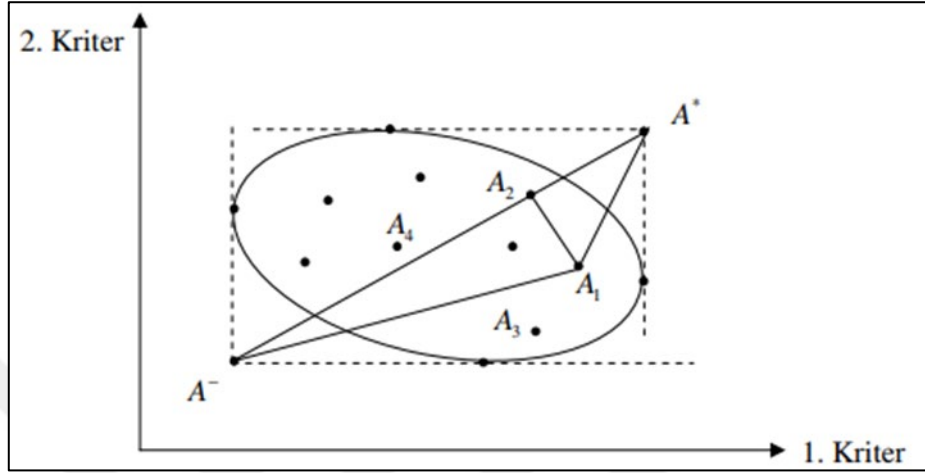
2.2. TOPSIS YÖNTEMİ

Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) tekniği Chen and Hwang (1992) tarafından Hwang ve Yoon'a (1981) atıfta bulunularak geliştirilmiş bir yöntemdir. Doğru seçeneğin pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak seçenek olması gerektiği ana prensibine dayanır [36].

TOPSIS uygulamaları ve metodolojileri üzerine yapılmış olan birliteratür araştırmasında, TOPSIS yöntemi uygulamaları üzerine, 2000 yılından bu yana, 103 dergi tarafından yayınlanan, 266 bilimsel makale incelenmiş ve sonuç olarak TOPSIS yönteminin tedarik zinciri yönetimi ve lojistik, tasarım, mühendislik ve imalat sistemleri, işletme ve pazarlama yönetimi, sağlık, emniyet ve çevre yönetimi, insan kaynakları yönetimi, enerji yönetimi, kimya mühendisliği, su kaynakları yönetimi gibi birçok farklı sektörlerde kullanılabilme özelliğine sahip olduğu görülmüştür [38].

TOPSIS yöntemi, pozitif ideal çözüme ile negatif ideal çözüme noktalarını belirlemeye çalışır. Pozitif ideal çözüme faydanın en yükseğe, maliyetin en düşük olduğu çözüm

noktası iken negatif ideal çözüme ise faydanın en düşük, maliyetin en yüksek olduğu çözüm noktasını ifadesinde kullanılır. TOPSIS yaklaşımının temelinde en çok tercih edilen alternatifin sadece pozitif ideal çözüme en yakın mesafede olan değil aynı zamanda negatif ideal çözüme en uzak mesafede olan alternatif olduğu düşüncesi yatmaktadır [39].



Şekil 2.15. İki boyutlu uzayda pozitif ve negatif ideal çözümler kümesi.

Pozitif ideal çözüme en yakın çözüm, negatif ideal çözüme en uzak çözüm ile genellikle aynı anlamlı terimler olarak algılansa da Şekil 2.15'te görüldüğü gibi A1 ve A2 iki seçenek göz önüne alınırsa A2, A*'ya en yakın noktadır. Fakat A1 de aynı zamanda A- den en uzak noktadadır [40].

Yoon ve Hwang tarafından 1980 yılında geliştirilen yöntemin adımları aşağıda gösterilmiştir [38].

Adım 1: Karar Matrisinin (A) ve Normalize Karar Matrisinin (R) Oluşturulması Belirlenen kriterler A matrisinin sütunlarını, seçenekler ise satırlarını oluşturmaktadır. Karar matrisi Şekil 2.16'daki gibi gösterilir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Şekil 2.16. Karar matrisi.

A matrisi, aşağıdaki (2.5) formülü kullanılarak normalize edilir ve R Matrisi elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (2.5)$$

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

Şekil 2.17. Normalize edilmiş R matrisi.

Adım 2: Ağırlıklı Karar Matrisinin (V) Oluşturulması

Kriterlerin ağırlık değerleri (w_i) belirlenir ($\sum_{i=1}^n w_i = 1$) sonra R matrisi elemanlar ilgili w_i değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur.

$$v_{ij} = w_i r_{ij} \quad j = 1, \dots, n; \quad i = 1, \dots, m \quad (2.6)$$

V matrisi Şekil 2.18'de gösterilmiştir:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

Şekil 2.18. V matrisi.

Adım 3: İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözüm Değerlerinin Elde Edilmesi
Pozitif ideal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisinde bulunan en büyük değerler alınır.

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} \mid i \in I^+), (\min_i v_{ij} \mid i \in I^-) \right\} \quad A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\} \quad (2.7)$$

Negatif ideal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisinde bulunan en küçük değerler alınır.

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} | i \in I^+), (\max_i v_{ij} | i \in I^-) \right\} A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \quad (2.8)$$

Adım 4: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması

TOPSIS yönteminde ayırım ölçülerinin hesaplanması için Euclidian Uzaklık Yaklaşımından yararlanılmaktadır.

İdeal Ayırım Ölçüsü (d_i^*)

$$d_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (2.9)$$

Negatif İdeal Ayırım Ölçüsü (d_i^-)

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (2.10)$$

Adım 5: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

$$CC_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^*} \quad (2.11)$$

Adım 6: Karar Aşaması

En yüksek CC_i İdeal Çözüme Göreli Yakınlık değerine sahip olan seçenek doğru karar olarak seçilir.

3. AMAÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada Sakarya ilinde yapılacak olan bir toplu konut projesi için “En İyi Yapı Denetim Firmasının Tespiti” amacıyla çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemi birlikte kullanılmıştır.

Firma seçiminde kullanılacak kriterlerin tespiti için yapı denetim firmaları ve müteahhitler ile görüşülüp uzman görüşlerine yer verilmiştir. Bu görüşlere göre en önemli kriterler olarak fiyat, referans, nitelikli eleman ve laboratuvar kalitesi seçilmiştir. Bu kriterler de ayrıca kendi içlerinde alt kriterlere ayrılmaktadır.

3.1. YAPI DENETİM FİRMASI SEÇİMİNDE KRİTERLER

Yapı denetim firması seçiminde belirlenen kriterler; fiyat, referans, nitelikli eleman, laboratuvar kalitesidir.

3.1.1. Fiyat (Sözleşme Bedeli)

Yapı denetimi hizmet bedeli yönetmelikte belirtildiği şekliyle [1]; sözleşmenin yapıldığı tarihteki geçerli olan, yapı birim fiyatı ile inşaat alanı (m^2) çarpımından elde edilen maliyet (yapı yaklaşık maliyet) ile hizmet süresine ait oranın (Çizelge 3.1) çarpılması sonucu çıkan miktardır. Yapı denetimi hizmet bedeline, proje ve yapı denetimi ile her türlü muayene ve deney ücreti dahildir.

Yapı birim fiyatı, her yıl ‘Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ’de bakanlık tarafından yayınlanmaktadır.

Yapı denetimi hizmet süresi sözleşme yapıldığı tarihten oturma izni alınan tarihe kadar olan süredir.

Toplam inşaat alanı $1000 m^2$ 'yi geçmeyen yapılarda yapı sahibi yapı denetim firmasının hesabına bir kerede ödenmesi gerekmektedir. Toplam inşaat alanı $1000 m^2$ 'nin üzerinde olması halinde, yapı denetim hizmet bedeli hakedişe göre, taksitler halinde

ödenmektedir. Bu taksitler de yapının ölçülebilir seviyesi esas alınarak, kısmi taksitlere bölünerek ödenmektedir.

Çizelge 3.1. Hizmet süresine ait hizmet bedeli oranı [1].

Yapı Denetim Hizmet Bedeline Esas Oranlar Cetveli	
Hizmet Süresi	Asgari Hizmet Bedeli Oranı
0-6 ay	2.57
1 yıl	2.71
1.5 yıl	2.85
2 yıl	3.00
2.5 yıl	3.30
3 yıl	3.63
3.5 yıl	3.99
4 yıl	4.39
4.5 yıl	4.83
5 yıl	5.31

Fiyatlara etki eden diğer bir husus yapı sınıfıdır. Yönetmeliklere göre yapılar 5 sınıfa ayrılmakta ve yine kendi içerisinde alfabetik sırayla gruplara ayrılmaktadırlar. Her sınıfın metrekare fiyatı ayrı değerlendirilir.

Bu hesaplamalar çerçevesinde yapı denetim firmalarının istedikleri fiyatlar birbirine yakın olmakla birlikte yapılan pazarlık sonucu bir miktar değişebilmektedir.

Bu durumda yapı denetimi hizmet bedelini belirleyen en önemli kriterler;

- a. Yapı inşaat alanı
- b. Yapım süresi
- c. Yapı sınıfıdır.

Hakediş raporu, yapı denetim firması tarafından ilgili idareye sunulduktan sonra, idare tarafından ekleriyle birlikte kontrol edilir, denetim açısından herhangi bir eksiklik veya kusur yok ise, başvuru tarihinden itibaren en geç 7 iş günü içinde hizmet bedeli yapı denetim firması hesabına ödenir. Ödemeye ait makbuz yapı sahibi tarafından ilgili idareye ve yapı denetim firmasına teslim edilir. Ödeme yapılmadığı takdirde, başvuru

tarihi itibariyle en geç 7 iş gününde, gerekçeleri ile birlikte durum yapı denetim kuruluşuna bildirilmek zorundadır.

Yapı denetim kuruluşu inşaatın ilerlemesini ve seviyesini ilgili idareye onaylatmak bir seviye belirleme talebinde bulunur. Bu talep yapılırken mevzuata uygun olarak toplam ilerleme seviyesinin % 10'un katları şeklinde olmalıdır. İlgili yönetim, yapı denetim kuruluşunun bu talebini listeler ve doğru olan seviye bilgilerini girerek onaylar. Seviyenin belirlenmesinden sonra, yapı denetim kuruluşu onaylanmış seviyelerin yapı denetim hizmeti ücretini talep eder ve ilgili idare bu bedelin ödenmesi bilgisini sisteme girer.

Yapı sahibinin taksiti ödemesi ile birlikte inşaatın diğer safhasına başlanır. Hakedişe göre yapılması gereken ödeme miktarları Çizelge 3.2'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. Hakedişe göre ödeme kapsam ve yüzdeleri [1].

Taksit	Kapsam	Miktar (%)
1	Ruhsat alınması aşamasında ödenecek olan proje inceleme bedeli	10
2	Kazı ve temel üst kotuna kadar olan kısım	10
3	Taşıyıcı sistem bölümü	40
4	Çatı örtüsü, dolgu duvarları, kapı ve pencere kasaları, tesisat alt yapısı dahil yapının sıvaya kadar hazır duruma getirilmiş bölümü	20
5	Mekanik ve elektrik tesisatı ile kalan yapı bölümü	15
6	İş bitirme tutanağının ilgili idare tarafından onaylanması	5

Yılsonunda inşaat seviye tespit tutanaklarına göre bitmeyen imalatlar yeni yapı maliyeti hesaplamalarına göre tekrar değerlendirilir. Hizmet bedelinde çıkan fark yapı denetim firmasına ödenir. İnşaatın belirlenen hizmet süresi dahilinde bitmemesi durumunda uzayan sürenin her altı ayı için hizmet oranlarına göre, işin kalan kısmını kapsayacak şekilde ilave hizmet bedeli ödenir. Eğer inşaat sözleşmede belirtilen hizmet süresinden önce biterse işin tamamı üzerinden, kısalan sürenin her 6 ayı için söz konusu hizmet oranları % 5 azaltılarak ödeme yapılır.

3.1.2. Referans (Müşteri Memnuniyeti)

Müşteri memnuniyeti ticaretin vazgeçilmez bir unsurudur. Firma tanıtımı için kullanılan hiç bir reklam tekniği müşterinin referans olması kadar etkili değildir. Tüm sektörlerde olduğu gibi inşaat sektöründe de referans çok önemlidir.

Bu nedenle yapı denetim firmasının yukarıda sayılan hizmet bedeli, laboratuvar kalitesi, personel kalitesi, işlerin zamanında ve minimum hata ile bitirilmesi gibi saydığımız tüm unsurların sonucunda müşteride olumlu bir izlenim bırakması çok önemlidir.

Tüm bunların yanında müşteri ile doğru iletişim kurulması da çok önemlidir. Bu durum güzel ve kaliteli bir restoranda mükemmel yemeklerin müşterilere servis edilmesine benzer. Servis sunum güzel olduğu takdirde tüm kalite ayrı bir değer kazanacaktır aksi takdirde yanlış ve kaba bir şekilde yapılan servis tüm atmosfer ve yemek kalitesini çok geride bırakacaktır. Kaliteli ve güzel bir hizmet, iyi bir referans, iyi bir referans ise yeni bir müşteri demektir. Sonuç olarak yapı denetiminde referans konusunda başarıya etki eden kriterler şunlardır;

- a. Olumlu firma görüşleri,
- b. Zamanında ve minimum hata ile biten işlerdir.

3.1.3. Nitelikli Eleman

Yapı denetim firmasında çalışan personelin birbiriyle uyumlu çalışması, tecrübe sahibi olmaları, mesleklerinde sorumluluk bilinci ile duyarlı olmaları, yerinde ve zamanında denetim yapmaları çok önemli hususlardır.

05.02.2008 tarihli ve 26778 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan yapı denetimi uygulama yönetmeliği gereğince yapı denetim kuruluşunda çalışan teknik personel ve görevleri aşağıda belirtildiği üzere [41].

Proje ve Uygulama Denetçisi Mimar: Teslim edilen projenin uygunluğunu inceler ve uygulamada denetimlerini yapar. Denetleyebileceği toplam inşaat alanı sınırı 360.000 m²’dir.

Proje ve Uygulama Denetçisi İnşaat Mühendisi: Teslim edilen projenin uygunluğunu inceler ve uygulamada denetimlerini yapar. Denetleyebileceği toplam inşaat alanı sınırı 360.000 m²’dir. İnşaat mühendislerinin, proje ve uygulama denetçisi olabilmesi için mesleki hayatlarında en az 5 yıl çalışmış ve en az 3 yılında ise proje hazırlanması ya da incelenmesi konularında fiilen görev almış olmaları gerekmektedir.

Uygulama Denetçisi İnşaat Mühendisi: Uygulama denetçisi inşaat mühendisi sadece uygulamada denetim yapar. Denetleyebileceği toplam inşaat alanı sınırı 120.000 m²'dir. Uygulama denetçiliği yapacak inşaat mühendislerinin ise en az 5 yıl inşaat mühendisliği alanında çalışmış olmaları yeterlidir.

Proje ve Uygulama Denetçisi Makine Mühendisi: Teslim edilen projenin uygunluğunu inceler ve uygulamada denetimlerini yapar. Denetleyebileceği toplam inşaat alanı sınırı 180.000 m²'dir

Proje ve Uygulama Denetçisi Elektrik Mühendisi: Teslim edilen projenin uygunluğunu inceler ve uygulamada denetimlerini yapar. Denetleyebileceği toplam inşaat alanı sınırı 180.000 m²'dir

Zemin veya Yapı Malzemesi Laboratuvar Denetçisi: Laboratuvar denetçisi mühendisler için ise 5 yıllık fiili meslek süresinin en az 3 yılı ilgili alanda olmak üzere laboratuvarında çalışmış olması gerekmektedir.

Kontrol Elemanı: Kontrol elemanı, denetçi mimar ve mühendisin sevk ve idaresi altında çalışırlar ve sorumlu oldukları işlerden dolayı denetçi mimar ve mühendisler ile birlikte sorumludur. Denetim yetkisi sınırları, aşağıdaki belirtildiği üzeredir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Yapı denetim sisteminde mühendislerin yetki sınırları.

İnşaat Mühendisi ve Mimar	30.000 m ²
Makine Mühendisi	60.000 m ²
Elektrik Mühendisi	120.000 m ²

Denetçi mimarlar ve mühendisler ile kontrol elemanları denetledikleri proje veya alan çok büyük olduğu takdirde başkaca plan ve proje sorumlukları olmaması şartı ile belirtilen yetki sınırlarını aşabilirler.

Bazen de çalışan elemanlar firma içi yönetsel hatalardan dolayı denetimlerini istenilen nitelikte yapmayabilmektedirler.

Sonuç olarak nitelikli eleman kalitesinde en belirleyici kriterler;

- a) Tecrübeli proje denetçileri,
- b) Yerinde denetim yapan mühendisler olarak görülmektedir.

3.1.4. Laboratuvar Kalitesi

Laboratuvar firmasının kalitesini gösteren en önemli unsurlar dürüstlük, tarafsızlık ve sonuçlarda doğruluktur. Laboratuvar firmaları, tamamen tarafsız olmalıdır ve kendi elemanlarının, teknik kararları etkileyebilecek her türlü maddi ve manevi baskılardan uzak olarak çalışmalarını sağlamalıdır. Buda zamanla piyasada bir güven oluşturacaktır.

Yapı denetim kuruluşları tarafsızlık, dürüstlük ilkesinin temini için [1];

- Yapı malzemesi üreten veya pazarlayan firmalara laboratuvar hizmetinde bulunamazlar, rapor veremezler. İzin belgeli laboratuvarlar, bu firmalara ait alet, cihaz ve personelden her ne sebeple olursa olsun faydalanamazlar.
- Laboratuvarda çalışan teknik elemanlar ve denetçiler çalışma süreleri içinde başka bir işte çalışamazlar.
- Muayene deney ve sonuçlarına dışarıdan herhangi bir kişi veya kurumdan etki söz konusu olmamalıdır.
- Laboratuvar işletmesi müşterilere ait bazı bilgilerin dışarıya sızmasını ve sonuçların elektronik olarak muhafaza edilmesini ve iletilmesini sağlayan politika ve prosedürlere sahip olmalıdır.
- Çalışan personelin performansı yapılan iş sayısına göre değerlendirilmemelidir ve görev tanımları belirgin olmalıdır.
- Raporlar, herhangi bir şüpheye sebebiyet vermeyecek şekilde düzenlenmeli, doğru, açık ve anlaşılır olmalıdır. Mümkün olan çizelgeler, grafikler, çizimler ve fotoğraflarla desteklenen ölçü birimleri, ilgili standart veya şartnamesinde istenen tüm limitler görülebilmelidir. Tespit edilen kusurlar net bir şekilde ortaya konulmalıdır.

İstenen doğru sonuçların elde edilmesi için;

- Laboratuvar işlemlerinde gerekli kaliteyi sağlamak için ihtiyaç duyulan teknik işlemlerden sorumlu olan bir teknik yönetim olmalıdır. Ayrıca standartların uygunluğunu denetleyecek bir kalite yöneticisi bulunmalıdır. Bu yönetici, laboratuvar işletimi ile ilgili kararların alındığı en yüksek yönetim kademesine kadar rahatlıkla ulaşabilmelidir [1].

- Numuneler yetkin teknik personel tarafından standart ve şartnamelere uygun bir şekilde alınmalıdır. Numunelerin doğru zamanda alınması, laboratuara nakledilmesi ve korunması sağlanmalıdır.
- Alınan numuneler standart ve şartnamelere uygun bir şekilde işleme konulmalıdır.
- Kullanılan laboratuvar ekipmanları yönetmeliklere uygun bir şekilde kullanılmalı ve bakımları düzenli olarak yapılmalıdır
- Kullanılan laboratuvar ekipmanları standartlara uygun olmalıdır.

Sonuç olarak laboratuvar kalitesini belirleyen en önemli kriterler;

- a) Numunenin zamanında alınması,
- b) Numunenin standartlara uygunluğu,
- c) Doğru ekipmanın kullanılması,
- d) Şantiyelere ulaşım kolaylığıdır.

AHP yöntemi uygulamasında Super Desicion Paket Programı da kullanılmıştır. Excell uygulaması ile bulunan sonuçlar ile program tarafından hesaplanan sonuçlar arasında bir fark olmadığı görülmüştür. AHP-TOPSIS metodunda ise Excell uygulamaları ile hesaplamalar yapılmıştır.

Belirlenen kriterler ile öncelikle AHP yöntemiyle çözüm yapılmıştır. Bu yöntemle bulunan kriter ağırlıkları AHP-TOPSIS hibrit çözümünde kullanılarak sıralama yapılmıştır. Elde edilen verilerle her iki yöntem karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak en uygun yapı denetim firması seçilmiştir.

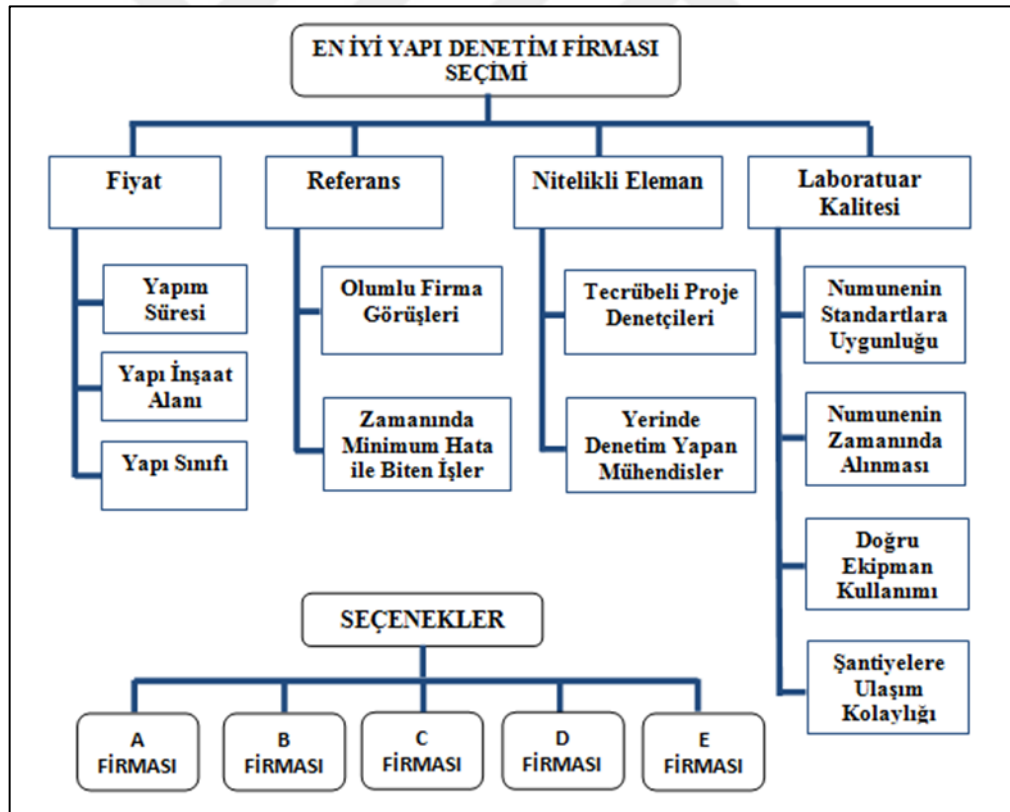
4. UYGULAMA

4.1. AHP YÖNTEMİ İLE ÇÖZÜM

Çalışmanın bu bölümünde AHP yöntemi kullanılarak ana kriterlerin ağırlıkları tespit edilecektir. En iyi yapı denetim firmasının seçimi için firmalar ve kriterler konusunda araştırmalar yapılarak aşağıda belirtilen adımlar uygulanacaktır.

4.1.1. Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Amaç, kriterler ve seçenekler belirlenerek Karar Hiyerarşisi Şeması oluşturulmuştur. Alternatifler olarak 5 adet firma, aday olarak seçilmiştir. Kriterler olarak 4 adet ana ve 11 adet alt kriter tespit edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Karar hiyerarşisi şeması.

4.1.2. Karşılaştırma Anketinin Oluşturulması

Kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılarak Çizelge 4.1 oluşturulmuştur. Bu işlem yapılırken her bir kriter diğer kriterlere göre değerlendirilir. Bir kriterin diğer kriterlere göre değeri hesaplanırken Saaty'nin Karşılaştırmalı Önem Tablosu kullanılmıştır.

Çizelge 4.1. Kriterlerin ikili karşılaştırılması.

	Fiyat	Laboratuvar Kalitesi	Nitelikli Eleman	Referans
Fiyat	1	5	4	2
Laboratuvar Kalitesi	1/5	1	½	¼
Nitelikli Eleman	¼	2	1	1/3
Referans	½	4	3	1

Bu çalışmanın hesaplamalarında Super Decisions 1.60 paket programı kullanılmıştır. Aşağıda Şekil 4.2'de görülen rakamlar soldaki kriterin sağdaki kriterine göre önem derecesini göstermektedir. Mavi renkli rakamlar tam sayı halindeki değerleri, kırmızı renkli rakamlar ise kesirli değerleri göstermektedir. A kriteri B kriterine göre tercih edilir. Bir önemde ise mavi renkteki rakamlar tercih edilir. Fakat tam tersi B kriteri A'ya göre daha az önem arz ediyorsa bu sefer aynı rakam tam ters oranda gösterilir ve kırmızı rakam işaretlenir. Örneğin A kriterinin B kriterine göre önem derecesi değeri 5 (mavi 5) olursa, B kriterinin A kriterine göre değeri 1/5 (kırmızı 5) olacaktır.

Comparisons for Super Decisions Main Window: MERVE.sdmod

1. Choose 2. Node comparisons with respect to En İyi Yapı Denetim ~

Node Cluster Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Choose Node En İyi Yapı De- Cluster: Goal Choose Cluster Criteria

Comparisons wrt "En İyi Yapı Denetim Firması Seçimi" node in "Criteria" cluster
Fiyat is strongly more important than Laboratuvar Kalitesi

1. Fiyat	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Laboratuvar Kali-
2. Fiyat	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Nitelikli Elema-
3. Fiyat	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Referans
4. Laboratuvar Kali-	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Nitelikli Elema-
5. Laboratuvar Kali-	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Referans
6. Nitelikli Elema-	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Referans

Şekil 4.2. Kriterlerin ikili karşılaştırılması.

4.1.3. Kriterlerin Değerlendirilmesi

Kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması için Saaty standart önem tablosuna göre değerlendirilen kriterlerin puanları sütunlar halinde Çizelge 6.2’de görüldüğü gibi alt alta toplanır.

Çizelge 4.2. Kriterlerin değerlendirilmesi.

	Fiyat	Laboratuvar Kalitesi	Nitelikli Eleman	Referans
Fiyat	1	5	4	2
Laboratuvar Kalitesi	1/5	1	½	1/4
Nitelikli Eleman	½	2	1	1/3
Referans	½	4	3	1
TOPLAM	1,95000	12,00000	8,50000	3,58333

Aynı sütuna bulunan her bir değer ilgili sütun toplamına bölünür. Daha sonra bu değerler satırlar halinde toplanır ve kriter sayısına bölünür (Çizelge 4.2). Böylece her bir kriterin ağırlığı hesap edilmiş olur. Elde edilen bu değerlere Matrislerde Eigen Vektörü adı verilmektedir.

Çizelge 4.3. Kriter ağırlıkları sonuçları.

	Fiyat	Laboratuvar Kalitesi	Nitelikli Eleman	Referans	Satır Toplamı	Eigen Vektör Ağırlık Hesabı
Fiyat	0,51282	0,41667	0,47059	0,55814	1,95821	0,48955
Laboratuvar Kalitesi	0,10256	0,08333	0,05882	0,06977	0,31449	0,07862
Nitelikli Eleman	0,12821	0,16667	0,11765	0,09362	0,50554	0,12639
Referans	0,25641	0,33333	0,35294	0,27907	1,22175	0,30544
TOPLAM	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

Yapılan hesaplamalar sonucu Çizelge 4.3’te görülen sonuçlar Super Decision uygulamasında da yaklaşık olarak aynı çıkmıştır (Şekil 4.3). Sonuçların azda olsa farklı çıkmasının sebebi programın virgülden sonraki basamak sayısını daha çok almasından kaynaklanmaktadır.

Criteria	Weight
Fiyat	0.49184
Labaratua~	0.07780
Nitelikli~	0.12479
Referans	0.30557

Şekil 4.3. Kriterlerin karşılaştırılması sonucunda elde edilen ağırlık sonuçları.

4.1.4. Kriterlere Ait Tutarsızlıkların Değerlendirilmesi

Kriterlerin ikili karşılaştırılması tutarsızlıkları kontrol edilmiştir. Tüm değerlerin %10 oranının altında olduğu görülmüştür (Şekil 4.4).

Rank	Row	Col	Current Val	Best Val	Old Inconsist.	New Inconsist.	% Improvement
1.	Fiyat	Labratuar Kalitesi	5.000000	8.000000	0.018113	0.007723	57.36 %
2.	Fiyat	Referans	2.000000	1.295568	0.018113	0.009105	49.73 %
3.	Labratuar Kalitesi	Nitelikli Eleman	2.000000	1.286436	0.018113	0.009105	49.73 %
4.	Nitelikli Eleman	Referans	3.000003	2.000000	0.018113	0.010389	42.64 %
5.	Fiyat	Nitelikli Eleman	4.000000	3.896005	0.018113	0.018063	0.27 %
6.	Labratuar Kalitesi	Referans	4.000000	3.860010	0.018113	0.018063	0.27 %

Şekil 4.4. Kriterlere ait tutarsızlık raporu.

Raporda en üst satırda en tutarsız ikili karşılaştırma mevcuttur. Burada mevcut değer (current value), olması gereken değer (best value) olarak değiştirilirse tutarsızlık değeri azalacaktır. Tutarsızlık oranı 0,018113 değerini almakta ve 0,1'den küçük olduğu için düzeltmeye gerek duyulmamaktadır.

4.1.5. Kriterlerin Ağırlıklarının Bulunması

İlk dört adımdan sonra çözüme devam edilmiştir. Yapılan işlemlerle elde edilen sonuçlara ait raporlar Ekler bölümünde sunulmuştur. Kriterlerin ağırlıkları Çizelge 4.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Kriter ve alt kriterler ağırlıklarının Super Decisions programı sonuçları.

KRİTERLER ve ALT KRİTERLER	AĞIRLIKLAR (W)
Fiyat	0,49184
Yapı İnşaat Alanı	0,72230
Yapı Sınıfı	0,20499
Yapım Süresi	0,7272
Referans	0,30557
Olumlu Firma Görüşleri	0,33300
Zamanında ve Minimum Hata İle Biten İşler	0,66667
Nitelikli Eleman	0,12479
Tecrübeli Proje Denetçileri	0,25000
Yerinde Denetim Yapan Mühendisler	0,75000
Laboratuvar Kalitesi	0,07780
Doğru Ekipman Kullanımı	0,09521
Şantiyelere Ulaşım Kolaylığı	0,13594
Numunenin Zamanında Alınması	0,28355
Numunenin Standartlara Uygunluğu	0,48530

4.1.6. Alternatiflerin Öncelik Değerlerinin Bilinmesi

Her bir kriter için tüm seçenekler değerlendirilerek ağırlıkları tespit edilmiştir. Aşağıdaki Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da belirtilen sonuçlar Super Decisions Programı ile hesaplanmıştır (Ekler).

Çizelge 4.5. Alternatiflerin her bir kriter ve alt kriter için ağırlıkları.

ALTERNATİF AĞIRLIKLARI SONUÇ TABLOSU					
KRİTERLER	ALTERNATİFLER				
Fiyat	A	B	C	D	E
Yapı İnşaat Alanı	0,22475	0,12938	0,40519	0,06996	0,17072
Yapı Sınıfı	0,26804	0,26804	0,14172	0,05416	0,26804
Yapım Süresi	0,26149	0,07484	0,42982	0,15282	0,08104
Referans	A	B	C	D	E
Olumlu Firma Görüşleri	0,2518	0,16286	0,38899	0,04314	0,15313
Zamanında ve Minimum Hata İle Biten İşler	0,1403	0,42828	0,08637	0,0423	0,30277
Nitelikli Eleman	A	B	C	D	E
Tecrübeli Proje Denetçileri	0,1908	0,0405	0,08476	0,52563	0,15832
Yerinde Denetim Yapan Mühendisler	0,0961	0,21669	0,22089	0,1474	0,31893
Laboratuvar Kalitesi	A	B	C	D	E
Doğru Ekipman Kullanımı	0,07319	0,19884	0,36789	0,23951	0,12058
Şantiyelere Ulaşım Kolaylığı	0,19178	0,22443	0,20763	0,1467	0,22945
Numunenin Zamanında Alınması	0,35924	0,10852	0,30588	0,17395	0,05242
Numunenin Standartlara Uygunluğu	0,2783	0,10851	0,18332	0,07214	0,35773
TÜM AĞIRLIKLAR TOPLAMI	A	B	C	D	E
	2,33579	1,96089	2,82246	2,66771	2,21313

Çizelge 4.6. Kriterlerin ağırlıklara göre değerlendirilmesi.

(S) Sütun Matrisleri	Yapı İnşaat Alanı	Yapı Sınıfı	Yapım Süresi	Olumlu Firma Görüşleri	Zamanında ve Minimum Hata ile Biten İşler	Tecrübeli Proje Denetçileri	Yerinde Denetim Yapan Mühendisler	Doğru Ekipman Kullanımı	Şantiyelere Ulaşım Kolaylığı	Numunenin Zamanında A alınması	Numunenin Standartlara Uygunluğu
Kriter Ağırlıkları (W matrisi)	0,7223	0,20499	0,07272	0,333	0,66667	0,25	0,75	0,09521	0,13594	0,28355	0,4853
A	0,22475	0,26804	0,26149	0,25177	0,14027	0,1908	0,0961	0,07319	0,19178	0,35924	0,2783
B	0,12938	0,26804	0,07484	0,16286	0,42828	0,0405	0,21669	0,19884	0,22443	0,10852	0,10851
C	0,40159	0,14172	0,42982	0,38899	0,08637	0,08476	0,22089	0,36789	0,20763	0,30588	0,18332
D	0,06996	0,05416	0,15282	0,04314	0,0423	0,52563	0,1474	0,23951	0,1467	0,17395	0,07214
E	0,17072	0,26804	0,08104	0,15323	0,30277	0,15832	0,31893	0,12058	0,22945	0,05242	0,35773
TOPLAM	0,9964	1	1,00001	0,99999	0,99999	1,00001	1,00001	1,00001	0,99999	1,00001	1

Çizelge 4.7. Alternatiflerin ağırlıkları sonuç tablosu.

Alternatifler	Ağırlıklar (W)
A	0,803387
B	0,799107
C	0,963297
D	0,484350
E	0,946942

Seçeneklerin tüm kriterler için almış oldukları ağırlıklara bakılır. Bu karşılaştırma sonucunda hesap edilen en yüksek değeri alan seçenek hedefe en uygun karar olacaktır. Çizelge 4.7’de görüldüğü üzere en yüksek ağırlık puanı C seçeneği almıştır. Dolayısıyla C yapı denetim firmasının amaca en uygun firma olduğu görülmektedir.

4.2. AHP-TOPSIS HİBRİT ÇÖZÜMÜ

AHP-TOPSIS hibrit çözümü yapılırken Çizelge 4.7’de bulunan ağırlıklar ile hesap yapılmıştır.

4.2.1. Karar Matrisinin Oluşturulması

AHP-TOPSIS hibrit uygulamasında öncelikle karar matrisi oluşturulur.

Çizelge 4.8. Karar matrisinin oluşturulması.

	Referans	Fiyat	Nitelikli Eleman	Laboratuvar Kalitesi
A	8	800	6	6
B	9	820	7	6
C	7	750	6	5
D	8	810	7	5
E	7	770	6	4

4.2.2. Ağırlıklandırılmış Normalize Matris

Kriterler karar vericiler için farklı ağırlıklarda olabilir. Kriter ağırlıkları AHP uygulamasında elde edilen değerler olarak oluşturulmuştur. Normalize edilmiş değerler ağırlık yüzdeleriyle çarpılıp yazılır.

Çizelge 4.9. Ağırlıklandırılmış normalize matris.

Ağırlık	0,306	0,492	0,125	0,078
	Referans	Fiyat	Nitelikli Eleman	Laboratuvar Kalitesi
A	0,14	0,223	0,052	0,04
B	0,072	0,228	0,061	0,04
C	0,122	0,209	0,052	0,033
D	0,14	0,225	0,061	0,033
E	0,122	0,214	0,052	0,026

4.2.3. İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerlerinin Elde Edilmesi

Bulunan yeni değerlerle ideal ve negatif ideal çözüm değerleri elde edilmiştir. İdeal çözüm değerleri için her bir sütuna ait maksimum değerler alınırken negatif ideal çözüm değerleri için minimum değerler alınmıştır.

Çizelge 4.10. İdeal çözüm değerlerinin elde edilmesi.

Referans	Fiyat	Nitelikli Eleman	Laboratuvar Kalitesi
0,14	0,228	0,061	0,04

Çizelge 4.11. Negatif ideal çözüm değerlerinin elde edilmesi.

Referans	Fiyat	Nitelikli Eleman	Laboratuvar Kalitesi
0,072	0,209	0,052	0,056

4.2.4. İdeal ve Negatif İdeal Uzaklıkların Elde Edilmesi

Ağırlıklandırılmış normalize matristen ideal çözüm değerleri çıkarılıp karesi alınarak ideal uzaklık tablosu oluşturulur.

Çizelge 4.12. İdeal uzaklık tablosu.

	Referans	Fiyat	Nitelikli Eleman	Laboratuvar Kalitesi
A	0,000000	0,40080	0,000081	0,000000
B	0,004624	0,000000	0,000000	0,000000
C	0,000324	0,000361	0,000081	0,000049
D	0,000000	0,000001	0,000000	0,033000
E	0,000324	0,000200	0,00081	0,026000

Aynı şekilde ağırlıklandırılmış normalize matristen negatif ideal çözüm değerleri çıkarılıp karesi alınarak negatif ideal uzaklık tablosu oluşturulur.

Çizelge 4.13. Negatif ideal uzaklık tablosu.

	Referans	Fiyat	Nitelikli Eleman	Laboratuvar Kalitesi
A	0,00462	0,00020	0,00000	0,00020
B	0,00000	0,00036	0,00008	0,00020
C	0,00250	0,00000	0,00000	0,00005
D	0,00462	0,00026	0,00008	0,0001
E	0,00250	0,00003	0,00000	0,02600

4.2.5. İdeal ve Negatif İdeal Ayrım Ölçülerinin Hesaplanması

İdeal Ayrım Ölçülerinin hesaplanmasında ideal uzaklık tablosundaki değerden ideal çözüm değerleri çıkartılarak satır halinde toplanır ve toplamın karekökü alınır.

Çizelge 4.14. İdeal uzaklıkların hesaplanması.

	Referans	Fiyat	Nitelikli Eleman	Laboratuvar Kalitesi	Toplam	S_i^*
A	0,00000	0,04008	0,00008	0,00000	0,04008	0,20020
B	0,00462	0,00000	0,00000	0,00000	0,00462	0,06800
C	0,00032	0,00036	0,00008	0,00005	0,00073	0,02709
D	0,00000	0,00001	0,00000	0,03300	0,03300	0,18166
E	0,00032	0,00020	0,00008	0,02600	0,02652	0,16285

Negatif İdeal Ayırım Ölçülerinin hesaplanmasında da benzer şekilde negatif ideal uzaklık tablosundaki değerden negatif ideal çözüm değerleri çıkartılarak satır halinde toplanarak karekökü alınır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Negatif ideal uzaklıkların hesaplanması.

	Referans	Fiyat	Nitelikli Eleman	Laboratuvar Kalitesi	Toplam	S_i^-
A	0,00462	0,00020	0,00000	0,00020	0,07082	0,26613
B	0,00000	0,000361	0,00008	0,00020	0,02360	0,15363
C	0	0	0	0,00005	0,05049	0,22470
D	0,000289	0,000064	0,0001	0,00005	0,07021	0,26497
E	0	0,000004	0	0,02600	0,16889	0,41097

Bulunan ideal ve negatif ideal çözüm değerleri ayrı bir tabloda yazılır.

Çizelge 4.16. İdeal ve negatif ideal çözüm değerleri tablosu.

S_i^*	S_i^-
0,20020	0,266127
0,06800	0,153626
0,02709	0,224695
0,18166	0,264966
0,16285	0,410966

4.2.6. Karar Aşaması

İdeal ve negatif ideal çözümleri elde edildikten sonra negatif ideal değeri, ideal ve negatif ideal çözüm değerinin toplamına bölünerek bir C değeri elde edilir. Diğer sütunlar için işlem tekrar edilir.

Çizelge 4.17. Sonuç tablosu.

	S_i^*	S_i	C_i^*
A	0,20020	0,26613	0,57069
B	0,06800	0,15363	0,69318
C	0,02709	0,22470	0,89241
D	0,18166	0,26497	0,59326
E	0,16285	0,41097	0,71620

Elde edilen sonuçlara göre C_i^* , en yüksek ideal çözüme görelî yakınlık değeri C seçeneğinde görülmektedir. Dolayısı ile en uygun yapı denetim kuruluşu C seçeneği olarak tespit edilmiştir.

4.3. ALTERNATİFLERİN SIRALAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

AHP ve AHP-TOPSIS Hibrit çözümünde C firmasının en iyi seçenek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.18. Alternatiflerin sıralamalarının karşılaştırılması.

ALTERNATİFLER	AHP	AHP-TOPSIS HİBRİT
A	3	5
B	4	3
C	1	1
D	5	4
E	2	2

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

AHP, karmaşık problemlerin çok sayıda kriter içeren çözümünde kullanılan karar verme yöntemlerinden biridir.

AHP, karar vericinin belirlenen alternatifler, kriterler ve alt kriterler arasındaki hiyerarşik yapıyı modellemesine imkan sağlar. Ayrıca bu yöntem inşaat sektörünün yanında finans, pazarlama, hayvancılık, tarım, tıp, eğitim ve ekonomi gibi farklı alanlar içinde karar vericilerin karmaşık problemlerin çözümünde kolaylık sağlamaktadır.

AHP'nin önemli bir özelliği de şudur ki; karar vericinin karara objektif ve subjektif olarak düşüncelerini dahil etme olanağı verir. Yani karar vericinin tahminleri, deneyimi ve bilgisi de bu sürece mantıksal olarak katkı sağlar.

Bu çalışmada Sakarya ilinde inşa edilecek bir toplu konut projesi için aynı ilde faaliyet gösteren en uygun yapı denetim firması seçimi ele alınmıştır. Bu amaçla çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS uygulamaları birlikte kullanılmıştır. Literatürde yer alan bilgiler incelenip, alanında uzman kişilerin görüşleri alınarak kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Karar vericinin 4 ana kriter ve 11 alt kriter ile 5 yapı denetim firması arasından en uygun olanını seçmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada ilk olarak AHP uygulaması kullanılmıştır. Bu uygulamada kriterlerin ikili karşılaştırılması değerlendirilerek ağırlıklar elde edilmiştir. Elde edilen ağırlıkların sonucunda kriter ağırlıkları şöyledir; Fiyat: 0,49184, Laboratuvar Kalitesi: 0,07780, Nitelikli Eleman: 0,12479, Referans: 0,30557. Bu sonuçlara göre en yüksek ağırlık puanı ile öne çıkan kriter Fiyat kriteri olmuştur.

Sonraki adımda AHP-TOPSIS uygulamalarının bütünleşik metodu uygulanmıştır. Karar matrisi oluşturulmuş ve TOPSIS uygulamasının ilk adımında kullanılan değerler aynı şekilde aktarılmıştır. Kriter ağırlıkları AHP yöntemi sonucu bulunan ağırlıklardır. Normalize edilmiş değerler ağırlık yüzdeleriyle çarpılarak yeni ideal ve negatif ideal çözüm değerleri elde edilmiştir. Sıralama ölçütü ideal uzaklığa göreli yakınlık olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.18' de bulunan sonuçlara göre; 5 alternatif yapı denetim firması arasından, C yapı denetim firmasının, hem AHP hem de AHP- TOPSIS hibrit çözümünde 1. yani, en iyi yapı denetim firması olduğu görülmüştür. 2. En iyi yapı denetim firmasının ise E firması olduğu yine her iki uygulama sonucunda görülmüştür. Fakat 3. En iyi yapı denetim firmasının AHP uygulamasında A firmasının olduğu, AHP-TOPSIS hibrit uygulamasında ise B firmasının olduğu görülmüştür. 4. En iyi yapı denetim firması, AHP uygulamasında B firması iken, AHP-TOPSIS uygulaması için D firmasının olduğu görülmüştür. Son olarak 5. En iyi yapı denetim firmasının da AHP uygulamasında D firmasının olduğu, AHP-TOPSIS hibrit çözümünde ise A firmasının olduğu sonucuna varılmıştır.

Alanında uzmanlaşmış kişilerin hem pratikte hemde teoride elde ettikleri tecrübe ve bilgilerinin problemin çözümüne dahil olmaları özellikle takım çalışması gerektiren durumlarda faydalı olabilir.

6. KAYNAKLAR

- [1] Yapı Denetimi Uygulama Usul ve Esasları Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete, 4708, 2001.
- [2] A. Ö. Gazi, “Çok kriterli karar verme yöntemi seçiminde yeni bir yaklaşım,” Doktora tezi, İstatistik, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2016.
- [3] M. Aruldoss, T. M. Lakshmi, V. P. Venkatesan, “A survey on multi criteria decision making methods and its applications,” *American Journal of Information Systems*, c. 1, sayı 1, ss. 31-43, 2013.
- [4] E. K. Zavadskas, A. Mardani, Z. Turskis, A. Jusoh and K. Nor, “Development of TOPSIS method to solve complicated decision-making problems: An overview on developments from 2000 to 2015,” *International Journal of Information Technology & Decision Making*, c. 15, sayı 3, ss. 645–682, 2016.
- [5] E. K. Zavadskas, Z. Turskis, Kildienė, “State of art surveys of overviews onMCDM/MADM methods,” *Technological and Economic Development of Economy*, c. 20, sayı 1, ss. 165-179, 2014.
- [6] H. İbicioğlu ve F. Ünal, “Analitik hiyerarşi prosesi ile yetkinlik bazlı insan kaynakları yöneticisi seçimi,” *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, c. 28, sayı 4, 2014.
- [7] Z. Günay ve Ö. F. Ünal, “AHP-TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi (bir telekomünikasyon şirketi örneği),” *PESA Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, c. 2, sayı 1, ss. 37-53, 2016.
- [8] Y. Z. Ayık ve Y. Kılavuz, “Analitik ağ süreci yaklaşımı ve TOPSIS yöntemi ile öğrenci işleri bilgi sistemi yazılımı seçimi,” *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, c. 27, sayı 4, 2013.
- [9] N. Alptekin, “Analitik ağ süreci yaklaşımı ile Türkiye’de beyaz eşya sektörünün pazar payı tahmini,” *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, c. 11, sayı 1, 2010.
- [10] A. Z. Sarraf, A. Mohaghar and H. Bazargani, “Developing TOPSIS method using statistical normalization for selecting knowledge management strategies,” *Journal of Industrial Engineering and Man*, c. 6, sayı 4, 2013.

- [11] R. P. Ksumawardani, M. Agintiara, "Application of fuzzy AHP-TOPSIS method for decision making in human resource manager selection process," *Procedia Computer Science*, sayı 72, ss. 638-646, 2015.
- [12] M. Köksalan, J. Wallenius, S. Zionts, *Multiple criteria decision making from early history to the 21 st century*, c. 2, Singapore: World Scientific Publishing, 2011, pp. 17-38.
- [13] E. Demireli, "TOPSIS çok kriterli karar verme sistemi: Türkiye'deki kamu bankaları üzerine bir uygulama," *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, c. 5, sayı 1, 2010.
- [14] T. Y. Ayan ve S. Perçin, "Ar-ge projelerinin seçiminde grup kararına dayalı bulanık karar verme yaklaşımı," *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, c. 26, sayı 2, 2012.
- [15] E. B. Sarı, "Endüstri işletmelerinde Ar-ge projelerini öncelik sıralamasında entropi ağırlıklı TOPSIS yöntemine dayalı çok kriterli bir analiz," *International Journal of Academic Value Studies*, c. 3, sayı 11, ss. 159-170, 2017.
- [16] M. Yurdakul ve Y. T. İç, "Development of a performance measurement model for manufacturing companies using the AHP and TOPSIS approaches," *International Journal of Production Research*, c. 43, sayı 21, ss. 4609-4641, 2015.
- [17] A. A. Supçiller ve K. Deligöz, "Tedarikçi seçimi probleminin çok kriterli karar verme yöntemiyle uzlaşık çözümü," *Uiüid-Ijeas 18. En İyi Özel Sayısı*, ss.355-368, 2018.
- [18] N. Ömürberk ve E. Aksoy, "Bir petrol şirketinin çok kriterli karar verme teknikleri ile performans değerlendirilmesi," *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, c. 21, sayı 3, ss. 723-756, 2016.
- [19] R. Al-Omar, "A combined AHP-ENTROPY method for deriving subjective and objective criteria weights," *International Journal of Industrial Engineering*, c. 17, sayı 1, ss. 12-24, 2010.
- [20] M. Dağdeviren, S. Yavuz, N. Kılınç, "Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment," *Expert Systems with Applications*, c. 36, sayı 4, ss. 8143-8151, 2009.
- [21] H. Yılmaz, "Türkiye'de 1980'den sonra kent planlaması hizmetlerinin özel kesime gördürülmesi eğilimleri: Yapı denetim kuruluşları örneği," Doktora tezi, Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2006.
- [22] T.C. İçişleri Bakanlığı, Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezi, Ülkemizin Deprem Tehlike Haritası. (2019, 1 Ocak). [Online]. Erişim: <http://www.icisleriafad.gov.tr/Ülkemizindepremttehlikeharitasi>

- [23] Anonim. (2018, 25 Temmuz). [Online]. Erişim: <https://www.emlaksayfasi.com.tr/emlakgundem/17agustos1999dasehirleregoredepreambilancosuh1153.html>
- [24] TMMOB Mühendisleri Odası 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi Yıldönümü Basın Açıklaması. (2018, 18 Ağustos). [Online]. Erişim: <http://www.jmo.org.tr>
- [25] H. Ceylan, “Türkiye’de inşaat sektöründe meydana gelen iş kazalarının analizi,” *International Journal of Engineering Research and Development*, c. 6, sayı 1, 2014.
- [26] E. Koramaz, “Yapı üretim ve denetim süreçleri,” 8. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İzmir, 2007.
- [27] Yapı Denetim Sistemi. (2018, 19 Ekim). [Online]. Erişim: <http://uyds.yds.gov.tr>
- [28] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, “Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği,” Resmi Gazete, sayı 30113, 2017.
- [29] J. Adair, *Decision making and problem solving strategies*, Great Britain and U.S.A. Kogan Page Ltd, ss. 17-38, 2010.
- [30] M. Mutlu ve M. Sarı, “Çok kriterli karar verme yöntemleri ve madencilik sektöründe kullanımı,” *Bilimsel Madencilik Dergisi*, c. 56, sayı 4, ss. 181-196, 2017.
- [31] M. Majumder, “Impact of urbanization on water shortage in face of climatic aberrations,” *Springer Briefs in Water Science and Technology*, 2015.
- [32] B. S. Kutlu, Y. A. Abalı, T. Eren, “Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile seçmeli ders seçimi,” *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, c. 2, sayı 2, 2012.
- [33] H. Küçükönder, E. Efe, F. Üçkardeş, “Çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarından analitik hiyerarşi sürecinin hayvancılıkta kullanımı,” *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, c. 3, sayı 3, ss. 91-98, 2013.
- [34] T. L. Saaty, “Decision making with the analytic hierarchy process,” *International Journal Services Sciences*, c. 1, sayı 1, ss. 83–98, 2008.
- [35] S. Opricovic, G. Tzeng, “Decision aiding compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS,” *European Journal of Operational Research*, sayı 156, ss. 445–455, 2004.
- [36] Y. Aydın, T. Eren, “Savunma sanayiinde stratejik ürün için çok kriterli karar verme yöntemleri ile tedarikçi seçimi,” *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c. 7, sayı 1, ss. 129-148, 2018.
- [37] M. Behzadian, S. O. Khanmohammadi, M. Yazdani, J. Ignatius, “A state-of-the-art survey of TOPSIS applications,” *Expert Systems with Applications*, c. 39, ss. 13051-13069, 2012.

- [38] S. Dumanođlu, N. Ergöl, “İMKB’de işlem gören teknoloji Őirketlerinin mali performans ölçümü,” *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, sayı 48, ss.101-111, 2010.
- [39] N. KarakaŐođlu, “Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ve uygulama,” Yüksek lisans tezi, İşletme, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye, 2008.
- [40] Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete, sayı 26778, 2008.



7. EKLER

SUPER DECISION PROGRAMI BİLGİSAYAR SONUÇLARI

7.1. EK 1 Fiyat Alt Kriterleri İkili Karşılaştırma Ağırlık Sonuçları

Comparisons for Super Decisions Main Window: MERVES.dmod

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Fiyat 3. Results

Node Cluster Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Choose Node Fiyat

Cluster Criteria

Choose Cluster Supcriteria2

Comparisons wrt "Fiyat" node in "Supcriteria2" cluster
Yapı İnşaat Alanı is strongly more important than Yapı Sınıfı

1. Yapı İnşaat Ala- >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. Yapı Sınıfı

2. Yapı İnşaat Ala- >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. Yapım Süresi

3. Yapı Sınıfı >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. Yapım Süresi

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.11896

Yapı İnşa-	0.72230
Yapı Sını-	0.20499
Yapım Sür-	0.07272

7.2. EK 2 Referans Alt Kriterleri İkili Karşılaştırma Ağırlık Sonuçları

- Olumlu Firma Görüşleri
- Zamanında ve Minimum Hata ile Biten İşler

Comparisons for Super Decisions Main Window: MERVE.sdmmod

1. Choose	2. Node comparisons with respect to Referans	3. Results
Node Cluster Choose Node Referans Cluster: Criteria Choose Cluster Supcriteria1	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct Comparisons wrt "Referans" node in "Supcriteria1" cluster Zamanında ve Minimum Hata ile Biten İşler is equally to moderately more important than Olumlu 1. Olumlu Firma Görüşleri >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. Zamanında ve Mi-	Normal Hybrid Inconsistency: 0.00000 Olumlu Fir- 0.33333 Zamanında- 0.66667

7.3. EK 3 Laboratuvar Kalitesi Alt Kriterleri Ağırlık Sonuçları

- Doğru Ekipman Kullanımı
- Şantiyelere Ulaşım Kolaylığı
- Nümunenin Zamanında Alınması
- Nümunenin Standartlara Uygun Alınması

Comparisons for Super Decisions Main Window: MERVE.sdm

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Laboratuvar Kalitesi 3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.05904

Node	Cluster	Graphical	Verbal	Matrix	Questionnaire	Direct															
Choose Node	Labaratuvar Kal-	Comparisons wrt "Labaratuvar Kalitesi" node in "Supcriteria4" cluster Nümunenin Standartlara Uygunluğu is moderately more important than Doğru Ekipman Kullanı																			
Choose Cluster	Supcriteria4																				
1. Doğru Ekipman K-		>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Nümunenin Stand-
2. Doğru Ekipman K-		>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Nümunenin Zaman-
3. Doğru Ekipman K-		>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Şantiyelere Ula-
4. Nümunenin Stand-		>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Nümunenin Zaman-
5. Nümunenin Stand-		>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Şantiyelere Ula-
6. Nümunenin Zaman-		>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Şantiyelere Ula-

Node	Weight
Doğru Eki-	0.09521
Nümunenin-	0.48530
Nümunenin-	0.28355
Şantiyele-	0.13594

7.4. EK 4 Nitelikli Eleman Alt Kriterleri Ağırlık Sonuçları

- Tecrübeli Proje Denetçileri
- Yerinde Denetim Yapan Mühendisler

Comparisons for Super Decisions Main Window: MERVE.sdmmod

1. Choose	2. Node comparisons with respect to Nitelikli Eleman	3. Results
Node Cluster Choose Node Nitelikli Elem- Cluster: Criteria Choose Cluster Supcriteria3	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct Comparisons wrt "Nitelikli Eleman" node in "Supcriteria3" cluster Yerinde Denetim Yapan Mühendisler is moderately more important than Tecrübeli Proje Denet 1. Tecrübeli Proje- >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. Yerinde Denetim-	Normal Hybrid Inconsistency: 0.00000 Tecrübeli- 0.25000 Yerinde D- 0.75000

7.5. EK 5 Yapı İnşaat Alanı Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları

Comparisons for Super Decisions Main Window: MERVE.sdm

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Yapı İnşaat Alanı 3. Results

Node Cluster Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Choose Node

Yapı İnşaat Al-

Cluster: Supcritera2

Choose Cluster

Alternatives

Comparisons wrt "Yapı İnşaat Alanı" node in "Alternatives" cluster

E Firması is moderately more important than D Firması

1. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	B Firması
2. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
3. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
4. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
5. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
6. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
7. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
8. C Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
9. C Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
10. D Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.04341

A Firması	0.22475
B Firması	0.12938
C Firması	0.40519
D Firması	0.06996
E Firması	0.17072



7.6. EK 6 Yapı Sınıfı Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları

Comparisons for Super Decisions Main Window: MERVE.sdm

1. Choose

Node Cluster

Choose Node

Yapı Sınıfı

Cluster: Supcriteria2

Choose Cluster

Alternatives

2. Node comparisons with respect to Yapı Sınıfı

Graphical Verbal Matrix: Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Yapı Sınıfı" node in "Alternatives" cluster

E Firması is moderately to strongly more important than D Firması

1. A Firması	>>9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>>9.5	No comp.	B Firması
2. A Firması	>>9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>>9.5	No comp.	C Firması
3. A Firması	>>9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>>9.5	No comp.	D Firması
4. A Firması	>>9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>>9.5	No comp.	E Firması
5. B Firması	>>9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>>9.5	No comp.	C Firması
6. B Firması	>>9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>>9.5	No comp.	D Firması
7. B Firması	>>9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>>9.5	No comp.	E Firması
8. C Firması	>>9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>>9.5	No comp.	D Firması
9. C Firması	>>9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>>9.5	No comp.	E Firması
10. D Firması	>>9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>>9.5	No comp.	E Firması

3. Results

Normal

Hybrid

Inconsistency: 0.08164

A Firması	0.26804
B Firması	0.26804
C Firması	0.14172
D Firması	0.05416
E Firması	0.26804



7.7. EK 7 Yapım Süresi Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları

Comparisons for Super Decisions Main Window: MERVE.sdm

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Yapım Süresi 3. Results

Node Cluster Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct Normal Hybrid

Choose Node Cluster: Supcriteria2

Yapım Süresi

Choose Cluster Alternatives

Comparisons wrt "Yapım Süresi" node in "Alternatives" cluster

B Firması is equally as important as E Firması

1. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	B Firması
2. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
3. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
4. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
5. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
6. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
7. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
8. C Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
9. C Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
10. D Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması

Inconsistency: 0.08123

A Firması	0.26149
B Firması	0.07484
C Firması	0.42982
D Firması	0.15282
E Firması	0.08104



7.8. EK 8 Olumlu Firma Görüşleri Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları

Comparisons for Super Decisions Main Window: MERVE.sdm

1. Choose

Node Cluster

Choose Node

Olumlu Firma G-

Cluster: Supcriteria1

Choose Cluster

Alternatives

2. Node comparisons with respect to Olumlu Firma Görüşle~

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Olumlu Firma Görüşleri" node in "Alternatives" cluster

A Firması is equally to moderately more important than E Firması

1. A Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	B Firması
2. A Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
3. A Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
4. A Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
5. B Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
6. B Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
7. B Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
8. C Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
9. C Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
10. D Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması

3. Results

Normal

Hybrid

Inconsistency: 0.06954

A Firması	0.25177
B Firması	0.16286
C Firması	0.38899
D Firması	0.04314
E Firması	0.15323

7.9. EK 9 Zamanında ve Minimum Hata ile Biten İşler Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları

Comparisons for Super Decisions Main Window: MERVE.sdm

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Zamanında ve Minimum~ 3. Results

Node Cluster Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Choose Node Zamanında ve M- Cluster: Supcriteria1 Choose Cluster Alternatives

Comparisons wrt "Zamanında ve Minimum Hata ile Biten İşler" node in "Alternatives" cluster
B Firması is moderately to strongly more important than A Firması

1. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp	B Firması
2. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp	C Firması
3. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp	D Firması
4. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp	E Firması
5. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp	C Firması
6. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp	D Firması
7. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp	E Firması
8. C Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp	D Firması
9. C Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp	E Firması
10. D Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp	E Firması

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.04955

A Firması	0.14027
B Firması	0.42828
C Firması	0.08637
D Firması	0.04230
E Firması	0.30277

7.10. EK 10 Tecrübeli Proje Denetçileri Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları

Comparisons for Super Decisions Main Window: MERVE.edmod

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Tecrübeli Proje Dene~ 3. Results

Node Cluster: Tecrübeli Proj- Cluster: Supcritera3

Choose Node: Alternatives

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Tecrübeli Proje Denetçilen" node in "Alternatives" cluster
D Firması is strongly to very strongly more important than C Firması

1. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	B Firması
2. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
3. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
4. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
5. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
6. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
7. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
8. C Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
9. C Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
10. D Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması

Inconsistency: 0.07092

A Firması	0.19080
B Firması	0.04050
C Firması	0.08476
D Firması	0.52563
E Firması	0.15832

7.11. EK 11 Yerinde Denetim Yapan Mühendisler Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları

Comparisons for Super Decisions Main Window: MERVE.sdm

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Yerinde Denetim Yapa~ 3. Results

Node Cluster Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct Normal Hybrid

Choose Node
Yerinde Deneti-
Cluster: Supcritera3

Choose Cluster
Alternatives

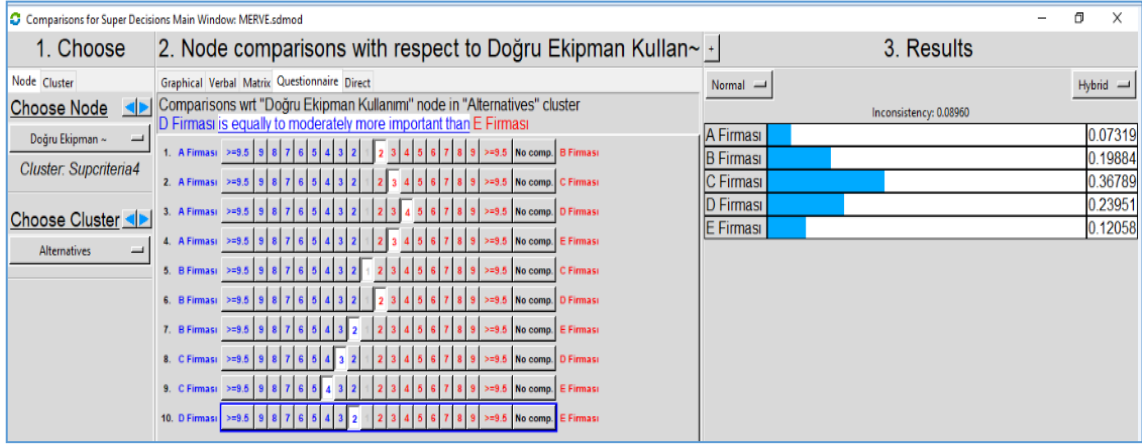
Comparisons wrt "Yerinde Denetim Yapan Mühendisler" node in "Alternatives" cluster
E Firması is equally to moderately more important than B Firması

1. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	B Firması
2. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
3. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
4. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
5. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
6. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
7. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
8. C Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
9. C Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
10. D Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması

Inconsistency: 0.07632

A Firması	0.09610
B Firması	0.21669
C Firması	0.22089
D Firması	0.14740
E Firması	0.31893

7.12. EK 12 Doğru Ekipman Kullanımı Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları



7.13. EK 13 Şantiyelere Ulaşım Kolaylığı Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları

Comparisons for Super Decisions Main Window: MERVE.sdm

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Şantiyelere Ulaşım K~ 3. Results

Node Cluster Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Choose Node

Şantiyelere UI-

Cluster: Supcriteria4

Choose Cluster

Alternatives

Comparisons wrt "Şantiyelere Ulaşım Kolaylığı" node in "Alternatives" cluster
A Firması is equally as important as B Firması

1. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	B Firması
2. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
3. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
4. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
5. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
6. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
7. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
8. C Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
9. C Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
10. D Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.08502

A Firması	0.19178
B Firması	0.22443
C Firması	0.20763
D Firması	0.14670
E Firması	0.22945

7.14. EK 14 Numunenin Zamanında Alınması Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları

Comparisons for Super Decisions Main Window: MERVE.sdm

1. Choose

Node Cluster

Choose Node

Numunenin Zama-

Cluster: Supcriteria4

Choose Cluster

Alternatives

2. Node comparisons with respect to Numunenin Zamanında ~

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Numunenin Zamanında Alınması" node in "Alternatives" cluster

A Firması is equally to moderately more important than B Firması

1. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	B Firması
2. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
3. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
4. A Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
5. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
6. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
7. B Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
8. C Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
9. C Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
10. D Firması	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.07662

A Firması	0.35924
B Firması	0.10852
C Firması	0.30588
D Firması	0.17395
E Firması	0.05242

7.15. EK 15 Numunenin Standartlara Uygun Alınması Kriteri ve Firma Seçenekleri Ağırlık Sonuçları

Comparisons for Super Decisions Main Window: MERVE.sdm

1. Choose

Node Cluster

Choose Node

Numunenin Stan-

Cluster: Supcritera4

Choose Cluster

Alternatives

2. Node comparisons with respect to Numunenin Standartla~

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Numunenin Standartlara Uygunluğu" node in "Alternatives" cluster

E Firması is moderately more important than B Firması

1. A Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	B Firması
2. A Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
3. A Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
4. A Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
5. B Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	C Firması
6. B Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
7. B Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
8. C Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	D Firması
9. C Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması
10. D Firması	>=9.5	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	E Firması

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.06642

A Firması	0.27830
B Firması	0.10851
C Firması	0.18332
D Firması	0.07214
E Firması	0.35773

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Merve AKDEMİR
Doğum Tarihi ve Yeri : Bitlis/1991
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : akdemir-merve@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	İnşaat Müh.	Düzce Üniversitesi	2019
Lisans	İnşaat Müh.	Harran Üniversitesi	2014
Lise	Fen Bilimleri	Nurullah Eren A.Ö.L	2008

YAYINLAR

- [1] L. O. Uğur, M. Akdemir, "TOPSIS yaklaşımı ile Sakarya ilinde inşa edilecek bir toplu konut projesi için en iyi yapı denetimi kuruluşu seçimi," ECSAC European Conference on Science, Art&Culture, ss.327-335, Antalya, 2018.
- [2] R. Akbıyıklı, M. Akdemir, G. Opçin, E. Gündüz, "Türkiye'de yapı denetim kavramı, amacı, yasal dayanağı ve uygulamaları üzerine bir inceleme," Uluslararası Katılımlı 7. İnşaat Yönetimi Kongresi," ss. 217-229, Samsun, 2017.
- [3] R. Akbıyıklı, M. Akdemir, G. Opçin, G. Tunç, E. Daraman, "Klasik yönetim teorileri örgütsel yapılarının şantiye bazında Türkiye'de bir incelemesi," Uluslararası Katılımlı 7. İnşaat Yönetimi Kongresi, ss. 165-174, Samsun, 2017.