T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİNDEN ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ İLE HİSSE SENEDİ SEÇİMİ

Nurseli İzel DAŞTAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
STRATEJİ BİLİMİ ANABİLİM DALI

GEBZE
2018

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİNDEN ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ İLE HİSSE SENEDİ SEÇİMİ

Nurseli İzel DAŞTAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

STRATEJİ BİLİMİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Hüseyin İNCE

GEBZE

2018

GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ	**YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU**

GTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 30/05/2018 tarih ve 2018/17 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 28/6/2018 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Nurseli İzel DAŞTAN'ın tez çalışması Strateji Bilimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE (TEZ DANIŞMANI)	:Prof. Dr. Hüseyin İNCE
ÜYE	:Prof. Dr. Salih Zeki İMAMOĞLU
ÜYE	:Doç. Dr. Erkut ALTINDAĞ

ONAY

Gebze Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun

...../...../..... tarih ve ...../..... sayılı kararı.

ÖZET

Hisse senedi seçiminde en önemli nokta doğru hisse senedi seçiminin yapılmasıdır. Yatırımda doğru karar vermek için çok sayıda kriter ve sınırlı sayıda seçenek arasından yatırımcı seçim yapmak zorundadır ve bu seçim yatırımcılar için büyük bir problem oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı; Borsa İstanbul' da inşaat ve bayındırlık sektöründe işlem gören altı adet firma arasından hisse senedi seçimine yönelik olan bu sorunu yapılandırmak için bir model sağlamaktır. Çok kriterli karar verme tekniklerinden olan Analitik Hiyerarşi Süreci bir problemde karar vermek için çok fazla kriter var ise bu problemin çözümünde kolaylık sağlamaktadır. Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi ile hisse senedi seçiminde ilk olarak amaç, kriterler ve seçenekler belirlenmiştir ve hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. İkinci aşama olarak kriterler ile seçenekler arasında ikili kıyaslamalar yapılmış, kriter ve seçeneklerin öncelikleri belirlenmiş ve tutarlılık oranları hesaplanmıştır. Son aşamada ise; hisse senedi seçenekleri arasında sıralama yapılmıştır. Bu sıralama sonucunda Yeşil Yapı Endüstrisi A.Ş.(YYAPI) hisse senedinin seçilmesine karar verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Süreci, Hisse Senedi Seçimi

SUMMARY

The most important point in stock selection is the selection of the right stock. In order to make the right decision in investing, investors have to choose from a large number of criteria and a limited number of options, which is a big problem for investors. The purpose of this study is; The Borsa İstanbul is to provide a model for constructing this problem, which is aimed at stock selection among six firms that are traded in construction and public works sector. The Analytic Hierarchy Process, a multi-criteria decision-making technique, provides a solution to this problem if there are too many criteria to make a decision in a problem. With The Analytical Hierarchy Process method, objectives, criteria and options were first determined in the stock selection and a hierarchical structure was established. As a second step, binary comparisons were made between criteria and options, priorities of criteria and options were determined and consistency ratios were calculated. In the last stage; ranking among stock options. It is decided that Yeşil Yapı Endüstrisi A.Ş. (YYAPI) shares will be selected as the result of this ranking.

Key Words: Multi Criteria Decision Making, Analytic Hierarchy Process, Stock Selection

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmanın konusunun belirlenmesi, araştırmanın yönlendirilmesi, biçimlendirilmesi ve yazımı aşamasında yorumları ile yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı danışmanım Sayın Prof. Dr. Hüseyin İnce'ye, her zaman yanımda olan ve varlıkları ile bana destek veren aileme teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖZET	i
SUMMARY	ii
TEŞEKKÜR	iii
KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLOLAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KARAR VERME	3
2.1. Karar Verme Tipolojisi	4
2.2. Karar Kalitesinin Unsurları	5
2.3. Karar Vermede Karşılaşılan Hatalar	6
2.4. Karar Verme Durumları	7
2.4.1. Belirlilik	7
2.4.2. Belirsizlik	7
2.4.3. Risk	9
2.5. Çok Kriterli Karar Verme	9
2.5.1. Çok Kriterli Karar Verme Süreci	10
2.5.2. Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Sınıflandırılması	12
2.5.3. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri	13
2.5.3.1. Ağırlıklı Toplam Yöntemi	14
2.5.3.2. Analitik Ağ Prosesi	15
2.5.3.3. Promethee Yöntemi	17
2.5.3.4. Topsis Yöntemi	19
2.5.3.5. Electre Ailesi	20
3. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ	25
3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci Kavramı	25
3.2. Amacı Tanımlama	27
3.3. Sorun Yapılandırma	27
3.4. İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması	28
3.5. Öncelikler Sentezi ve Tutarlılık Ölçümü	32
3.6. Güçlü Yönleri ve Zayıf Yönleri	36

3.7. Kullanım Alanları 38
3.8. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci 40
3.8.1. Bulanık Küme Teorisi 40
3.8.2. Üçgen Bulanık 40
3.8.3. Dilsel Değerler 42
4. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ İLE HİSSE SENEDİ SEÇİMİ 47
4.1. Hisse Senedi Seçiminde Kullanılan Kriterleri Belirleme 47
4.2. Hiyerarşik Yapı, İkili Karşılaştırma Matrisleri ve Tutarlılığın Kontrol Edilmesi 62
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 79
KAYNAKLAR 81
ÖZGEÇMİŞ 87
EKLER 88

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
AAP	: Analitik Ağ Süreci
AHS	: Analitik Hiyerarşi Süreci
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
ELECTRE	: Elimination and Choice Translating Reality
PROMETHEE	: Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation
TOPSIS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
VIKOR	: Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje
CI	: Tutarlılık Endeksi
RI	: Rasgele Tutarlılık Endeksi
CR	: Tutarlılık Oranı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No: **Sayfa**

2.1: Her Boyutun İki Karşıt Türün Bulunduğu Karar Verme Sürecinin Dört Boyutu 4

2.2: Karar Verme Tipolojisi 5

2.3: Electre Yöntemi Ailesi ve Çözümünde Kullanıldığı Sorunlar 21

2.4: Electre I Yöntemi Süreci 22

3.1: Temel Hiyerarşi 28

3.2: İkili Karşılaştırma Ölçeği Örneği 31

3.3: Geometrik Ortalama Yöntemi ile Normalizasyon Süreci 34

4.1: Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemine Göre Hisse Senedi Seçimi Modeli 63

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo No:	Sayfa
2.1: ÇAKV ve ÇÖKV Karşılaştırması	13
3.1: Önem Sıralama Tablosu	32
3.2: RI Ortalama Rasgele Tutarlılık İndeksi	36
3.3: Bulanık Dil Ölçeği	43
4.1: Hisse Senedi Seçiminde Kullanılan Kriterler	53
4.2: Seçenek Olarak Kullanılan Hisse Senetleri	62
4.3: Amaca (Hisse Senedi Seçimi) Göre Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi	64
4.4: Amaca (Hisse Senedi Seçimi) Göre Kriterlerin Tutarlılık Oranı	64
4.5: Finansal Kaldıraç Oranlarından Borç Oranı ile Borç/Öz Sermaye Oranı Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi	65
4.6: Borç Oranı ile Borç/Öz Sermaye Oranı Alt Kriterlerin Tutarlılık Oranı	65
4.7: Karlılık Oranlarından Aktif Karlılığı Oranı, Hisse Başına Kazanç Oranı ve Öz Sermaye Karlılığı Oranı Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi	65
4.8: Karlılık Oranlarından Aktif Karlılığı Oranı, Hisse Başına Kazanç Oranı ve Öz Sermaye Karlılığı Oranı Alt Kriterlerin Tutarlılık Oranı	66

4.9: Asit Test Oranı ve Cari Oran Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi 66

4.10: Asit Test Oranı ve Cari Oran Alt Kriterlerinin Tutarlılık Oranı 66

4.11: Fiyat/Defter Oranı ve Fiyat/Kazanç Oranı Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi 67

4.12: Fiyat / Defter Oranı ve Fiyat / Kazanç Oranı Alt Kriterlerinin Tutarlılık Oranı 67

4.13: Borç Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi 67

4.14: Borç Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı 68

4.15: Borç/Öz Sermaye Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi 68

4.16: Borç/Öz Sermaye Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı 69

4.17:Aktif Karlılığı Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi 69

4.18:Aktif Karlılığı Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı 69

4.19:Hisse Başına Kazanç Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi 70

4.20:Hisse Başına Kazanç Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı 70

4.21:Öz Sermaye Karlılığı Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi 71

4.22:Öz Sermaye Karlılığı Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı 71

4.23:Cari Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi 72

4.24:Cari Orana Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı 72

4.25: Asit Test Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi 73

4.26: Asit Test Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı 73

4.27: Fiyat/Kazanç Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi 74

4.28: Fiyat/Kazanç Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı 74

4.29:Fiyat/Defter Değeri Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi 74

4.30:Fiyat/Defter Değeri Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı 75

4.31: Kriter, Alt Kriter ve Seçeneklerin Önceliklerine Göre Sıralaması 77

1. GİRİŞ

İnsanlar hayatlarının her anında sürekli olarak karar vermek zorundadırlar. Karar vermek için insanlar arkadaşlarına, şirketler ise danışmanlara ya da uzman kişilere sorarak destek veya tavsiyeler doğrultusunda karar verme işlemini gerçekleştirir. İnsan karar vererek seçeneklerden hangisinin en iyi olduğu sorusunun çözümünü bulur.

Karar vericiler genellikle çok sayıda ve birbiriyle çelişen kriterleri olan sorunlar ile karşı karşıya kalırlar. Sorunlar karşısında karar vericiler mevcut kaynak ve kısıtlamaları göz önüne alarak seçenekler arasından en iyi kararı vermek durumundadır. İyi karar verebilmek için mevcut olan tüm tercihleri ve kriterleri, seçenekler ile sentezleyip belli teknikler kullanmak gereklidir. Bu tekniklerin kullanımı sonucunda doğru ve başarılı kararlar elde edilebilir.

Bu çalışmada seçenekler arasındaki hisse senelerinin seçiminde en iyi kararı verebilmek için ise Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden olan Analitik Hiyerarşi Süreci kullanılmaktadır. Hisse senedi seçiminde birden fazla kriteri içinde barındıran bir sorun olduğu için çözümünde de Analitik Hiyerarşi Süreci'nden yararlanılarak seçimin yapılması kolaylaşmıştır.

Çalışmanın amacı; hisse senedi seçiminde dikkate alınan kriterlerden faydalanarak Borsa İstanbul(BİST)'da faaliyet gösteren inşaat ve bayındırlık firmalarından 2013, 2014, 2015, 2016 yıllık ve 2017-9 aylık süre içerisinde net kar elde eden firmalar Anel Elektrik Proje Taahhüt Ve Ticaret A.Ş. (ANELE), Enka İnşaat Ve Sanayi A.Ş. (ENKAI), Kuyumcukent Gayrimenkul Yatırımları A.Ş. (KUYAS), Orge Enerji Elektrik Taahhüt A.Ş. (ORGE), San-El Mühendislik Elektrik Taahhüt Sanayi Ve Ticaret A.Ş. (SANEL), Yeşil Yapı Endüstrisi A.Ş. (YYAPI) hisse senetlerinin yatırım için en iyi tercih edilebilecek olandan en kötü olarak tercih edilemeyen hisse senedi olarak sıralanmasının sağlanması Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak yapılmaktadır. Bu araştırmanın, inşaat ve bayındırlık alanında BİST'te faaliyet gösteren firmaların hisse senetlerine yatırım yapmak isteyen yatırımcıların seçimlerine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde karar verme, karar verme tipolojisi, karar kalitesinin unsurları, karar vermede karşılaşılan hatalar, karar verme durumları, Çok Kriterli Karar Verme terminolojisi, sınıflandırılması, süreci, Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden olan, Ağırlıklı Toplam yöntemi, Analitik Ağ Prosesi, TOPSIS, PROMETHEE, ELECTRE I yöntemleri anlatılmaktadır. İkinci bölümde ise, çalışmanın ana konusu olan AHS yöntemi ve uygulama aşamaları anlatılmaktadır. Üçüncü bölümde, çalışmada kullanacak kriterlerin seçimine karar verilmiştir. Karar verilen kriterler temelinde AHS yöntemi aşamaları sırası ile uygulanmıştır. Yani öncelikle hiyerarşik yapı belirlenmiş, bu hiyerarşi yapıda yer alan kriter ve alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur, normalizasyonu yapılmış ve bunun sonucunda öncellikleri belirlenmiştir. Son bölümde ise bir önceki bölümde elde edilen öncelikler ışığında en iyi olanın seçenekler arasından seçiminin sonuçları değerlendirilmektedir.

2. KARAR VERME

Karar verme basitçe tanımlanırsa yalnızca bir seçim yapma eylemi olarak açıklanmaktadır. Karar verme, problem çözme konusundaki bilinçli bir teşebbüssün parçası olarak görülür ve problemi tanıma ve tanımlama, sorunun azaltılmasına yönelik alternatif çözümlerin belirlenmesi ve çözümler arasındaki değerlendirme ve seçimin dahil olduğu problem çözme aşamalarını kapsamaktadır (Pollard, 1987).

Karar verme; yönetim yetkisine sahip olan kişilerin temel yeteneklerindendir. Yöneticinin performansı ve yönetimin başarısı ya da başarısız olması verilen kararların kalitesi ile ilgilidir ve bundan dolayı yöneticinin verimli kararlara ulaşabilmesi ile ilgili olarak çözümlenir. Bilgilerin mantıksal analiz kullanılması ile en uygun kararın seçilmesi durumunda, karar verme sürecinin mantıklı olduğu düşünülmektedir (Mihaela, 2015).

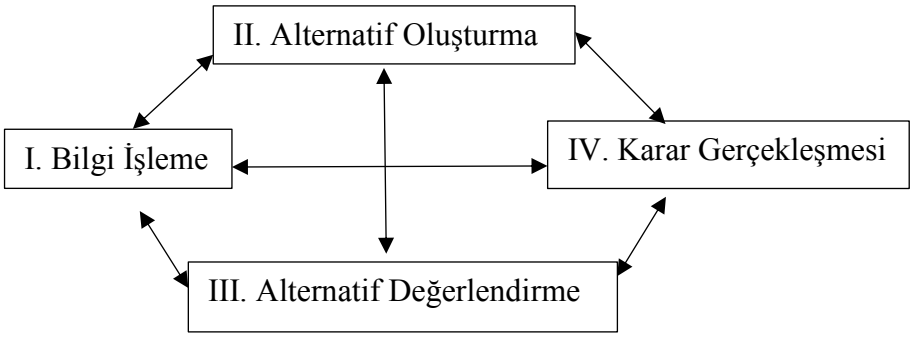
Genel olarak, bir karar vermek genellikle süreç içindeki belirsizlik ve çatışma nedeniyle zordur. Hatalar, önlenebilir veya kaçınılmaz hatalar olup olmadıklarına bakılmaksızın, karar verme aşamasında ortaya çıkmaktadır. Alternatiflerin değerlendirilmesi bir karar almadan önce atılan adımdır. Karar vericiler, alternatif olasılıkları ya da sebep sonuç ilişkisine dair belirsizlikleri ve karar vericilerin çeşitli olasılıksal sonuçlara yönelik tercihlerini temel alarak karşılaştırmaktadır. Temel olarak, karar vericilerin alternatifleri değerlendirmek için izlediği üç yöntem vardır. Bunlar yargı, pazarlık ve analizdir. Yargılama yönteminde; karar vericiler deneyime, değerlere, algıya ve sezgiye dayalı olarak tercihlere varırken, pazarlık yönteminde ise; karar verici, dış güçlerin hakim olduğu ya da seçimin çelişkili bir hal alması söz konusu olduğunda, tarafların uzlaşmanın bir parçası olarak hedeflere ulaşılmasını sağlayan alternatifler aramaktadır. Analiz yönteminde bu iki yöntemden farklı olarak; karar verici, alternatifleri dikkatlice ve objektif olarak değerlendirirken, bir seçenek de faydalanmayı en üst düzeye çıkarmaktadır (Mohamad, Aliandrina, & Feng, 2005).

Bir karar aslında sorulara cevap vermektir. Günümüzün karmaşık hızla değişen örgütsel dünyasında, pek çok alternatif yönetilmeye açıktır ve birçok insanın hedeflerini formüle etmesi ve elde etmesi için birçok soruyu cevaplandırması gereklidir. Bu nedenle, bir karar, mevcut olan bir eylemdir. Bir karar vermenin amacı

örgütsel amaç ve hedefleri belirlemek ve elde etmektir. Kararlar iki kategoriye ayrılırlar. İlk kategori, yöneticilerin yaygın olarak verdiği kararlardır. Bu kararlar zamanlama, işe alma, işten çıkarma gibi unsurları içerirken diğer kategori ise daha nadiren karşılaşılan kararlarlardır. Bunlar yeni fabrika açma, strateji değiştirme, kaynakların dağıtılması gibi unsurları içerir. Organizasyonlar devam eden varlıklar olma özelliğini taşıdıkları için bugün verilen bir karar gelecekte çok daha fazla etkiye sahiptir. Bundan dolayı, yönetici mevcut kararların gelecekte karşımıza getireceği sonuçlara bakması gerekir. Karar verirken yaygın olarak düşülen hatalar vardır. Düşülen bu hatalar ilerleyen kısımda detaylı olarak anlatılacaktır. (Natale, Libertella, & Rothschild, 1995).

2.1. Karar Verme Tipolojisi

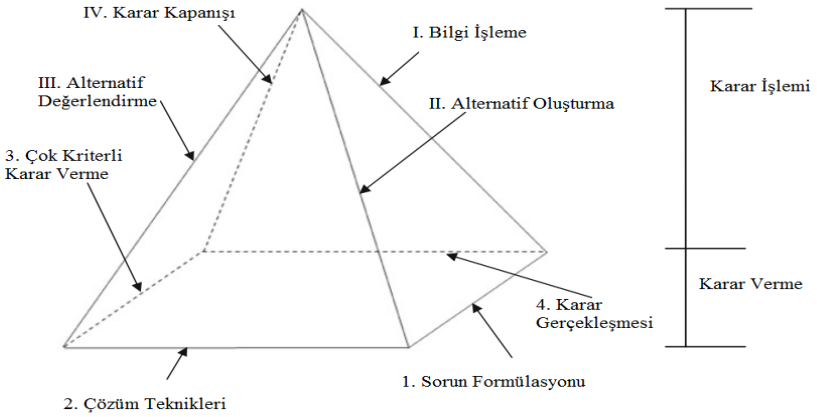
İnsanlar farklı bakış açılarına ve karakterlere sahip olduklarından dolayı karar verme süreci içerisinde iken bu farklılıktan kaynaklı çeşitli karar verme boyutları tanımlanmaktadır. Karar verme süreci piramidinde her boyut, iki karşıt türle tanımlanabilir. Bilgi işleme türleri soyut ve somut, Alternatif oluşturma türleri ise, uyarlamalı ve yapıcıdır. Alternatif Değerlendirme türleri, ılımlı ve cesurdur. Karar Kapanışı tipleri ise organize olan ve esnek olandır. Bilgi işleme, alternatif oluşturma, alternatif değerlendirme ve karar gerçekleşmesi boyutları arasındaki bu zıtlık da Şekil 2.1'de gösterilmektedir (Malakooti, 2012).



Şekil 2.1: Her Boyutun İki Karşıt Türün Bulunduğu Karar Verme Sürecinin Dört Boyutu

Kaynak: Malakooti, B. (2012), "Decision making process: Typology, intelligence, and optimization", Journal of Intelligent Manufacturing, 23(3), 733–746.

Karar verme piramidinin tipolojisinin dört boyutu Şekil 2.2'de açıklanmaktadır. Piramidin üstü karar işlemi boyutlarını tabanı ise karar vermenin boyutunu ifade etmektedir. Piramidin her bir kenarı ise dört karar süreci boyutunu belirtmektedir. Bilgi işleme; somut ve soyut işleyiciler olmak üzere iki çeşide sahiptir. Somut İşleyiciler, bilgiyi içerik bakış açısıyla algılamaktadır. Soyut İşleyiciler, bilgileri daha geniş bir bakış açısı ile algılamaktadırlar. Alternatif Oluşturma; uyarlamalı ve yapıcı olmak üzere iki türe sahiptir. Uyarlamalı karar mekanizmaları, yeni alternatifler üretmek için mevcut kalıpları uygulamak eğilimindedir. Yapısal karar vericiler de var olan kalıpları yeni alternatifleri oluşturmak için uygular. Alternatif değerlendirme; ılımlı ve cesur olmak üzere iki çeşide sahiptir. Ilımlı karar vericiler, daha temkinli bir yaklaşım sergilemektedir. Cesur karar vericiler, daha riskli seçimler yapabilirler. Karar kapanışı; organize olan ve esnek olmak üzere iki çeşide sahiptir. Organize karar vericiler zamanında çizelgeleme yapmaktadırlar. Organize olan karar vericiler kararlarını değiştirebilmektedirler. Esnek karar vericiler karar vermeyi geciktirme eğilimindedirler (Malakooti, 2012).



Şekil 2.2: Karar Verme Tipolojisi

Kaynak: Malakooti, B. (2012), "Decision making process: Typology, intelligence, and optimization", Journal of Intelligent Manufacturing, 23(3), 733–746.

2.2. Karar Kalitesinin Unsurları

Karar verici, çerçeve, seçilecek alternatifler, tercihler, bilgi ve mantık unsurları ile iyi bir karar verilebilir. Eylemsel düşünceye olan bağlılık, iyi karar vermenin ilk

unsurudur. Sonra, kişi kararı incelemek için bir yol sağlamalıdır. Bu görünüme çerçeve denilmektedir. Her çerçeve ele alınacak karar probleminin farklı bir görünümünü sunmaktadır. Belli bir çerçevenin seçilmesi, o çerçeveye uygun alternatiflerin oluşturulmasına yol açacaktır. Bu alternatifler, kişinin farklı geleceklere götürdüğüne inandığı mevcut eylem yolları biçimindedir. Yüksek kaliteli bir karar vermek, önemli ölçüde farklı alternatiflerin dikkate alınmasını gerektirir. Bir alternatif, aslında mevcut olan ve karar vericinin kontrolü altında olan bir seçimdir. Yüksek kaliteli bir karar, açıkça belirtilmiş, özenle belirlenmiş tercihlere sahip olacaktır. Yapabildiğimiz şeyle, yapmak istediğimize bağlamak bildiklerimiz tarafından sağlanmaktadır, ayrıca bu durum bilgilerimiz olarak da bilinmektedir. Yüksek kaliteli bir karar süreci, bilgi ediniminin gereğinden fazla yapılmadığından veya yeterince uygulanmadığından emin olmanızı sağlar. Son olarak, yapmamız gereken, istediğimiz ve bildiklerimizden almamız gereken işlemi türetmek için bazı işlemler kullanılması gereklidir. (Howard & Abbas, 2015).

2.3. Karar Vermede Karşılaşılan Hatalar

Karar verme, belirli bir yönetsel görev ve en kapsamlı sonuçlara bağlı olan kararı alır. Yöneticinin, “iyi” bir karar verdiği zaman çoğu insan tarafından fark ettiği görülmektedir; “kötü” bir karar verdiğinde ise bu karar yıllarca hatırlanabilmektedir. Bundan dolayı, yöneticilerin karar vermede kaçınılması gereken hataları bilmesi zorunludur Karar vermede karşılaşılan hatalar;

- Sorunu Tanımlama Başarısızlığı
- Yanlış Sorunun Belirlenmesi
- Alternatiflerin Önem Yetersizliği
- Riskin Yetersiz Değerlendirilmesi
- Tekrarlayan Kararlar
- Gereksiz Kararlar
- Gecikmeli Kararlar
- Takip Olmaması
- Diğerlerinden Dolayı Veri Girişlerini Yok Saymak
- Farklı Problemleri Çözmek İçin Aynı Çözümleri Kullanma
- Yetersiz Veri Toplama

- Ani Reaksiyon Göstermek

olmak üzere on iki maddede toplanabilmektedir (Caruth, Caruth, & Humphreys, 2009).

2.4. Karar Verme Durumları

Karar Analizi uzmanları genellikle karar verme durumlarını üç kategoriye ayırmaktadır. Bu üç kategori belirlilik (sadece olası bir doğa durumu), belirsizlik (birkaç olası doğa durumu) ve risk (her biri muhtemel olma ihtimali olan birkaç muhtemel doğa durumu) olmak üzere açıklanmaktadır (Weber & Johnson, 2009).

2.4.1. Belirlilik

Kesin olan karar için, karar ile ilgili tüm bilgilerin bilindiği ve her karar ile karşılık gelen sonuç arasında bilinen bir deterministik bağlantı olduğu varsayılmaktadır (Singh & Malik, 2014).

Belirlilik Altındaki Karar Verme'de karar vericinin, doğal durumda ne olacağının mutlak kesin olarak bildiğini ve en iyi seçimi yapmak için doğru zamanı bildiği varsayılır. Bilmek, kontrol etmekle aynı değildir. Belirlilik Altındaki Karar Verme'yi basit bir tahmini taban çizgisi olarak kullanıldığı gibi, Belirlilik Altındaki Karar Verme bir başlangıç noktası olarak da kullanılabilmektedir (Weber & Johnson, 2009).

2.4.2. Belirsizlik

Belirsizlik, iyi anlaşılamamış karmaşık bir kavramdır. Bir soğan katmanlarını soymak gibi, çevresel yönetim sorununu çevreleyen belirsizlik daha derinden incelediğinde, farklı belirsizlik biçimlerini açığa çıkarmaktadır. Sonuçta, soruna daha fazla bilimin uygulanmasıyla bir türün belirsizliğini azaltabilirken, belirsizlik tamamen ortadan kaldırılamamaktadır (Harding, Hendriks, & Faruqi, 1998).

Belirsizlik Altında Karar Verme Süreci, Belirlilik Altındaki Karar Verme ile bilginin tam tersi durumunu varsaymaktadır. Burada karar verici, Olası Doğa

durumlarını numaralandırabilir, ancak herhangi bir durumun muhtemel veya mümkün olmayan olasılıklarına dair herhangi bir tahmininde kararlı değildir. Belirsizlik Altında Karar Vermede yaygın olarak kabul edilen kriterler vardır. Bu kuralların her biri, karar vericinin akıl durumu hakkında farklı bir varsayım yapar. Karar kuralları sarf hırs, saf korku, açgözlülüğü ve korkuyu birleştirme, suçluluk korkusu, eşit ortalamaya sahip olma olmak üzere sıralanmaktadır (Weber & Johnson, 2009):

Saf Hırs: Maximax Kuralı "Altın için git!" eğer bir şeyler en iyi sonuca ulaşırsa, en yüksek getiriyi sağlayan alternatif seçilir. Başka bir deyişle, maksimum kazancı maksimize edilir. Ya karar verici son derece iyimserdir veya o kadar korkunç bir sıkıntı içerisindedir ki, en iyi kazanç değeri yoktur. Unutulmamalıdır ki, seçilen alternatifi göz önüne alarak en iyi doğa durumunu alınacağı varsayılır, ancak bunun gerçekleşeceğine dair bir garanti bulunmamaktadır.

Saf korku: Maximin kuralı "Varlıklarınızı koruyun" eğer işler kötüleşirse en yüksek kazanç sağlayan alternatif seçilir. Minimum kazanç en üst düzeye çıkar. Bu çok muhafazakar ve kötümser bir kriterdir.

Açgözlülüğü ve Korkuyu Birleştirme: Hurwicz Kuralı "Bir denge isteyin" bu, maximax ve maximin kuralları arasındaki bir uzlaşmadır; Basit bir "iyimserlik" katsayısı α seçin ve her alternatifi α çarpı en iyi kazanç artı 1-α çarpı en kötü kazancı ile temsil edin.

Suçluluk Korkusu: Minimax Pişmanlık Kuralları "Yanlış giderse kendimden nefret ediyorum" maksimum pişmanlığı minimuma indirecek alternatif seçilir. Burada, "pişmanlık", en iyi olmak için seçilen seçeneğin dışında bir seçim yapmak fırsat kaybı olarak tanımlanır. Bu karar alıcı bazı riskleri kabul edebilir, ancak gerçeği takiben kötü görünmek istemez.

Eşit Ortalamaya Sahip Olma: Laplace-Bayes rolü veya "Yetersiz Sebep İlkesi" iki büyük teorisyen için adlandırılır ve buna bazen Eşit Olabilirlik İlkesi de denir. Herhangi bir doğa durumunun diğerlerinden daha olası olduğu biliniyorsa, bu kriterin herkese eşit derecede olduğunu söylemeye denk olduğunu kabul eder. Bu durumda, her bir alternatifin tüm doğa durumundaki ortalama kazanımı hesaplanır ve en iyi

ortalama ile alternatif seçilir. Bu kuralın, önceki kuralların aksine, bir şeyin olasılığı ile onun ne kadar hoşa gidecek olması arasında bir bağlantı olmadığı varsayılmaktadır.

2.4.3. Risk

Risk, bir dereceye kadar belirsizlik ve böyle bir eylemin sonuçlarını veya sonuçlarını tam olarak kontrol edememe anlamına gelir. Risk veya risklerin ortadan kaldırılması, yöneticilerin üzerinde çalıştığı konulardan biridir. Bununla birlikte, bazı durumlarda bir riskin ortadan kaldırılması diğer bazı riskleri artırabilir. Bir riskin etkin bir şekilde ele alınması, değerlendirmesini ve bunun ardından da karar sürecindeki etkisini gerektirmektedir. Karar süreci karar vericinin herhangi bir karar vermeden önce alternatif stratejileri değerlendirmesini sağlamaktadır (Damghani, Taghavifard, & Moghaddam, 2009).

Risk Altındaki Karar Verme, durumların aralarında bir bilgi seviyesi içerir. Karar verici, Doğa durumunda neyin gerçekleşeceğini bilmiyor, ancak her Doğa durumu bir olasılığı belirleyebilir. Bu olasılıklar, geçmiş verilerden titizlikle türetilmiş objektif olasılıklar olabilir. Ayrıca, sadece karar vericinin bu gibi durumlarla ilgili birikimli deneyimine ve anlayışlarına dayanan subjektif olasılıklar olabilirler (Weber & Johnson, 2009).

2.5. Çok Kriterli Karar Verme

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV)'de kullanılan kavramlar literatüre dayandırılarak açıklanmaktadır. Bunlar ise; 'Alternatif', karar verme süreci boyunca değerlendirilen bir eylem dizisidir. 'Seçenek' terimi ile birbirlerinin yerine kullanılır. 'Kriter', bir alternatifin performansının değerlendirilmesini sağlayan bir yapıdır. Değiştirilebilir bir biçimde 'özellik' ve 'objektif' terimleri ile kullanılır. 'Ağırlık' ise, 'alternatiflerin' karşılaştırıldığı kriterlerin / seviyelerin göreli önemini ifade eden bir sayıdır. 'Etki matrisi', her 'alternatifin' performansını 'kriterlere' göre görüntüleyen ve uygun ölçeklerde ölçülen bir tablodur. Etki matrisi 'performans matrisi' terimleri ile tersine kullanılır. 'Ölçek' terimi, bir alternatifin performansının ölçüldüğü bir aracı ifade eder. Bu ölçeklerde nitel ve nicel olmak üzere iki tür veri ölçülebilir (Diaby & Goeree, 2014).

ÇKKV tekniğini seçmeden ve uygulamadan önce, ele alınacak sorunun sınırlarını tanımlamak zorunludur. Problem ne kadar iyi tanımlanırsa, analizin sonuçları o kadar doğru olur. Sürecin başlangıcından itibaren karar verme sürecinin menfaat sahipleri ile analist arasında güçlü bir etkileşime ihtiyaç duyulmaktadır. Bir diğer önemli adım ise, alternatiflerin kıyaslanacağı kriterleri / seviyeleri belirlemektir. Karar alma kriterlerinin önemli özellikler göstermesi gerektiğini unutulmamalıdır. Bunlar, 'değer uygunluğu', 'anlaşılabilirlik', 'ölçülebilirlik', 'eksiksizlik', 'bağımsızlık' ve 'kapsamlılık' olarak tanımlanmaktadır. Değer uyumu, karar vericilerin tercihlerinin kriterlerle doğrudan bağlantılı olmasını gerektirirken anlaşılabilirlik, karar vericilerin kriterlerin ölçümünü ortak bir şekilde kavrayabilmesini zorunlu kılar. Ölçülebilirlik, değerlendirilen alternatiflerin performansının kriterler boyunca ölçülebilmesini öngörür. Eksiksizliğe gelince, kriterlerin aynı boyutları ölçmemesi gerektiği belirtilir; aksi takdirde, çift sayım meydana gelebilir. Kriterler, uygun takaslara izin vermek için birbirinden bağımsız olmalıdır. Kapsamlılık, ÇKKV'de göz önüne alınarak tasarlanan tüm yönlerin modelde yakalanmasını sağlamak için önemli bir ilkedir, bu ilke başarısız olursa karar vericiler için o kadar yararlı olmayabilecek modellerle sonuçlanabilir. Sorun net bir şekilde tanımlandıktan ve karar verme kriterleri belirlendikten sonra, ele alınacak sorunun türüne göre çok kriterli bir değerlendirme modeli seçilebilir. ÇKKV'de üç tür sorun ele alınabilir. Bunlar seçim, sıralama ve atama problemleridir. Bir seçim problemi, 'en iyi alternatif' kümesinin belirlenmesinden oluşur. Sıralama problemi ise, alternatiflerin en iyi durumdan en kötü duruma sıralamasını içerir. Son problem türü önceden belirlenmiş kategorilere alternatiflerin atanması ile ilgilidir. Her bir sorun türü için, uygun ÇKKV teknikleri vardır (Diaby & Goeree, 2014).

2.5.1. Çok Kriterli Karar Verme Süreci

Çok kriterli karar verme, birkaç aşamadan oluşan doğrusal olmayan özyinelemeli bir işlemi kapsamaktadır. Aşamaların sayısı seçilen ÇKKV tekniğine göre değişmektedir, çünkü her bir yöntemin kendine özgü özellikleri vardır. Buna rağmen, ÇKKV yaklaşımlarının büyük çoğunluğunu genel bir ÇKKV sürecinin kritik adımlarını ana hatları ile belirtmek mümkün olmaktadır (Oliveira, Fontes, & Pereira, 2013).

Çok kriterli karar verme süreci genel olarak sekiz aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar aşağıda gösterildiği gibidir (Mühlbacher & Kaczynski, 2016):

1. Karar probleminin tanımı: ÇKKV sürecinin ilk adımı, karar nesnesini tamamen ve açık bir şekilde belirlemek için üstün ya da ana amacı belirlenmelidir. Problem tanımı, karar kriterlerinin kullanımını tanımlayabilir.
2. Alternatiflerin Belirlenmesi: Karar problemini çözmek için mevcut olan farklı seçenekleri (alternatifleri) belirlemektir.
3. Karar kriterinin oluşturulması: Karar kriterlerini tanımlamak ve oluşturmayı kapsamaktadır.
4. Amaç başarı seviyelerinin ölçülmesi: Bu adımda, tanımlanan tüm kriterler ilgili alternatiflere göre ölçülmektedir.
5. Amaç başarı seviyesini puanlama: Puanlama amacı, amacın başarısını farklı amaç kriterlerine kıyaslanabilir hale getirmektir. Puanlama yöntemi, alternatiflerin çok boyutlu olarak değerlendirilmesi için bir ölçümdür. Her kriterin amaç başarı oranını karşılaştırmak için tüm kriterler için bir değerlendirme ölçeği tanımlanmalıdır (örneğin 1-10 puan).
6. Amaç kriterlerin ağırlıklandırılması: Kriterlerin değerlendirmede ne derece dikkate alındığını ifade eden ağırlıklandırmadır. Değerlendirme kriterleri ankete katılanların ilgisine göre ağırlıklandırılabilir. Bu durumda, farklı ağırlıklandırma yöntemleri kullanılabilir. Ayrı seçim deneyleri, AHS, en iyi en kötü ölçeklendirme, nokta tahsisi, salınım ağırlıkları yaklaşımı ve diğer tanımlanmış ölçekler gibi yöntemler geniş olarak tartışılmaktadır.
7. Ölçüm sonuçlarının toplanması: Ağırlıklı toplam yaklaşımı içinde, yalnızca puanlama ve ağırlıklandırma, tanımlanan kriterler için faydalı olan kısımları değerlendirebilir. Bunlar ağırlıklı amaç başarı düzeylerinden sağlanır. Bu sonuçta tüm yararlığın birleşmesi ile sonuçlanır. Puanlama ile olduğu gibi, birleşmenin amacı, sonuçları karşılaştırılabilir hale getirmektir. Tüm değer ölçüm modelleri için kullanılan ağırlıklandırılmış toplam yaklaşımı bağlamında, önceden belirlenmiş olan, her alternatif için toplam fayda değeri

belirlenmiştir. ÇKKV yaklaşımlarının çoğu, ağırlıklı toplam yöntemini kullanır; bununla birlikte başka toplama yardımcıları da vardır. Bir başka toplama yardımcısı ise Choquet Integral'dır. Ağırlıklı toplam yaklaşımı, ek bir modelin özel bir örneği olsa da, Choquet İntegrali, kriterler arasında dengelenmeyi garanti eden ek olmayan bir modeldir. Bu toplama yöntemi, çoklu kriter karar verme ile uğraşmak için genel bir araçtır ve etkileşimin modellenmesine izin verir. Doğrusal olmayan durumlarda, ağırlıklı toplam yaklaşımı uygulanamaz olduğunda, sıralı ağırlıklı ortalama gibi başka yardımcılar vardır. Bu toplama yardımcıları, kriterleri sıralamak ve etkileşimlerinin belirsizliklerini belirlemek için kullanılan diğer tekniklerdir. Son olarak, sonuçlar elde edilen değerlerin büyüklüklerine dayanmaktadır. Sonuç, tüm alternatifler için sistematik olarak uygulanabilir olan toplam yarar için bir faktördür.

8. Alternatiflerin sıralanması ve seçimi: Çok kriterli karar verme aşamaları tamamlandıktan sonra sıralanan alternatifler arasından en iyi olan seçilerek süreç tamamlanır.

ÇKKV'nin sonuçları, nicel bir toplam skor veya yalnızca yapılandırılmış bir veri müzakeresi olabilir. Altta yatan karar problemi ile ilgili olarak, ÇKKV alternatifleri farklı şekillerde ele almaktadır. Altta yatan sorunun bir seçim problemi olduğu durumlarda ÇKKV, en iyi alternatifin veya daha düşük bir alternatifler kümesinin bulunmasıyla sonuçlanmalıdır. Bununla birlikte, karar sorunu sıralamadaki bir problem olduğunda ÇKKV, alternatiflerin derece sıralamalarını üretmelidir. Altta yatan problem bir sıralama problemi olduğunda, ÇKKV önceden tanımlanmış kategorilerine alternatifler atamalıdır. Atama modelleri her türlü karar problemi için uygulanabilirken, değer ölçüm modelleri ve hedef programlama modelleri yalnızca seçim ve sıralama problemleri için kullanılabilir (Mühlbacher & Kaczynski, 2016).

2.5.2. Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Sınıflandırılması

ÇKKV teknikleri genellikle Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) ve Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) modelleri arasında ayrım yapmaktadır. ÇÖKV'de yaklaşımlar, sürekli bir dizi çözüm içerir, çünkü alternatiflerin sayısı açıkça belirlenmemiştir.

Bununla birlikte, ÇAKV'de, yaklaşımlar ayrı bir çözüm alanını içermektedir, çünkü alternatiflerin sayısı sonludur (Mühlbacher & Kaczynski, 2016). Tablo 2.1'de ÇKKV problemlerinin ana özellikleri tanımlanmıştır, Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) ve Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) problemleri karşılaştırılmıştır (Wolny, 2016).

Tablo 2.1: ÇAKV ve ÇÖKV Karşılaştırması

	ÇAKV	**ÇÖKV**
Kriter Tanımlama	Amaçlar	Ölçütler
Ölçüt	Örtük	Açık
Amaç	Açık	Örtük
Kısıtlama	Pasif	Etkin
Karar Değişkeni	Önceden tanımlı, genellikle sınırlı sayıda	Sonsuz sayıda değişken
Karar problemi	Ayrık	Sürekli
KV ile etkileşimi	Bazen	Çoğunlukla
Uygulama	Seçme, Tercih, Sınıflandırma, Değerlendirme	Plan

Kaynak: Wolny, M. (2016), "Analysis of the Multiple Attribute Decision Making Problem with Incomplete Information about Preferences among the Criteria", Multiple Criteria Decision Making, 11(1985), 187–197.

ÇKKV tekniklerini sınıflandırmanın birçok yolu vardır. Bunlardan birisi, kullandıkları verilerin türüne göre sınıflandırmaktır. Deterministik, stokastik veya bulanık ÇKKV teknikleri vardır. Bununla birlikte, yukarıdaki (stokastik ve bulanık veriler gibi) veri türlerinin kombinasyonlarını içeren durumlar olabilir. ÇKKV tekniklerini sınıflandırmanın diğer bir yolu ise, karar sürecine katılan karar vericilerin sayısına göre değişir. Bundan dolayı, tek karar verici ve grup karar verme ÇKKV teknikleri vardır (Triantaphyllou, Shu, Sanchez, & Ray, 1998).

2.5.3. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

ÇKKV tekniklerinden Ağırlıklı Toplam yöntemi, Analitik Ağ Süreci, Promethee yöntemi, Topsis yöntemi, Electre I yöntemi, Analitik Hiyerarşi Süreci teknikleri açıklanacaktır.

ÇKKV tekniklerinden olan Analitik Hiyerarşi Süreci hisse senedi seçimde kullanılacaktır. Analitik Hiyerarşi süreci; karmaşık olan sorunu aşamalara ayırarak ve sorunun hiyerarşik yapısını açığa çıkarılması ile bir karar verme sürecinin oluşturulmasını sağlar. İkili karşılaştırmalar sayesinde gerçek veriler ile karar vericilerin bireysel kararlarının birleştirilmesine olanak tanımaktadır. Aynı zamanda ikili karşılaştırmaların tutarlılığının da kontrol edilmesini sağladığı için karar vericilerin karşılaşacağı tutarsızlıkla da baş edebilir olma özelliklerinin sonucunda bu yöntemler arasından uygulamada kullanılacak teknik olarak seçilmiştir.

2.5.3.1. Ağırlıklı Toplam Yöntemi

Ağırlıklı Toplam yöntemi, ÇKKV'de kullanılan en eski ve muhtemelen en basit tekniktir. Basitliği nedeniyle, teknik basit problemler için uygundur, çünkü temel olarak tek boyutlu problemleri desteklemektedir. Ağırlıklı Toplam yöntemi, puanlar atayarak alternatiflerin karşılaştırılmasına izin verir ve daha sonra bu puanlar kullanılarak, dikkate alınan alternatifler için standart değerler üretilir. Böylece, genel olarak sonuçlar iyi, daha iyi ve en iyi haldedir. Kriterlere, her birinin önemine bağlı olarak ağırlık verilir; tüm bu ağırlıkların toplamı 1 olmalıdır. Her alternatif, her özellik için değerlendirilir. Her alternatif için göreli puanı hesaplarken altı adım izlenmektedir (Singh & Malik, 2014) :

1. Seçilmiş olan en iyi uyabilecek alternatifi belirlenir.
2. En iyi alternatifi bulmak için parametreler olarak kullanılabilecek olası kriterleri dikkatlice seçilir.
3. Her bir kriter için her bir seçeneğe puanlar atanır.
4. Önceliklendirmek için ağırlıkları seçilen kriterlere atanır.
5. Tüm kriterlere karşılık gelen her bir alternatif için toplam puanı hesaplanır. Bu toplam puan, belirli bir alternatifin değerini tanımlar.
6. En yüksek puana sahip alternatif, en iyi sonuç olarak seçilmiştir.

Her bir alternatifin toplam puanını hesaplamak için denklem (2.1) kullanılır (Singh & Malik, 2014).

$$SS_i = \sum_i^m Wj\mathrm{X}ij \qquad i=1,2\ldots.n \tag{2.1}$$

- SS_i: n alternatifin her biri için i. alternatifinin toplam puanı.
- W_j: m kriterinin her biri için j. kriter ağırlığı
- X_{ij}: j. kritere bağlı olarak i. alternatifin puanı
- n: alternatiflerin sayısı

Başlangıçta, alternatifler olarak satırlar ve sütunlar olarak kriterler içeren bir matrisin oluşturulmasıyla başlar. Matrisin her bir elemanı, X belirli bir kritere karşı belirli bir alternatifin skorunu tanımlar. Öncelikli kriterlerin ve tüm hesaplamanın tasvir edilmesi nispeten açık ve anlaşılırdır. Ağırlıklı toplam yöntemi, alternatiflerin, kriterlerin ve bunların göreli puanlarının ve ağırlıklarının açıkça tanımlanarak göz önüne alınarak sorunun iyi yapılandırılmasına olanak tanır. Çok kriterli problemleri çözmek için basit, kolay ve çok uygun bir yaklaşım olması avantajlarıdır. Dezavantajı ise, ÇKKV'nin neredeyse tüm tekniklerinde görselleştirilebilecek önemli bir dezavantaj, ağırlığın atanmasının gönüllü bir tercih olmasıdır, yalnızca derin bir bakış açısı değil, atamanın oldukça doğru olması gerekir. Bazı durumlarda gerçekçi olmayabilen öznitelikler katma değeri ise ağırlık toplamı doğru olabilir (Singh & Malik, 2014).

2.5.3.2. Analitik Ağ Prosesi

AHS ve Analitik Ağ Prosesi(AAP), en çok kullanılan ve en önemli olan iki ÇKKV tekniğidir. AAP, farklı öğeler arasında daha karmaşık bağımlılık ilişkilerine izin veren AHS'nin genel bir formudur. Geri besleme yaklaşımlı bir sistem olarak da bilinmektedir. AAP'nin avantajları nicel ve nitel veri türleri için uygun olmasının yanında, kriterler arasında karşılıklı bağımlılık ve geri bildirim sorunlarını da aşabilmesidir (Shen, 2012).

AAP teorisi ilk olarak Saaty tarafından karar verme teorisinde yeni bir zorunluluk haline getirilmiştir. AAP yöntemi, karar verme yöntemlerindeki farklı etkenler arasındaki karşılıklı etkileşimleri göstermek için esnek bir model olarak kullanılmaktadır. AHS'de karar verici çerçeve tek yönlü hiyerarşik bağlantılar ile biçimlenmiştir ancak AAP'de bağlantılar bir ağ yapısına dayalı olarak daha karmaşıktır. Öncelikli olarak alternatifler, kriterler ve alt kriterler belirlenir. Ağ yapısı, unsurlar arasındaki ilişkiyi ve bağlantıları meydana getirerek oluşturulmuştur. Ağ

yapısı karar vericiler yolu ile beyin fırtınası veya diğer uygun yöntemlerle bulunabilir. Ağ yapısını ve unsurun bağlantılarını kurduktan sonra, her bir karar verici için anket hazırlayarak çift karşılaştırmalar gerçekleştirilir. Saaty (1996) tarafından ileri sürülen çift karşılaştırmaların da tercih önemi kullanılmıştır. AAP yönteminde, karar vericiden "Alt kriterin, spesifik küme kriterine göre başka bir alt kritere kıyasla ne kadar önemi vardır?" şeklinde cevaplandırması istenir; 1 değeri eğer iki kriter eşit önemde ise, 9 değeri ise genel olarak bir kriterin aşırı önemini göstermektedir. Daha sonra bu karşılaştırma matrisi tutarlılık açısından kontrol edilir (Toosi & Samani, 2014).

Öncelikler AHS'de olduğu gibi çifte kıyaslamalar yapılarak oluşturulmuştur. Her bir kritere atanan ağırlık ya verilerden ya da karar vericiler tarafından öznel olarak tahmin edilebilmektedir. Bundan dolayı, karar vericilerin kararının tutarlılığı ölçmek istenmektedir. AHS, modelin güvenilirliğinin bir göstergesi olan tutarlılık oranı (CR) aracılığı ile önlem sağlanır. Bu oran, 0,1'in üstündeki değerlerin tutarsız yargıyı göstereceği şekilde tasarlanmıştır. AAP ile çözülecek karar verme problemlerinin uygulaması için dört önemli adım sıralanmaktadır (Chang, 2013):

1. Hiyerarşi ve yapı problemin oluşturulması: Bu adımda karar verme problemini, hedef, bakış açısı, kriter ve alternatifleri oluşturan farklı düzeylerin hiyerarşisinde yapılandırılmalıdır. Hedef, elemanların seviyeleri ve elemanlar arasındaki bağlantılardan oluşan hiyerarşi, beyin fırtınası yoluyla karar verici görüşleri veya literatür taraması gibi diğer uygun yöntemler ile belirlenebilmektedir.
2. Perspektifler ve kriter ağırlıklarının belirlenmesi: Bu adımda karar alma komitesi, perspektiflerin ve kriterlerin nispi önemini belirlemek amacı ile bir dizi ikili karşılaştırma yapmaktadır. Bu karşılaştırmalarda, perspektiflerin ve kriterlerin birbirine bağımlılığına göre iki kriter veya perspektif karşılaştırmak üzere 1-9 ölçeği kullanılmaktadır. Gözlemlenebilir ikili karşılaştırma matrisinin öz vektörü, süper matriste kullanılacak olan bu seviyedeki perspektif ve kriter ağırlıklarını sağlamaktadır.
3. Süper matrisi kurulması ve çözülmesi: Bu adımda Adım 2'den elde edilen perspektifler ve kriter ağırlıkları, süper matrisin sütununu elde etmek için kullanılır. Süper matris, belirli bir kontrol perspektifi veya

kriterine göre matrisin üstündeki bir element üzerindeki matrisin solundaki bir elementin etki önceliğini temsil eder. Son olarak, süper matris, süper matrisin satır değerleri, matrisin her bir kolonu için aynı değere bir yakınsama olana kadar süper matrisin tek başına çarpımı ile dengelenir. Sonuç, limit süper matris olarak adlandırılır.

4. En iyi alternatifin seçilmesi: Elde edilen limit süper matrisi ile alternatiflere veya karşılaştırılan kriterlere ilişkin önem ağırlıkları belirlenmiş olur. Alternatifler, toplam ağırlıklarına göre sıralanır. Sıralama sonucunda en yüksek değere sahip olan alternatif tercih edilir.

Analitik ağ sürecinin avantajı; unsurlar arasında bağımsızlık gerekli değildir. Tahminler doğrudur, çünkü öncelikler geribildirimle geliştirilmiştir. Dezavantajı ise; Fazla zaman harcamayı gerektirir, belirsizliğe sahiptir ve karar vermede inandırıcılığı sağlaması zordur (Aruldoss, 2013).

2.5.3.3. Promethee Yöntemi

Brans ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olan PROMETHEE yöntemi ÇKKV tekniklerinden biridir. Çok kriterli analizinde diğer yöntemler ile karşılaştırıldığında, kavrama ve uygulama açısından diğerlerine göre oldukça basit bir sıralama metodudur. Sonlu sayıda alternatifin bazen çelişen bazı kriterleri dikkate alarak sıralanması gereken sorunlara daha iyi adapte edilmiştir. Değerlendirme tablosu, PROMETHEE yöntemi için başlangıç noktasıdır. Değerlendirme tablosunda, alternatifler farklı kriterlere göre değer biçilmektedir. PROMETHEE yönteminin uygulanması için iki ilave bilgi türü daha gereklidir, diğer bir deyişle; değerlendirilen kriterlerin göreli önemi (yani ağırlıkları) hakkında bilgiye sahip olunması gereklidir ve her ayrı kriter açısından alternatiflerin katkısını karşılaştırıldığı zaman kullanılan karar vericinin tercih fonksiyonu hakkında bilgiye sahip olunması gereklidir. PROMETHEE yönteminin uygulama aşaması üç adımda açıklanmaktadır (Albadvi, Chaharsooghi, & Esfahanipour, 2006):

1. Alternatifler her bir kriter için çiftler halinde karşılaştırılmaktadır. Tercih, [0,1] aralığı içindeki bir sayı ile ifade edilir (tercih edilmeyen veya kayıtsız olunan için 0'dır, katı tercih ise 1 ile ifade edilmektedir). Performansdaki farkı tercih

ile ilişkilendiren fonksiyona genelleştirilmiş kriter olarak adlandırılır ve karar verici tarafından belirlenmektedir.

2. Çok kriterli tercih indeksi, her bir kriter için birinci adımında hesaplanan değere karşılık gelen ilgili tercihlerin ağırlıklı ortalaması olarak her bir alternatif çifti için oluşturulmuştur. Π (m, n) dizini ([0, 1] aralığında), m'dan n'ye alternatiflerin tercihini tüm kriterleri göz önünde bulundurarak ifade etmektedir. Ağırlıklandırma faktörleri, her kriterin göreli önemini ifade etmekte ve karar verici tarafından seçilmektedir.
3. Alternatifler aşağıdaki maddelere göre sıralanabilir:
    - Π (m, i) indekslerinin toplamı, alternatif m'nin tercihini diğerlerinin üzerinde gösterir. Buna 'ayrılma akışı' Φ^+ (m) denir ve alternatif m'nin ne kadar 'iyi' seçenek olduğunu gösterir.
    - Π'ye (i, m) ait indekslerin toplamı m'ye kıyasla diğer tüm seçeneklerin tercihini belirtir. Buna 'giren akışı' Φ^- (m) denir ve alternatifi m'nin ne kadar 'aşağıda' bir seçenek olduğunu gösterir.

PROMETHEE I yöntemine göre, m'nın ayrılma akışı (Φ^+) n'nin ayrılma akışından daha büyük ise ve m'nın giren akışı (Φ^-), n'nin giren akışından daha küçük ise alternatif n'den daha üstün olmaktadır. Φ^+ ve Φ^-eşitliği, iki karşılaştırmalı alternatifin farkını göstermektedir. Çıkış akışlarının, m'nın n'den daha iyi olduğunu gösterdiği durumlarda, giren akışlar zıttı gösteriyor ise, m ve n kıyaslanabilir olarak kabul edilir. Bundan dolayı, PROMETHEE I alternatiflerin kısmi sıralamasını sağlamaktadır. PROMETHEE II'de tüm alternatiflerin sıralamasına olanak sağlayan net akış Φ (negatif giren akışlara ayrılma farkı) kullanılır. Daha yüksek net akışa sahip olan alternatif üstün olandır (Albadvi et al., 2006).

1985 yılında geliştirilen PROMETHEE yöntemi, diğer ÇKKV yaklaşımlarına göre önemli avantajlara sahiptir; örneğin AHS yöntemi. PROMETHEE yöntemi, karşılaştırılması zor alternatifleri sınıflandırabilir. Karşılaştırmalı alternatifler eklendiğinde veya silindiğinde, tekrar çift çifte karşılaştırma yapmaya gerek olmadığı için AHS'den oldukça farklıdır (Sen, Datta, Patel, & Mahapatra, 2015).

2.5.3.4. Topsis Yöntemi

TOPSIS yöntemi ilk olarak Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında ileri sürüldü. Pozitif ideal çözüm (PIS) fikrinin yanı sıra negatif ideal çözüm (NIS) (ideal olmayan çözüm) fikrine dayanmaktadır. PIS maliyet kriterlerini en aza indirgeyen ve fayda kriterlerini en üst düzeye çıkaran bir çözümdür; buna karşın NIS, maliyet kriterlerini en üst düzeye çıkarır ve fayda kriterlerini en aza indirmektedir. Fayda kriterleri olarak adlandırılanlar, azami değerleri sağlanan kriterlerdir; maliyet kriterleri ise asgari değerlerini almak isteyenlerden oluşmaktadır. En iyi alternatif, PIS'e en yakın noktaya yerleştirilen ve NIS'den en uzak olan uzaklıktır. Bir ÇKKV probleminin m alternatifi (A_1, ..., A_m) ve n tane karar kriterleri olduğunu varsayalım (C_1,…, C_n). Her bir alternatif, n kritere göre değerlendirilir. Her kritere göre alternatiflere verilen tüm dereceler, X= $(x_{ij})_{mn}$ ile ifade edilen bir karar matrisini oluşturur. W=(w_1,w_2,…, w_n) kriterlere göre göreli ağırlık vektörü olsun, $\sum_{j=1}^{n} w_j$=1. Daha sonra TOPSIS yöntemi adımları altı adımda özetlenmiştir (Sahu, Sahu, & Sahu, 2016) :

Adım 1: Aşağıdaki denklemi kullanarak karar matrisinin X = $(x_{ij})_{mn}$ normalize edilmesi:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^2}}; \; i = 1, \ldots, m; \; j = 1, \ldots, n \qquad (2.2)$$

Burada, r_{ij}, normalize edilmiş kriter derecesidir.

Adım 2: Ağırlıklandırılmış normalizasyon matrisisinin oluşturulması V=$(v_{ij})_{mn}$. Burada ise; w_j j. kriter yada niteliğin göreli ağırlığıdır ve $\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$.

Adım 3: İdeal ve negatif ideal çözümleri belirlenmesi.

$$A^*=\{v_1^*,\ldots, v_n^*\}=\{(\max_i v_{ij}(j \in \Omega_b].,\ (\min_i v_{ij}(j \in \Omega_c].j\} \qquad (2.3)$$

$$A^-=\{v_1^-,\ldots, v_n^-\}=\{(\max_i v_{ij}(j \in \Omega_b].,\ (\min_i v_{ij}(j \in \Omega_c].j\} \qquad (2.4)$$

Burada kullanılan Ω_b ve Ω_c, sırasıyla fayda kriterleri ve maliyet kriterlerinin kümelerini göstermektedir.

Adım 4: tüm alternatifler için ayrılma kriterlerinin hesaplanması.

$$Di^{*}=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij}-V^{*})^{2}}_{\text{ij}},\ i=1,2,3,\ldots,.m \tag{2.5}$$

$$Di^{-}=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij}-V^{*})^{2}}_{\text{ij}},\ i=1,2,3,\ldots,.m \tag{2.6}$$

Adım 5: Her alternatif için ideal çözüme göreli yakınlığı hesaplanması. Alternatif A_i'nin $A*$ ile olan göreceli yakınlığı şu şekilde tanımlanır:

$$\mathrm{RC}_i=\frac{\mathrm{D}i-}{\mathrm{D}_i^{*}+\mathrm{D}_i^{-}},\mathrm{i}=1,2,3,\ldots,.m \tag{2.7}$$

6. Adım: Alternatifleri ideal çözüme nispeten yakınlığına göre sıralanması. RC_i ne kadar büyükse alternatif A_i de o kadar iyi olur. En iyi alternatif, ideal çözüme en büyük göreli yakınlığı olandır.

2.5.3.5. Electre Ailesi

ÇKKV tekniklerinin çoğu alternatifler arasındaki model ilişkilerine yönelik olan tercih yaklaşımlarını benimsemektedir. İstisna olarak, baskın olmayan bir yaklaşımı uygulayan ise ELECTRE yöntemleri ailesidir. ELECTRE I (Roy, 1968) ve ELECTRE II (Roy and Bertier, 1971) yaklaşımı gerçek bir kriter kullanır. ELECTRE I, hakimiyeti olmayan, alternatifler grubunu seçmek için kullanışlı olan bir takım alternatifleri belirlemek için kullanılırken, ELECTRE II'nin alternatifleri sıralaması planlamaktadır. Diğer ELECTRE yöntemleri ise, karar problemlerini modellemek için sözde kriter kavramını kullanmaktadır. ELECTRE III (Roy, 1978) ve ELECTRE IV (Roy and Bertier, 1971) sıralama alternatiflerini ele almaktadır. Aralarındaki en büyük fark ise, ELECTRE IV'in kriter ağırlıklarının bilinmediği durumları ele almasıdır. ELECTRE IS (Roy ve Skalka, 1985), ELECTRE I olarak, baskın olmayan alternatifler grubunun seçimine değinmektedir. Temel fark ise, gerçek kriter yaklaşımını kullanmak yerine bir sözde kriter yaklaşımı içermesidir. ELECTRE TRI (Yu, 1992)

ve (Mousseau ve diğerleri, 2000) aralarında öncelik ilişkisi olan kategorilere alternatiflerin atandığı sıralama problemini ele alır. Bu yöntem, ELECTRE TRI-C (Almeida-Dias ve diğerleri, 2010) ve ELECTRE TRI-nC (Almeida-Dias ve diğerleri, 2012) tarafından genişletildi ve kategoriler için referanslar tanımlarken öznellik azaltıldı. Şekil 2.3'te ise Electre yöntemi ailesi ve çözümünde kullanıldığı sorunlar ifade edilmektedir (Costa, 2016).

Yöntem	Gerçek Kriter	Sözde Kriter	Problemin Tipi
ELECTRE I	X		Alternatiflerin Seçimi
ELECTRE II	X		Alternatiflerin Sıralanması
ELECTRE III		X	Alternatiflerin Sıralanması
ELECTRE IV		X	Alternatiflerin Sıralanması, Kriter ağırlıkları bilinmediğinde
ELECTRE IS		X	Alternatiflerin Seçimi
ELECTRE TRI TRI-C ve TRI-nC		X	Alternatifleri kategorilere göre sıralama

Şekil 2.3: Electre Yöntemi Ailesi ve Çözümünde Kullanıldığı Sorunlar

Kaynak: Costa, H. G. (2016), "Graphical interpretation of outranking principles", Journal of Modelling in Management, 11(1), 26–42.

ELECTRE I yöntemi, çözüm setinin boyutunu küçültmek için ortaya çıkmış bir yöntemdir. Set, karar verme organı için daha elverişli alternatiflerin bir alt kümesine ve daha az elverişli alternatifin bir alt kümesine bölünerek azaltılır. Karar verici, birden fazla seçenek arasından bir yatırımı seçmek ile karşı karşıya kalır, kolaylık açısından yalnızca iki alternatifi a_j ve a_k olan bir örnek gösterilir, *m* ilgili karar kriter faktörleri dikkate alınır ve her birine bir ağırlık w_i verilir. Son olarak, alternatif *j*'nin *i*'ye göre sahip olduğu sayısal değer P_{ij} ile gösterilir. Bu yöntem, karşılaştırmalardan elde edilen bilgileri P_{ij} ve P_{ik} değerlerinin çiftleri ile özetleyen iki indeks kullanır. Bu indeksler, kriterlerin çoğunluğunun değerlemelerinin daha iyi olduğu durumlarda a_j'nin a_k'dan daha iyi bir alternatif olduğunu ve a_j'nin a_k'dan daha iyi olmadığı bu kriterler için farklılıkların önemli olmadığını ortaya koymaktadır. a_j ve a_k arasındaki alternatif indeks (IC_{jk}) aşağıdaki ifade kullanılarak hesaplanır:

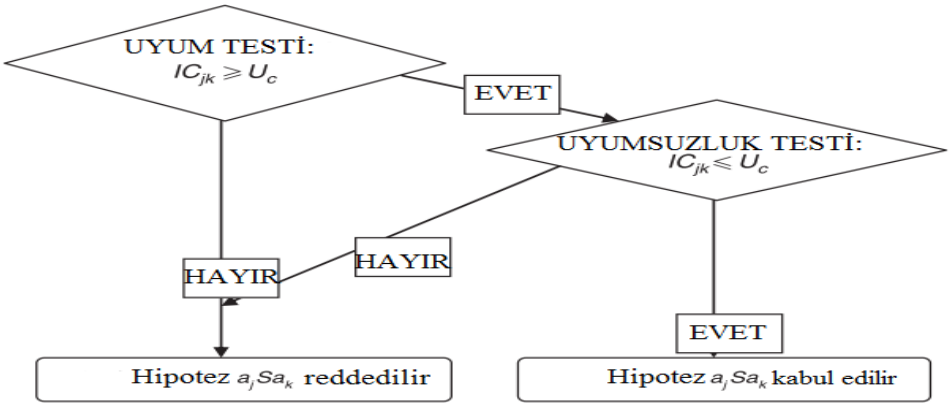
$$IC_{jk} = \sum_{i=1}^{m} Wi \,/ \sum_{i=1}^{m} Wi (\forall P_{ij} \geq P_{ik}) \qquad (2.8)$$

Alternatif indeks 0 ile 1 aralığında bir değer alır.Bu indeks değeri ne kadar yüksek ise, alternatif a_k için alternatif a_j daha iyidir. İndeks 1'e eşit ise, alternatif a_j'nin,

dikkate alınan tüm kriterler için alternatif a_k'dan üstün olduğu anlamına gelir. Diğer taraftan, eğer indeks değeri 0 ise, bunların herhangi birinde daha iyi olmadığını gösterir. Elde edilen sonuçlar, uyum matrisinin oluşturulması için kullanılır. Alternatif a_j ve a_k (IDjk) çifti için uyumsuzluk indeksi, alternatif a_j'nin faktör i için a_j ile a_k arasındaki farkın en büyük katsayıları olan alternatif a_k'a hakim olmadığı faktörler için hesaplanır ve bu faktör için düşünülen ölçeğin toplam aralığı (TEi), aşağıdaki ifadeye uygun olarak kullanılır:

$$ID_{jk} = \text{Max}_i \, [P\,ik - Pij/TEi] \; (\forall P_{ij} \leq P_{ik}) \qquad (2.9)$$

Uyumsuzluk indeksi 0 ile 1 arasındaki değerleri alır, 0 değeri alternatif a_j'nin herhangi bir faktör için alternatif a_k'dan daha düşük olmadığını gösterir (ICjk'nin 1 olması gerektiği anlamına gelir) ve değer 1 iken,en az bir faktör için a_k alternatifi lehine farkı tüm skaladır. Elde edilen sonuçlar, uyumsuzluk matrisini oluşturmak için kullanılır. Yöntemi tamamlamak için iki eşik belirlenmelidir. Birincisi, " a_j'nin a_k'ı geçtiği" hipotezi reddetmemek için gerekli olan minimum değeri ifade eden, U_c eşleştirme eşiğidir. Diğer eşik, uyuşmazlığın maksimum değerini ifade eden uyumsuzluk eşiği U_d'dir ve böylece "a_j'nin a_k'ı geçtiği" hipotezi reddedilmemiş olur. Sağlamlık analizi yapmak için, uyum ve uyumsuzluk eşiklerinin değerleri değiştirilmelidir. Şekil 2.4'de Electre I yönteminin süreci akış şeması ile gösterilmektedir (Muñoz-Porcar, Alonso-Nuez, Flores-García, & Duret-Solanas, 2015) .



Şekil 2.4: Electre I Yöntemi Süreci

Kaynak: Muñoz-Porcar, A., Alonso-Nuez, M. J., Flores-García, M., & Duret-Solanas, D. (2015), "The renewal of assets using a tool to aid decision making", Management Decision, 53(7), 1–24.

Electre I yöntemi sekiz adımda sıralanabilir (Chitsaz & Banihabib, 2015):

Adım 1: Karar matrisinin normalize edilmesidir.

Adım 2: Normalize karar matrisinin ağırlıklandırılmasıdır.

Birinci ve ikinci adımlar Topsis yöntemindeki birinci ve ikinci adımın uygulanmasında gösterildiği gibi uygulanmaktadır. Bu aşamalardan sonra Electre I yöntemi uygulamasına üçüncü adım ile devam edilir.

Adım 3: Uyumluluk matrisinin hesaplanması

$$C_{ke}=\sum_{j\in Ske} Wj \tag{2.10}$$

Burada C_{ke}, alternatif k'nin alternatif e ve W_j'nin kriterlerin j'nin ağırlığı olduğu bu kriterlerin ağırlıklarının toplamıdır.

Adım 4:Uyumsuzluk matrisinin hesaplanması

$$d_{ke} = \frac{\max_{j\in Ike} |V_{kj} - V_{ej}|}{\max_{j\in j} |V_{kj} - V_{ej}|} \tag{2.11}$$

Burada $I_{ke} = J - S_{ke}$ ve V_{ij} ağırlıklı normalleştirilmiş matris elementidir.

Adım 5: Uyum üstünlük matrisinin hesaplanması

$$f_{ke} = \begin{cases} 1 & C_{ke} \geq \overline{C} \\ 0 & C_{ke} < \overline{C} \end{cases} \tag{2.12}$$

$$\overline{C} = \sum_{k=1}^{m} \sum_{e=1}^{m} \frac{C_{ke}}{m(m-1)} \tag{2.13}$$

$$k \neq e \quad e \neq k$$

Adım 6: Uyumsuzluk üstünlük matrisinin hesaplanması

$$g_{ke} = \begin{cases} 0 & d_{ke>}\overline{d} \\ 1 & d_{ke} \leq \overline{d} \end{cases} \tag{2.14}$$

$$\overline{d} = \sum_{k=1}^{m} \sum_{e=1}^{m} \frac{d_{ke}}{m(m-1)} \tag{2.15}$$

$$k \neq e \quad e \neq k$$

Adım 7: Toplam baskınlık matrisinin hesaplanması

$$h_{ke} = f_{ke} \cdot g_{ke} \tag{2.16}$$

Adım 8: En iyi alternatifin seçilmesidir

3. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ

3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci Kavramı

ÇKKV, karar verme sürecinde aynı anda düşünülmesi gereken bir kaç kriter olduğunda sorunları çözmek için kullanılmıştır, kullanılan bu tekniklerden biri de Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)'dir (Khamkanya, Heaney, & McGreal, 2012). AHS, bir karar alma prosedürüdür (Bernasconi, Choirat, & Seri, 2010).

Bireyin karar verme süreci sırasında göz önünde bulundurduğu maddi ve manevi unsurlardan oluşmakta olan kriterler ve alt kriterler çok sayıdadır. AHS, önceden belirlenmiş bir hedefle ilişkili bir karar verme hiyerarşisini tanımlayarak bu süreci yakalamayı amaçlamaktadır (Morgan, 2017).

Genel formunda, AHS, birkaç faktörü aynı anda dikkate alarak ve bağımlılık ve geribildirim için izin vererek ve bir senteze veya sonuca varmak için sayısal dengelemeler yapmak suretiyle, türev bilimini kullanmadan tümdengelimli ve tümevarımlı düşünceyi gerçekleştirmek için doğrusal olmayan bir çerçevedir. Thomas L. Saaty, AHS'yi 1971-1975 yılları arasında Wharton School'da geliştirmiştir (Saaty, 1987).

Thomas Saaty'nin sunduğu AHS, karmaşık karar verme işlemlerinde etkili bir araçtır ve karar vericiye önceliklerini belirleme ve en iyi kararı vermeye yardımcı olabilir. Karmaşık kararları bir dizi çift karşılaştırmaya indirgeyip sonuçlarını sentezleyerek AHS, kararın öznel ve nesnel yönlerini yakalamaya yardımcı olur. Buna ek olarak, AHS, karar vericinin değerlendirmelerinin tutarlılığını kontrol etmek için yararlı bir teknik içerir ve böylece karar verme sürecindeki önyargı azaltılır (Saaty, 1980).

AHS, karmaşık sorunları, daha kolay yönetilebilen karar kriterlerini aşağıya doğru seviyelendiren bir karar verme sürecidir. AHS, bir model içerisinde hem "gerçek" veri (örneğin gerçek işçi maliyetleri) ve faktörlerin (örneğin altyapı yeterliliği) niteliksel değerlendirmelerin kullanılmasını sağlayacak şekilde sentezlenmesini sağlar ve karar kriterlerini değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

Modele girdi unsurlar arasındaki eşleştirilmiş kıyaslamalar biçimindedir. AHS sürecinin çıktısı, seçimler arasında kıyaslama yapmaya imkan kılan ve göreli avantajları hakkında bilgi veren puan bir oran ölçeğidir. Saaty, sorunun yönetilebilir bileşenlere dönüştürülmesi, karar kriterlerinin karşılaştırmalı değerlendirmeleri ve önceliklerin sentezi ile problemin çözülmesinin üç bölümünün bulunduğunu ileri sürmektedir. Karşılaştırma hiyerarşinin her düzeyinde ve çeşitli boyutlarında gerçekleşir. En temel iki seviyeli AHS modelinde bu iki boyut, modelde yer alan karar kriterlerinin göreceli önemi ve her bir alternatifin kriterlere göre göreli performansıdır. AHS, normalizasyona bakılmaksızın nispi orantılarını koruyan oran ölçekli sayıları kullandığında, ölçümlerin geçerli olmasını ve birbirlerine karşı gerçek göreceliğe sahip olmasını sağlar. AHS çeşitli karar verme ve analitik alanlarda uygulanmıştır. Hem nitel hem de nicel karar faktörlerini içerir ve çeşitli boyutlarda çeşitli kriterleri dikkate alma ihtiyacına cevap verir. AHS, gerçek verileri (maliyet gibi) ve öznel yargıyı (risk faktörleri gibi) kolayca birleştirir (Boardman Liu, Berger, Zeng, & Gerstenfeld, 2008).

AHS aynı zamanda, bilgili uzmanların eşleştirilmiş karşılaştırma kararına dayanan somut ve somut olmayan kriterlerin mutlak ölçekleri üzerindeki nispi ölçüm teorisidir. Karşılaştırmalar bilimde ihmal edilen biyolojik mirasımız, çünkü doğrudan sayısal yargılamanın bir ölçüm aracı olarak nasıl kullanılabileceğini ve bu ölçümlerden geçerli bir öncelikler skalasının nasıl türetilebileceğini göstermenin etkili bir yolu yoktu. Maddi olmayan varlıkları nasıl ölçebiliriz, AHS'nin matematiğinin ana kaygısıdır. Ancak, maddi imkanlarla çalışmak, kriterlerin somut faktörler için kullanılacağı ve böylece karar verme özniteliğinin mazereti olmaktan çıkarılması gerektiği belirtilmektedir (Ozdemir & Saaty, 2006).

AHS, çok esnek ve güçlü bir araçtır, çünkü puanlar ve bu nedenle son sıralama, kullanıcı tarafından sağlanan hem kriterler hem de seçeneklerin çifte bağıl değerlendirmelerine dayanmaktadır. AHS tarafından yapılan hesaplamalar her zaman karar vericinin tecrübesiyle yönlendirilir ve AHS, karar verici tarafından yapılan değerlendirmeleri (nicelik ve nicelik bakımından) çok kriterli bir sıralamaya çeviren bir araç olarak düşünülebilir. Buna ek olarak, AHS basittir, çünkü karar vericinin bilgi birikimi ile karmaşık bir uzman sistem kurmaya gerek yoktur (Saaty, 1980). AHS yönteminin aşamaları ayrıntılı bir şekilde açıklanmaktadır:

3.2. Amacı Tanımlama

Bu ilk aşamada sorunu tanımlamakla ve aranan bilginin türünü belirlemekle başlanmalıdır. Analiz edilecek problem, analiz edilebilecek kadar önemli veya karmaşık sayılan her şeyden seçilebilmektedir. Bu seçim, kendisi için spesifik bir analiz yapılması gereken karmaşık bir problem olabilir. Bir sorunun tanımlanmasında ve seçilmesinde, bu kararın alındığı tüm varsayımları ve perspektifi açıkça belirtmek önemlidir (Russo & Camanho, 2015).

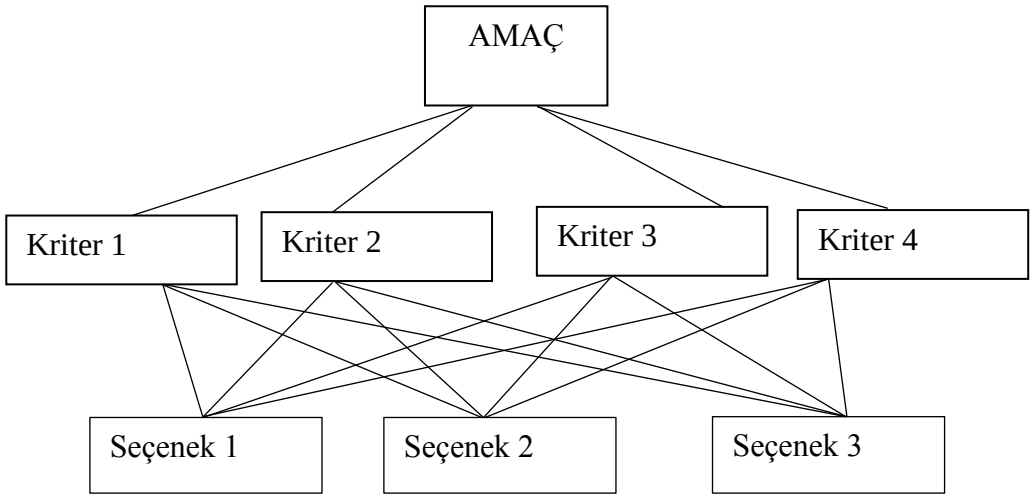
3.3. Sorun Yapılandırma

AHS, böl ve fethet sloganına dayanmaktadır. ÇKKV tekniklerine ihtiyaç duyan problemler karmaşıktır ve sonuç olarak, onları bir anda parçalayıp bir "alt problem" i çözmek avantajlıdır. Bu analiz, karar sürecinin iki aşamasında yapılır. Bunlar; sorun yapılandırması ve önceliklerin çift karşılaştırmalar yolu ile meydana çıkarılmasıdır. Sorun, üst öğenin kararın hedefi olduğu bir hiyerarşiye göre yapılandırılmıştır. Hiyerarşinin ikinci seviyesi kriterleri, en düşük düzey ise alternatifleri temsil eder. Daha karmaşık hiyerarşilerde, daha fazla düzey eklenebilir. Bu ek düzeyler, alt kriterleri temsil eder. Her durumda, hiyerarşide en az üç seviye vardır (Ishizaka & Nemery, 2013).

Kavramsal olarak, Şekil 3.1'de gösterilen ana hedef veya amaç tanımlandıktan sonra, yukarıdan aşağıya bir süreçle veya aşağıdan yukarıya doğru bir süreçle bir çözüm arayışıyla ilişkili bir soruna erişilebilir. Gerçekten ilgili Şekil 3.1'de gösterildiği gibi kriterler ve alternatiflerin belirlenebileceği bir model oluşturmak zorunludur. Karar hiyerarşisi, karar vericilerin ana endişelerini içerecek kadar geniş ve zamanında değişikliklere izin verecek kadar küçük olmalıdır. Bu aşamada, karar vericiler, uygulanabilir olmayan veya gerçek anlamda önemli kabul edilen kriterlere uymayan alternatifleri ortadan kaldırmalıdır. Bir sorunun analizi bir seçim içermektedir ya da olası alternatiflerin sıralamasında kriterlerin alternatiflere dayalı olarak tanımlanması mantıklı olacaktır (Russo & Camanho, 2015).

AHS yöntemi, bir karar problemini oluşturan parçalara ayıran ve kriterler hiyerarşileri oluşturan belirgin bir avantaja sahiptir. Bunu yaparak, karar problemi en

küçük unsurlarıyla ayrıştırılmıştır. Burada, her öğenin önemi (kriter) netlik kazandırılmaktadır (Macharis, Springael, De Brucker, & Verbeke, 2004). Hiyerarşide bulunan en az üç seviye Şekil 3.1'de gösterilmiştir (Gijsbers, Janssen, & Odame, 2017).



Şekil 3.1: Temel Hiyerarşi

Kaynak: Gijsbers, G., Janssen, W., & Odame, H. H. (2017), "In Planning Agricultural Research : A Sourcebook", CABI, (231–241).

3.4. İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Birçok karar verme yönteminde en önemli adımlardan biri, ilgili verilerin doğru bir şekilde tahmin edilmesidir. Bu sadece AHS yönteminde sınırlandırılmayan bir sorundur, ancak karar vericiden niteliksel bilgi elde etmek için ihtiyaç duyulan diğer birçok yöntemde de çok önemlidir. Niteliksel veriler çoğu zaman mutlak değerler açısından bilinemezdir. Doğru bir şekilde ölçmek imkansız olmasa da çok zordur. Bu nedenle, birçok karar verme yöntemi belirli bir karar verme probleminde yer alan her kriter açısından alternatiflerin göreli önemini veya ağırlığını belirlemeye çalışmaktadır. Saaty'nin (1980) önerdiği çift karşılaştırmalara dayalı bir yaklaşım uzun süredir birçok araştırmacı tarafından ilgi çekmiştir. Her bir kriter açısından her bir alternatifin göreli önemini belirlemek için çift eşlemeli karşılaştırmalar kullanılmıştır. Bu yaklaşımda karar verici, aynı anda tek bir çift karşılaştırmanın değeri hakkında görüş bildirmek zorundadır. Karar verenin cevabını farklı seçenek arasından

seçmesi gerekir. Her seçim bir dilbilimsel deyimdir. Bu tür dilbilimsel ifadelerin bazı örnekleri: “A, B’den daha önemlidir” veya “A, B ile aynı önemdedir” veya “A, B’den biraz daha önemli” vb. Çifte kıyaslamadaki asıl sorun, karar vericinin değerlendirmesi sırasında seçtiği dilsel seçimleri nasıl ölçebileceğidir. Çifte karşılaştırma yaklaşımını kullanan tüm yöntemler sonunda karar vericinin nitel cevaplarını, çoğu zaman tamsayıların oranları olan bazı sayılarla ifade eder. Çifte kıyaslamaların bu karar verme süreçlerinin temel taşı olduğu için bunları doğru bir şekilde niceleştirmek, niteliksel verileri kullanan çok kriterli karar verme yöntemlerinde en önemli adımdır. Çiftli karşılaştırmalar bir ölçek kullanılarak ölçülür. Böyle bir ölçek, karar vericinin kullanabileceği ayrık dil seçimleri seti ile daha önceki dilsel seçilimlerin önemini veya ağırlığını temsil eden ayrı bir sayı kümesi arasındaki birebir haritalandırmadır (Triantaphyllou & Mann, 1995).

Eşdeğer karşılaştırmalar AHS’nin kullanımı için temel oluşturmaktadır. Karar vericiler öncelikle ana ölçütleri için öncelikler belirlemeli ve göreceli önemleri açısından ikili olarak değerlendirilmeli ve böylece çift karşılaştırma matrisi oluşturulmalıdır (Saaty, 1987). Öte yandan, AHS, özellikle birçok kriter ve seçeneğe sahip problemler için, kullanıcı tarafından çok sayıda değerlendirmeyi gerektirebilir. Her bir değerlendirme çok basit olmasına rağmen, yalnızca karar vericinin iki seçeneğin veya kriterin birbiriyle nasıl karşılaştırıldığını ifade etmesini gerektirdiğinden, değerlendirme görevinin yükü aşırı hale gelebilir. Aslında, çift karşılaştırmalarının sayısı, kriter ve seçenek sayısıyla kademeli olarak artmaktadır (Saaty, 1980). Karar kriterleriyle ilgili eleştiri, çift karşılaştırmalarının niteliğiyle ilgilidir. AHS süreçleri, n kriter için n x (n - 1) / 2 eşli karşılaştırmalar gerektirir; kriter sayısı altıdan büyük olduğunda pratik olmayabilir (Khamkanya et al., 2012). Örneğin, 4 kriter üzerinde 10 alternatif karşılaştırırken, ağırlık vektörünü oluşturmak için $\frac{4x3}{2} = 6$ karşılaştırmalarının yapılması ve skor matrisinin oluşturulması için $4x\left(\frac{10x9}{2}\right) = 180$ çift karşılaştırmanın yapılması gereklidir. Bununla birlikte, karar vericinin iş yükünü azaltmak için, bazı çift karşılaştırmalara otomatik olarak karar vermek için uygun eşikler belirleyerek AHS tamamen veya kısmen otomatikleştirilebilir (Saaty, 1980).

İnsanlar sonsuz bir takımdan seçim yapamazlar. Örneğin insanlar, çok yakın iki önemli değeri, örneğin 3.00 ve 3.02 arasında ayırt edemezler. Psikolojik deneyler, bireylerin aynı anda yedi nesneden daha (artı veya eksi iki) fazla karşılaştırabildiğini göstermedi . Saaty'nin, ölçeğinin üst sınırı olarak 9, alt limit olarak 1 ve ardışık ölçek değerleri arasındaki birim fark oluşturması için kullandığı ana mantık budur. AHS'deki çift karşılaştırmalarının değerleri Saaty tarafından ortaya konan ölçeğe göre belirlenmiştir. Bu ölçeğe göre, çift karşılaştırmalar için mevcut değerler Tablo 3.1'deki setin üyesidir: {9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 1/2, 1/3, 1/4, 1 / 5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9} (Triantaphyllou & Mann, 1995).

Üst düzeydeki her unsur, altındaki düzeydeki unsurları buna göre karşılaştırmak için kullanılır. Bu, üst düzeydeki her kriter için bir matrisin oluşturulması gerektiği anlamına gelir. Kıyaslama, kriter veya nitelik bakımından karşılaştırıldıklarında, bir unsurunun başka bir unsurundan kaç kat daha önemli ya da baskın olduğunu göstermek için bir ölçekle yapılır Niceliksel ve niceliksel ölçütlerin ölçümü için sözlü ölçek kullanılır. Ölçek, "eşit" (sayı 1) ile "kesinlikle daha önemli" (sayı 9) arasında değişmektedir. Matrisin tercih edilen kriter hücresi değeri, diğeri ters değerlidir (1/değer). Bu karşılaştırmalardaki fazlalık, analizin daha kesin hale getirilmesine yardımcı olur ve bir sorunun unsurları hakkında bilgi oluşturulmasına yardımcı olur. Bu yöntemin üstünlüğü, bir sorunun tüm unsurlarına, yani somut ya da olmasın, göreceli bir ağırlığa sahip olma ve bağıl ilgisine göre bir hiyerarşi inşa etme kapasitesindedir (Russo & Camanho, 2015).

AHS'de hiyerarşiyi oluşturan kriterler ve alt kriterler, Tablo 3.1'deki sayısal değerler olan 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 değerleri çerçevesinde iki kriter karşıt uçlara yerleştirilerek, bir çift eşleşmiş kriterler olarak yani ikili karşılaştırmalar olarak katılımcıya yani konusunda uzman olan kişilere sunulmaktadır. Her durumda, katılımcıdan, ölçeğin diğerine göre önemini / tercihini en iyi temsil eden değeri seçmesi istenmektedir. Karar vericiye iki kriter arasında önem derecesi değerlendirmesi yaparken uygulanmakta olan ankette kullanılan ikili karşılaştırma ölçeği örneği Şekil 3.2'de gösterildiği gibi her bir kriter, alt kriter için düzenlenmektedir (Morgan, 2017).

Şekil: 3.2: İkili Karşılaştırma Ölçeği Örneği

KRİTER 1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	KRİTER 2

Kaynak: Morgan, R. (2017), "An investigation of constraints upon fisheries diversification using the Analytic Hierarchy Process (AHP)", Marine Policy, 86, 24–30.

AHS'de karar verilirken sadece bireysel kararlar değil, aynı zamanda grup olarak karar vermede kullanılmaktadır.

Grup karar vermede iki önemli husus vardır. Bunlardan biri bir gruptaki bireysel yargıları, grubun tamamı için tek bir temsili yargıya nasıl dönüştürülebiliceği, bir diğer hususu ise, bireysel seçimlerden bir grup seçimi nasıl hazırlanabileceğidir. Karşılıklı nitelik, birkaç bireyin kararlarını birleştirerek grup için tek bir yargı elde etmek için önemli bir rol oynamaktadır. Yargılamalar, sentezlenmiş yargıların karşılıklı olarak, bu kararların karşılıklarının sentezine eşit olacak şekilde birleştirilmelidir. Sık kullanılan aritmetik ortalamalar değil, geometrik ortalamanın bunu yapmanın tek yolu olduğu kanıtlanmıştır. Bireyler uzman iseler, kararlarını birleştirmek istemeyebilirler, yalnızca kendi hiyerarşisinden nihai sonuçlar elde edebilirler. Bu durumda, nihai sonuçların geometrik ortalaması alınır. Bireylerin önemleri bakımından farklı öncelikler varsa, kararları (nihai sonuçlar) önceliklerinin kuvvetine getirilir ve daha sonra geometrik ortalama oluşur (Saaty, 2008).

AHS'nin, grup kararı vermek için oldukça uygun bir yöntem olduğu düşünülmektedir. Grup kararı verilmesi durumda öncelik ayarını belirlemenin dört yolunu Bir hiyerarşi inşa edilmesi ve yargıya varma konusunda grup katılımcılarının birlikte bir görüş birliğine varılması anlamına gelen fikir birliğine ulaşılması, Oy verilmesi veya uzlaşıya varılması, Bireylerin kararlarının geometrik ortalaması alınması, Tekli veya çoklu modeller kullanılması (Dalal, Mohapatra, & Chandra Mitra, 2010).

İkili karşılaştırmalarda kullanılan önem sıralama tablosu Tablo 3.1'de verilmiştir (Saaty, 1990) .

Tablo 3.1: Önem Sıralama Tablosu

ÖNEM DEĞERLERİ	TANIMLAR	AÇIKLAMA
1	Eşit Önemde	Her iki faktör aynı öneme sahiptir.
3	Biraz Daha Önemli	Bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Gerekli veya Güçlü önemli	Bir faktör diğerine göre kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok Güçlü Önemli	Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle tercih edilmelidir.
9	Aşırı Önemli	Bir faktör diğerine göre çok yüksek derecede önemlidir.
2,4,6,8	Ara Değerler	İki faktör arasında küçük farklar olduğunda kullanılır.
1/3, 1/5, 1/7, 1/9		İkinci kriter birinciden daha önemli ise ölçek değerinin tersi kullanılır.

Kaynak: Thomas L. Saaty. (1990), "How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process", European Journal of Operational Research, 48, 9–26.

3.5. Öncelikler Sentezi ve Tutarlılık Ölçümü

Öncelikler üretirken organize bir şekilde bir karar vermek için, sorun tanımlamalıdır ve aranan bilginin türü belirlenmelidir. Kararın amacı ile en üstten karar hiyerarşisini, daha sonra hedefleri geniş bir perspektiften, ara seviyeler (sonraki unsurların bağlı olduğu ölçütler) yoluyla en düşük seviyeye (genellikle alternatiflerin bir kümesi) yapılandırılmalıdır. Bir çift karşılaştırma matrisi seti oluşturulmalıdır. Üst düzeydeki her bir kriter kendisiyle hemen hemen altındaki seviyedeki kriterleri karşılaştırmak için kullanılır. Hemen altındaki seviyedeki öncelikleri ağırlıklandırmak için karşılaştırmalardan elde edilen öncelikler kullanılmalıdır. Bu her kriter için yapılmalıdır. Ardından, aşağıdaki seviyedeki her bir kriter için ağırlıklandırılmış değerlerini eklemelidir ve genel veya küresel önceliği alınmalıdır. En alttaki seviyedeki alternatiflerin nihai öncelikleri elde edilinceye kadar bu ağırlıklandırma ve ekleme sürecine devam edilmelidir (Saaty, 2008).

Kriterler ve alternatiflerin öncelikler aynı teknik kullanılarak hesaplanmaktadır. Psikologlar, bir kerede iki yemek sunarak bir kedinin gıda tercihini değerlendirmek için bu tekniği sıklıkla kullanırlar. Kedi, bir tabak yiyerek kendi tercihini gösterir. Psikologlar, sadece bütün alternatifler arasında eşzamanlı olmak yerine sadece iki

alternatif arasında bir tercihi ifade etmenin daha kolay ve daha doğru olduğunu iddia etmektedir. Çifte kıyaslamaların kullanılması (psikologlar tarafından eşleştirilmiş karşılaştırmalar olarak adlandırılır) genel olarak temel 1-9 ölçeğinde değerlendirilir. Psikologlar, 1-5 gibi daha küçük bir ölçeğin bir veri setinde aynı ayrıntı düzeyini vermeyeceğini ve karar vericinin daha büyük ölçekte kaybolacağını öne sürmektedirler: örneğin, 1-100 ölçekte karar vericinin 62 ile 63 arasında bir puanı ayırt etmek zordur (Ishizaka & Nemery, 2013).

İkili karşılaştırmalar, tüm matrisler geliştirildikten ve tüm çifte kıyasla karşılaştırmalar yapıldıktan sonra, her bir seviye için sıralamaların matrisini oluşturulmalıdır ve öz vektörler (bağıl ağırlıklar) elde edilmektedir (Kousalya, Mahender Reddy, Supraja, & Shyam Prasad, 2012). Karşılaştırma matrisinin (A) boyutu, n belirli bir hedef veya kriterler göre karşılaştırılan ölçütler veya alternatifler sayısı olan n × n'dır. Matrisin elemanları a_{ij}'dir. A matrisi, tüm elemanları geçişli ve karşılıklı olarak aşağıdaki gibi tutarlı kabul edilir; $a_{ij}= a_{ik} \times a_{jk}$ ve $a_{ji} = 1/ a_{jk}$. i, j ve k, A matrisinin herhangi bir elemanıdır. Aşağıdaki matriste i=j olduğunda $a_{ij} =1$ yani a_{11}, a_{22},a_{33} değerleri 1'e eşittir (Dweiri, Kumar, Khan, & Jain, 2016).

$$A=\begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \end{pmatrix} \tag{3.1}$$

Tutarlılığı kontrol etmek için aşağıdaki N matrisi hesaplanır; burada N, A'nın normalleştirilmiş matrisidir (Dweiri et al., 2016). Normalleştirilmiş matrise ulaşmanın çeşitli yolları vardır. Bu çalışmada sadece iki değişik yöntem anlatılacaktır. Birinci yöntem :

$$N=\begin{pmatrix} w_{11} & w_{21} & w_{31} \\ w_{12} & w_{22} & w_{32} \\ w_{13} & w_{23} & w_{33} \end{pmatrix} \tag{3.2}$$

$w_{ij}=a_{ij}$; $w_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}}$ burada $\sum_{i=1}^{n} a_{ij}$ sutünların toplamıdır. Sonra, her satırın n. her bir değerinin toplamını bölerek her satırın göreli ağırlığını bulunmaktadır. i.'nin ağırlığı = $w_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{ij}}{n}$. Burada $\sum_{i=1}^{n} w_i$ =1 durumuna dikkat edilmesi gereklidir. Çünkü bu durumda A'nın, A × w = n × w olması durumunda tutarlı olduğu kabul edilir. Bu denklem bir Özdeğer problemi olarak değerlendirilir. Saaty'ye göre, en büyük

Özdeğerin, n'ye ($\lambda max \geq n$) büyük veya ona eşit olduğunu varsaymak güvenlidir, daha yakın λmax, daha tutarlı A'dır. λmax, AW sütun vektörünün elemanlarının toplamına eşittir (Dweiri et al., 2016).

Bağıl ağırlıklar öz vektör ve normalizasyon vasıtasıyla elde edilmektedir. Bu, çift yönlü karşılaştırmada kriterlerin öncelikleri belirlemek için yapılmaktadır. Öncelikler kümesi tam bir kare matrisinden oluşturulur. Öncelikler, kriterlerinin kendi kategorisinde ve hemen yukarıdaki seviyedeki bir kriter üzerindeki nispi etkisini göstermektedir. Bunu yapmak için, her matris için bir özvektör kümesi hesaplanır. Hesaplamanın en iyi yöntemlerinden biri de ikinci yöntem olarak anlatılan geometrik ortalama yöntemidir. Geometrik ortalama yöntemi hesaplaması Şekil 3.3'te gösterilmiştir. Hesaplama, her bir satırdaki her bir elemanın çarpımı ile n. kökünü alarak yapılmıştır (Hafizan, Noor, Abba, & Hussein, 2016).

Matris

	C_1	C_2	C_3	C_4
C_1	W_1/w_1	w_1/w_2	w_1/w_3	w_1/w_4
C_2	w_2/w_1	w_2/w_2	w_2/w_3	w_2/w_4
C_3	w_3/w_1	w_3/w_2	$w3/w_3$	w_3/w_4
C_4	w_4/w_1	w_4/w_2	w_4/w_3	w_4/w_4

Öz vektör	Normalizasyon sonucu
$(w_1/w_1 \text{ x } w_1/w_2 \text{ x } w_1/w_3 \text{ x } w_1/w_4)^{1/4}= x$	$x/Toplam=x_1$
$(w_2/w_1 \text{ x } w_2/w_2 \text{ x } w_2/w_3 \text{ x } w_2/w_4)^{1/4}= y$	$y/Toplam=x_2$
$(w_3/w_1 \text{ x } w_3/w_2 \text{ x } w_3/w_3 \text{ x } w_3/w_4)^{1/4}=z$	$z/Toplam=x_3$
$(w_4/w_1 \text{ x } w_4/w_2 \text{ x } w_4/w_3 \text{ x } w_4/w_4)^{1/4}= q$	$q/Toplam=x_4$

$$x+y+z+q=Toplam$$

Şekil 3.3: Geometrik Ortalama Yöntemi ile Normalizasyon Süreci

Kaynak: Hafizan, C., Noor, Z. Z., Abba, A. H., & Hussein, N. (2016), "An alternative aggregation method for a life cycle impact assessment using an analytical hierarchy process", Journal of Cleaner Production, 112, 3244–3255.

AHS'deki normalizasyon yalnızca mekanik bir işlem değildir. Alternatifin göreceli üstünlüğüne göre kriterin önceliğini her alternatife tahsis etmemizi sağlayan,

karşılaştırılan alternatiflerin toplam hakimiyeti hakkında bilgiyi de içermektedir (Saaty, 1990).

Normalizasyon işlemi yapıldıktan sonra tutarlılığın kontrol edilmesi gereklidir. Birçok çift karşılaştırması yapıldığında, genellikle bazı tutarsızlıklar ortaya çıkabilir. Buna bir örnek aşağıda verilmiştir. Üç kriterin değerlendirildiğini varsayalım ve karar verici birinci kriterin ikinci kriterden biraz daha önemli olduğunu değerlendirirken ikinci kriter üçüncü kriterden biraz daha önemlidir. Karar vericinin yanlışlıkla üçüncü ölçütün ilk ölçütten eşit veya daha fazla olduğunu değerlendirmesi durumunda belirgin bir tutarsızlık ortaya çıkar. Diğer yandan, karar verici ilk ölçütün üçüncü kriterden biraz daha önemli olduğunu değerlendirirse hafif bir tutarsızlık ortaya çıkar. Tutarlı bir değerlendirme, örneğin, ilk ölçüt üçüncü kriterden daha önemlidir. AHS, sürece dahil olan çift karşılaştırma matrislerinin her birinin oluşturulmasında karar vericinin yaptığı değerlendirmelerin tutarlılığını kontrol etmek için etkili bir tekniği içermektedir (Saaty, 1980).

Matris tamamlandığında, girişlerdeki muhtemel çelişkileri tespit etmek için bir tutarlılık kontrolü yapılabilir. Birkaç ardışık çift karşılaştırması sunulduğunda, birbirleriyle çelişebilir. Bu çelişkilerin sebepleri, örneğin belirsiz tanımlanmış problemler, yeterli bilgi eksikliği (sınırlı rasyonellik olarak bilinir), belirsiz bilgi veya konsantrasyon eksikliği olabilir (Ishizaka & Nemery, 2013).

Tutarlılık oranı aşağıdaki adımlara göre hesaplanır;

- İlk adım olarak göreceli ağırlıkların öz vektörünü ve n'nin her bir matrisi için λ_{max}'ı hesaplanmalıdır.
- İkinci adımda tutarlılık endeksi (CI) değeri hesaplanmalıdır, n'nin her bir matrisi için tutarlılık endeksini $CI = \frac{(\lambda max - n)}{(n-1)}$ formülüne göre hesaplanmaktadır.
- Tutarlılık oranı (CR) daha sonra $CR = \frac{CI}{RI}$ formülünü kullanarak hesaplanmaktadır, burada RI çok sayıda simülasyon koşusundan elde edilen ve rasgele bir seri tutarlılık endeksidir ve matrisin sırasına bağlı olarak değişmektedir (Kousalya et al., 2012).

Tablo 3.2: RI Ortalama Rasgele Tutarlılık Endeksi

Matris Boyutu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Kaynak: Singh, N. P., & Singh, B. (2013), "Vertical handoff decision in 4G wireless networks using multi attribute decision making approach", Wireless Networks, 1203–1211.

RI, Tablo 3.2'de gösterilen rasgele tutarlılık endeksidir. CR eğer 10%' dan fazla olursa karşılaştırmaların değiştirilmesi gerekir (Singh & Singh, 2013). Hesaplanmış CR, 0,10'dan büyük değilse genel olarak kabul edilebilir değerdir. Bununla birlikte, bazı durumlarda, bilgi kaynağı ve veri toplama süreci güvenilirse, 0,20'nin üst sınırına izin verilir (Khamkanya et al., 2012).

Karar kriterlerinin her biri açısından alternatifler birbiriyle karşılaştırıldıktan ve bireysel öncelik vektörleri türetildikten sonra sentez adımına gidilir. Öncelik vektörleri, karar matrisinin sütunları haline gelir (ikili karşılaştırmalarla karar matrisleri ile karıştırılmamalıdır). Kriterlerin önem dereceleri de çift karşılaştırmalar kullanılarak belirlenmiştir. Bu nedenle, bir problemin M alternatifi ve N kriteri varsa, karar vericinin MxM mertebesinde N yargı matrisi ve NxN mertebesinde bir karar matrisi inşa etmesi gerekmektedir. Son olarak, bir karar matrisi verildiğinde, Ai_{AHS} ile gösterilen, kombine edilen tüm kriterler açısından alternatiflerin son öncelikleri, aşağıdaki formüle göre belirlenir (Triantaphyllou & Mann, 1995).

$$A^{i}_{AHS} = \sum_{j=1}^{N} a_{ij}\, w_j \quad i = 1, 2, ,3, ,... M. \qquad (3.3)$$

3.6. Güçlü Yönleri ve Zayıf Yönleri

AHS, zahmetsiz makul bir sistemdir. Gerçek bilgi setleri gerektirmemektedir. AHS'nin yapısı, bilimsel yöntemlerle çalışan bireyin karmaşık sorunlara kullanması için basit bir yol sağlamaktadır (Kaliyamurthi, 2017).

AHS'nin diğer çok kriterli yöntemlere göre avantajları, esnekliği, karar vericilere sezgiselliğine başvurma ve tutarsızlığı kontrol etme kabiliyetidir. Genellikle, kullanıcılar veri girişi çiftli karşılaştırma biçimini basit ve kullanışlı bulmaktadır. Buna ek olarak, AHS yöntemi, bir karar problemini kendi bileşen kısımlarına ayrıştırması ve kriterlerin hiyerarşilerini oluşturması açısından ayrı bir avantaj sağlamaktadır. Bunu yaparak, karar problemi en küçük unsurlarına ayrılır. Burada her bir öğenin önemi (kriter) netleşir. Sınırlı tutarsızlığın kabul edilmesi ve bu konunun yönetilmesi olasılığı, AHP yönteminin bir avantajı olarak düşünülmektedir (Macharis et al., 2004).

AHS hem öznel hem de objektif değerlendirme ölçümlerini yakalamaya yardımcı olur. Değerlendirme ölçümlerinin ve alternatiflerinin tutarlılığını kontrol etmek için yararlı bir mekanizma sağlarken, AHS karar vermedeki önyargıları azaltmaktadır. AHS yöntemi, bireysel çift karşılaştırmalarının geometrik ortalamasını hesaplayarak oy birliği yoluyla grup karar vermeyi desteklemektedir. AHS, ölçümlerin normalde mevcut olmadığı ölçekler tayin edebildiğinden, belirsizlik ve risk durumlarının modeline yardımcı olmak için benzersiz bir konuma sahiptir (Kasperczyk & Knickel, 2004).

Dezavantajları ise; AHS'de sıra tersi probleminden muzdariptir. Bu, bazı durumlarda, alternatiflerin sıralamasının yeni bir alternatif getirildiğinde tersine çevrilebileceği anlamına gelir (bu problem ilk olarak, AHS yöntemi için Barzilai ve diğerleri (1987), Belton ve Gear (1983, 1985) tarafından tanımlanmıştır.) AHS'de, tersine çevirme işleminin, örneğin değerlendirilmekte olan alternatifler dizisine bir kopyanın veya mevcut bir alternatifin bir kopyasının eklenmesi durumunda ortaya çıkması muhtemeldir. Kişinin, birbirini dışlayan alternatifler arasında bir seçim yapmak zorunda olması durumunda, çiftli karşılaştırmaları ideal moda göre yapmalı, böylece tersine dönüş problemlerinden kaçınmalıdır. Diğer durumlarda, sıra tersi mantıklı olabilir. (Macharis et al., 2004). Triantaphyllou (2001) AHS'nin çarpımsal bir başka çeşidi kullanıldığında sıralamanın tersinin mümkün olmadığını kanıtladı. Belton (1986) ve Belton and Dear (1997)'a göre, AHS sıralamasında tersine çevrilmesi için önemli bir konu olarak kriter ağırlıklarının yorumlanması olduğuna değinmiştir. Bununla birlikte, AHS ve bazı başka çeşitleri, birçok kişi tarafından en güvenilir ÇKKV tekniği olarak görülmektedir.

AHS yöntemi toplamsal tip olarak tamamen bir toplama yöntemi olarak düşünülebilir. Bu tür toplama ile ilgili sorun ise, bazı kriterlerde iyi puanlar ile diğer kriterlerdeki puanlar arasındaki dengenin oluşabilmesidir. Ayrıntılı ve çoğunlukla önemli olan bilgiler bu tür birleştirme ile kaybolabilir. (Kasperczyk & Knickel, 2004).

AHS ile karar problemi, içinde ve arasında önemli sayıda ikili karşılaştırmaların tamamlanması gereken bir dizi alt sisteme ayrıştırılır. Bu yaklaşım, yapılacak ikili karşılaştırmaların sayısının çok büyük olabileceği dezavantajına sahiptir ve bu nedenle de ayrıntılı bir işlem haline gelmektedir (özellikle: n(n-1)/2). Ayrıca, AHS yönteminin önemli bir dezavantajı, 9 noktalı ölçeğin kullanımının yapay kısıtlamasıdır. Örneğin, alternatif A alternatif B'den beş kat daha önemliyse, alternatif C'den beş kat daha önemli olan ciddi bir değerlendirme problemi ortaya çıkar. AHS yöntemi, alternatif A'nın alternatif C'den 25 kat daha önemli olduğu gerçeğiyle baş edememektedir (Macharis et al., 2004).

3.7. Kullanım Alanları

İmalat sanayi, üst sıralarda yer alırken, bunu çevre yönetimi ve tarım genel karar sorunları, enerji ve enerji endüstrisi, ulaştırma endüstrisi, inşaat endüstrisi ve sağlık sektörü takip etmektedir. AHS ve Bulanık AHS en çok tercih edilen tekniklerdendir. Eğitim, lojistik, e-ticaret, IT, Ar-Ge, telekomünikasyon, sanayi, finans ve bankacılık, kentsel yönetim, savunma sanayi ve askeri, hükümet, pazarlama, turizm ve eğlence, arkeoloji, denetim, madencilik endüstrisi, spor ve siyaset gibi diğer dikkat çekici uygulama alanlarıdır (Sipahi & Timor, 2010).

Kamu yönetiminde birçok uygulamada kullanılmıştır. Kuzey Carolina eyaleti değerlendirme kriterleri geliştirmek ve satıcılara derecelendirme atamak için kullanılmış ve karar vericiler için kabul edilebilir en iyi fiyatlı bir tedarikçi seçildi. 2001 yılında Adapazarı'nda depremden dolayı oluşan yıkım sonrasında en iyi yeniden yerleştirme yerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. AHS öğrenci kabulünde ve işe alım kararlarında kullanılmıştır. ABD Savunma Bakanlığı, kaynaklarını çeşitli faaliyetlere ayırmak için sık sık ve geniş kapsamlı bir biçimde kullanmaktadır. British Airways 1998'de uçak filosunun tamamı için eğlence sistemi satıcısı seçmek için kullandı. 1999'da Ford Motor Company, AHS'yi müşteri memnuniyetini artırıcı

kriterler için öncelikler oluşturmak için kullandı. IBM, AHS'yi başarılı orta sınıf AS 400 bilgisayarını tasarlarken 1991'de kullandı. ABD'de Nükleer Düzenleme Komisyonu (NRK) üyeleri karar verirken fikir birliğine varmakta zorluk çekmekteydi. AHS'yi kullanarak karar verme süresini 15 ile 20 toplantı kadar azaltırken, bilgi teknolojileri içinde kaynaklarının tahsis edilmesini sağlamıştır (Saaty, 2008).

AHS, ABD ekonomisinin iki kez bir keresinde 1990'larda ve yine 2001'de değişim tarihinin tahmininden, 1976 yılından bu yana cumhurbaşkanlığı seçimlerinin sonucunu tahmin etmek, Bir sonraki dünya satranç şampiyonası maçını kimin ve kaç oyunla kazanacağını, bir işletmedeki farklı şirketlerin pazar payının keskin tahminlerini, kırsaldaki Hindistan'da aile başına düşen ortalama çocuk sayısını, petrol arama, Alaslıların oy kullanan yüzdesi ve benzeri olaylar için yapılan tahmin sonuçlarını içeren çeşitli örneklerle onaylanmıştır. Bu örnekler, sağlanan sayıların doğruluğunu ve süreci doğrulamak ve kontrol etmek için özellikle yararlıdır (Ozdemir & Saaty, 2006).

ABD'de The Boys and Girls Clubs of Greater Washington (BGCGW) adlı Boys and Girls Clubs of the USA'nin en büyük üyesi olan kulüpte, stratejik planlama sürecinin bir parçası olarak 'risk altındaki' gençleri tanımlamaya ihtiyaç duyuldu ve AHS'yi faktörlere göre göreceli öncelikler belirlemek için kullanmışlardır. Grup, fikir birliği sağladı ve şu anda BGCGW stratejik planında kullandıkları standartları belirlenmişitir. ABD Genel Hizmetler İdaresi, yıllık Bilgi Teknolojileri Konseyi ve Denetçi Konseyi toplantılarını, ana bilgi teknolojisi girişimlerine öncelik vermeleri için desteklemek için AHS'yi kullandı. Analitik çerçevelerini iyileştirmek, kriterlerini önceliklendirmek ve daha sonra her BT girişimini kendilerine karşı değerlendirmek için AHS'yi kullanmışlardır. Birkaç askeri ve siyasi başvuru yapılmıştır. Ulusal Füze Savunması'nı kurup kurmayacağına ilişkin kararın analizinde kullanılmıştır. Xerox Corporation, AHS'yi araştırma projelerine yaklaşık bir milyar dolar ayırmak için kullandı. Bir şirket, 1987'de Kuzey Atlantik'teki petrol için sondaj yapmak için en iyi platform türünü seçmek için kullandı. Sporda, hangi futbol takımının Superbowl'a gideceğini tahmin etmek için 1995 yılında kullanıldı (Saaty, 2008).

3.8. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci

3.8.1. Bulanık Küme Teorisi

Bulanık küme teorisi, anlaşılmazlık veya beklenmeyen halden kaynaklanan belirsizlikle başa çıkmak için ilk kez tanıtılmıştır. Bulanık küme teorisi, tanıtımının başlangıcından bu yana, karar vericilerin hatalı olan bilgileri analiz etmeleri ve işlemeleri gereken gerçek dünya sorunlarına hitap etmek için yaygın bir şekilde uygulanmıştır (J.-F. Chen, Hsieh, & Do, 2015).

Bulanık küme teorisi 1920'lerde ve 1930'larda Lukasiewicz ve Tarski tarafından araştırılmış ancak ilk olarak 1965 yılında Zadeh tarafından ortaya çıkmıştır. Bulanık küme teorisi, karar verme sürecinin kapsamını ve yeterliliğini pekiştirecek önemli bir araçtır. Bulanık küme, üyelik fonksiyonuyla tanımlanan özel bir nesne sınıfıdır (Eyuboglu & Celik, 2016).

Karar analizinde belirsizliği modelleme genellikle bulanık küme teorisine dayanmaktadır. Herhangi bir kümeyi analiz etmek için Zadeh, [0,1] aralığına ait bir numarayı kümenin her öğesine ilişkilendirir; bu sayı, o öğenin üyelik derecesini kümeye gösterir. Bir unsurun bir parçası olabildiğini ölçmek için yalnızca bir değeri atamak, bulanık küme teorisinin ana özelliğidir (Tavana, Zareinejad, Di Caprio, & Kaviani, 2016). Genel olarak, düşünme süreci, mantık çıkarımı ve ortam etrafındaki biliş çoğu zaman belirsizdir. Bu nedenle, keskin değerli sonuçlar sunan geleneksel analitik yöntemler genellikle belirsiz olan gerçek hayat senaryoları için yeterli değildir. Bulanık küme kuramı bulanık sayıları ve işlem algoritması, belirsiz verilerin ifadesini ve iletilmesini karakterize etmek için verimli bir şekilde kullanılabilir (Chou, Liang, & Chang, 2013).

3.8.2. Üçgen Bulanık Sayılar

X söyleminin bir evrende, X'in bulanık bir alt kümesi A, X'deki her bir x elemanı [0, 1] aralığında gerçek bir sayıya eşleyen bir üyelik fonksiyonu f_A (x) ile tanımlanır. İşlev değeri f_A (x), A'daki x üyeliği derecesini temsil eder. Bulanık sayı A gerçekte R üçgen bulanık sayıdır ve R bu fonksiyonun bir üyesi ise $f_A{:}R \rightarrow [0,1]$

$$f_A(x) = \begin{cases} \frac{x-c}{(a-c)}, c \leq x \leq a \\ \frac{x-b}{a-b}, a \leq x \leq b \\ 0, \ diğer \end{cases} \quad (3.4)$$

ile - ∞ < c ≤ a ≤ b < ∞ üçgen bulanık sayılar (c,a,b) olarak gösterilebilir (Chou et al., 2013). *a* parametresi f_A'nın (x) maksimum derecesini verir, yani f_A (*a*) = 1; değerlendirme verisinin temeldeki olası değeridir. Buna ek olarak, '*c*' ve '*b*', değerlendirme verileri için mevcut alanın alt ve üst sınırlarıdır. Değerlendirme verilerinin bulanıklığını yansıtmak için kullanılırlar. Aralık [*c*, *b*] ne kadar daralırsa değerlendirme verisinin bulanıklığı azalır. Burada, üçgen bulanık sayılar, dilsel değerlerin yaklaşık akıl yürütmeyi belirtmek için kullanılır. Karar vericilerin öznel değerlendirmesini iletmek için kullanılırlar. Bir üçgen bulanık sayı kullanmanın nedeni, karar vericilerin sezgisel kullanımı kolay bulduklarından dolayıdır. Örneğin, "zayıf olarak daha önemli" dilsel değerler (1, 3/2, 2) ile temsil edilebilir. Buna ek olarak, bulanık olmayan sayı, tam sayı, *'a'* (*a*, *a*, *a*) ile gösterilebilir. Örneğin '600'ün (600, 600, 600) ile gösterilebilir. "Sadece eşit" dilsel değeri (1, 1, 1) ile gösterilebilir. Bulanık sayıların cebirsel işlemler ise aşağıda gösterildiği gibi uygulanmaktadır. $A_1=(c_1, a_1, b_1)$ ve $A_2 = (c_2, a_2, b_2)$ bulanık sayılar olsun. Genişletme prensibine göre, herhangi iki bulanık sayı A_1 ve A_2'nin cebirsel işlemleri şu şekilde ifade edilebilir (Chou et al., 2013):

Bulanık toplama: $A_1 + A_2 = (c_1+c_2, a_1+a_2, b_1+b_2)$;

Bulanık çarpma işlemi: $k * A_2 = (kc_2, ka_2, kb_2)$, $k \in R$, $k \geq 0$;

$A_1 * A_2 \cong (c_1c_2, a_1a_2, b_1b_2)$, $c_1 \geq 0$, $c_2 \geq 0$.

Bulanık bölme işlemi: $(A_1)^{-1} = (c_1, a_1, b_1)^{-1} \cong (1/b_1, 1/a_1, 1/c_1)$, $c_1 > 0$;

$A_1 / A_2 \cong (c_1/b_2, a_1/a_2, b_1/c_2)$, $c_1 \geq 0$, $c_2 > 0$.

Bulanık kök alma: $(A_1^{1/n}) \cong (c_1^{1/n}, a_1^{1/n}, b_1^{1/n})$, $c_1 \geq 0$, $n > 1$, $n \in N$.

3.8.3. Dilsel Değerler

Karar vericiler, her iki faktör çifti arasındaki önemi veya tercihi çifte kıyaslarlar. N elemanlı bir seviyede bir problem düşünüldüğünde, bir seviye için çift eşlemelerin her bir kümesi n (n - 1) / 2 yargı gerektirmektedir ve bu da pozitif bir bulanık karşılıklı karşılaştırma matrisi oluşturmak için kullanılmaktadır. Bir faktörün bir diğerinden kıyaslanması, dilbilimsel değişkenler biçimindeki anketlerle yapılabilir. Bir dilsel değişken, değerleri doğal ya da yapay bir dildeki kelimeler ya da duygular olan bir değişkendir (J.-F. Chen et al., 2015).

Bir dilsel değişken, değerleri doğal dilde sözcüklerle ifade edilen bir değişkendir. Örneğin, "ağırlık" çok düşük, düşük, orta, yüksek, çok yüksek vb. değerlere sahip bir dilsel değişkendir. Dilsel değer, bulanık küme kuramının yaklaşık mantığı ile temsil edilebilir (Chou et al., 2013).

AHS farklı ÇKKV sorunlarını çözmek için yaygın bir şekilde uygulanmıştır. Çoğu zaman karar vericiler sadece nicelleştirilmesi gereken kesin bir değer yerine öznel ve belirsiz bir cevap verebilmektedir. AHS'nin geleneksel yöntemleri, problem verilerinde bulanıklık ve belirsizliklerin görüldüğü gerçek dünyadaki karar verme problemi için kullanılmamaktadır. Bu belirsizlikleri ve belirsizliği gidermek için başlangıçta Zadeh tarafından tanıtılan bulanık kümeler uygulanabilir. Bu nedenle, bulanık kavramının AHS ile birleştirilmesi, gerçek dünya problemlerinde geleneksel AHS'den daha uygulanabilir ve daha etkili olabilmektedir (Rezaie, Ramiyani, Nazari-Shirkouhi, & Badizadeh, 2014).

Üçgen bulanık sayıların kullanımı ve yorumlanması kolaydır. Bulanık AHS'de, Saaty'nin AHS'nin dokuz puanlı ölçeği, Tablo 3.3'te gösterilen dilsel değişkenleri ve bunlara karşılık gelen üçgen bulanık sayıları gösteren bir değişime tabi tutulmalıdır. Sürekli ağırlık olan üçgen bulanık sayılara,

$$A=\int x f_A(x)dx \,/\, \int f_A(x)dx \qquad (3.5)$$

denklemi kullanarak bulanıklaştırmak için ağırlık merkezi yöntemi kullanmaktadır. Tablo 3.3'te bulanık AHS'de kullanılan bulanık dil ölçeği verilmektedir (He, Ho, Lee Ka Man, & Xu, 2012).

Tablo 3.3: Bulanık Dil Ölçeği

Dilsel değerler	Üçgen bulanık sayılar
Eşit	(1, 1, 1)
Eşit ve orta	(1.5, 2, 2.5)
Orta	(2.5, 3, 3.5)
Orta ve güçlü arasında	(3.5, 4, 4.5)
Güçlü	(4.5, 5, 5.5)
Güçlü ve çok güçlü arasında	(5.5, 6, 6.5)
Çok güçlü	(6.5, 7, 7.5)
Çok güçlü ve aşırı arasında	(7.5, 8, 8.5)
Aşırı	(9, 9, 9)

Kaynak: He, T., Ho, W., Lee Ka Man, C., & Xu, X. (2012), "A fuzzy AHP based integer linear programming model for the multi-criteria transshipment problem", The International Journal of Logistics Management, 23(1), 159–179.

Bulanık AHS yönteminin uygulanabilmesi için yedi adım (He et al., 2012):

Adım 1: Bulanık AHS çift karşılaştırması

Bulanık çift karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibi yapılandırılmalıdır:

$$\widetilde{M}=\begin{bmatrix} \widetilde{m}_{11} & \widetilde{m}_{12} & \cdots & \widetilde{m}_{1n} \\ \widetilde{m}_{21} & \widetilde{m}_{22} & \cdots & \vdots\ \widetilde{m}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \widetilde{m}_{n1} & \widetilde{m}_{n1} & \cdots & \widetilde{m}_{nn} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} (1,1,1) & \widetilde{m}_{12} & \cdots & \widetilde{m}_{1n} \\ m_{21} & (1,1,1) & \cdots & \widetilde{m}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \widetilde{m}_{n1} & \widetilde{m}_{n2} & \cdots & (1,1,1) \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

Burada n, eleman sayısını, ve $\widetilde{m}_{ij}$, eleman i'nin, her kritere göre j elemanına bulanık karşılaştırma sayısını belirtmektedir. Tablo 3.3'de gösterilen dokuz puanlık ölçek, hangi öğenin daha önemli ve ne kadar önemli olduğuna karar vermek için kullanılabilir.

Adım 2: Bulanık AHS sentezi

$\widetilde{M}$'nın her sütunundaki her girişi ($\widetilde{m}_{ij}$) sütun toplamı ile bölünmesi gereklidir. Bu bölme işlemi sonrasında matris normalleştirilmiş çift karşılaştırma matrisi haline gelmektedir:

$$\widetilde{M}\,' = \begin{bmatrix} \frac{\widetilde{m}_{11}}{\sum_{i\in R}\widetilde{m_{i1}}} & \frac{\widetilde{m}_{11}}{\sum_{i\in R}\widetilde{m_{i2}}} & \cdots & \frac{\widetilde{m}_{1n}}{\sum_{i\in R}\widetilde{m_{in}}} \\ \frac{\widetilde{m}_{21}}{\sum_{i\in R}\widetilde{m_{i1}}} & \frac{\widetilde{m}_{22}}{\sum_{i\in R}\widetilde{m_{i1}}} & \cdots & \frac{\widetilde{m}_{2n}}{\sum_{i\in R}\widetilde{m_{i1}}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\widetilde{m}_{n1}}{\sum_{i\in R}\widetilde{m_{i1}}} & \frac{\widetilde{m}_{n2}}{\sum_{i\in R}\widetilde{m_{i2}}} & \cdots & \frac{\widetilde{m}_{nn}}{\sum_{i\in R}\widetilde{m_{in}}} \end{bmatrix} \tag{3.7}$$

burada R, karşılık gelen elemanlar kümesini göstermektedir, yani R={1, 2, …,n}.

Adım 3. Sütun vektörünü elde etmek için $\widetilde{M}\,'$ matrisinin her satırındaki girişlerin ortalamasını hesaplayın:

$$C = \begin{bmatrix} C_1 \\ . \\ . \\ . \\ C_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{C}_1 \\ . \\ . \\ . \\ \tilde{C}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\left(\frac{\widetilde{m}_{11}}{\sum_{i\in R}\widetilde{m_{i1}}}+\frac{\widetilde{m}_{12}}{\sum_{i\in R}\widetilde{m_{i2}}}+\cdots\frac{\widetilde{m}_{1n}}{\sum_{i\in R}\widetilde{m_{in}}}\right)}{n} \\ . \\ . \\ . \\ \frac{\left(\frac{\widetilde{m}_{n1}}{\sum_{i\in R}\widetilde{m_{i1}}}+\frac{\widetilde{m}_{n2}}{\sum_{i\in R}\widetilde{m_{i2}}}+\cdots\frac{\widetilde{m}_{nn}}{\sum_{i\in R}\widetilde{m_{in}}}\right)}{n} \end{bmatrix} \tag{3.8}$$

burada C_i ve $\tilde{C}_1$ sırasıyla element i'nin yeni ağırlık ve bulanık ağırlıklandırmayı göstermektedir. Burada ve aşağıda, denklem 3.5 ilgili bulanık üçgen sayıları için kullanılmaktadır.

Adım 4: Bulanık tabanlı AHS tutarlılık doğrulaması

$\tilde{A}$ matrisinin i sütunundaki her girişi C_i ile çarpılmalıdır ve ardından, sıra i'deki değerlerin toplamını C_i ile bölüp başka bir sütun vektörü elde etmek için bölünmelidir.

$$\bar{C} = \begin{bmatrix} \overline{C_1} \\ . \\ . \\ . \\ \overline{C_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{c_1\tilde{m}_{11}+c_2\tilde{m}_{12}+\cdots c_n\tilde{m}_{1n}}{c_1} \\ . \\ . \\ . \\ \frac{c_1\tilde{m}_{n1}+c_2\tilde{m}_{n2}+\cdots c_n\tilde{m}_{nn}}{c_n} \end{bmatrix} \tag{3.9}$$

burada $\bar{C}$ ağırlıklı bir toplam vektörünü belirmektedir.

Adım 5: $\tilde{A}$ vektörünün maksimum özdeğerini elde etmek için vektör $\bar{C}$'deki değerlerin ortalamalarını hesaplayın:

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum i \in R\overline{Ci}}{n}$$

Adım 6: Tutarlılık indeksinin hesaplanması:

$$\text{CI}=\frac{\lambda\max - n}{n-1}$$

Adım 7: CR'nin hesaplanması:

$$\text{CR}= \frac{CI}{RI(n)}$$

burada RI (n), değerin Tablo 3.2'de gösterilen n değerine bağlı olduğu rastgele bir dizindir. CR> 0,10 ise, 1. adıma gidilmeli ve bulanık çift karşılaştırma matrisini yeniden oluşturulmalıdır. AHS'de bilinen bulanık önceliklendirme yöntemleri ile karşılaştırıldığında, yukarıda anlatılan bulanık AHS'nin, son puanlar ve sıralama alternatiflerini karşılaştırmak için ilave bir bulanık sıralama yöntemi gerektirmediği, öncelikleri doğrudan türetilebildiği gözlemlenebilmektedir. Bu nokta çok önemlidir, çünkü farklı sıralama prosedürleri genellikle farklı sıralama sonuçları vermektedir.

Bulanık AHS modeli şu şekilde özetlenebilir (Chou et al., 2013):

- Karar vericilerden oluşan bir komite oluşturulmalı ve ardından değerlendirme kriterlerini seçilip ve muhtemel alternatifler belirlenmelidir.
- Kriterler arasındaki göreceli önemi ve çeşitli kriterlere karşı alternatifler arasındaki göreceli uygunluğu tanımlamak için tercih derecelendirmelerini seçilmelidir.
- Sırasıyla çeşitli kriterlere karşı tüm kriterlere ve tüm alternatiflere göre bulanık çift karşılaştırma matrisleri oluşturulmalıdır.
- Sırasıyla, tüm kriterlerin bulanık sentetik kapsamının değerlerini ve çeşitli kriterlere karşı alternatifleri hesaplanmalıdır.
- Kriterlerin ağırlıklandırmalarını ve alternatiflerin bulanık derecelendirmelerini tüm kriterlere göre toplanmalı ve bulanık uygunluk indekslerini elde edilmelidir.
- Bulanık uygunluk indeksleri arasında öncelik olasılığı hesaplanmalıdır.
- En uygun alternatifi veya en iyi alternatifler seçilmelidir.

4. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ İLE HİSSE SENEDİ SEÇİMİ

Yatırım yapmak isteyen insanlar belirsizlik ve risk koşulları altında en doğru kararı vermeleri gerekmektedir ve bu kararı verebilmek kolay bir iş değildir. Bu noktada ÇKKV tekniklerinden yardım almak en doğru kararın verilebilmesine imkan sağlayacaktır. Bu uygulamada ise hisse senedine yatırım yapmak istendiğinde dikkat edilmesi gereken kriterler ve uzman kişilere danışılarak bu kriterlerin önem dereceleri belirlenerek yatırım yapmak istenilen herhangi bir hisse senedi sektörüne uygulama kolaylığı sağlamaktadır.

Bu uygulamada ise hisse senedi seçimi seçenekleri için inşaat ve bayındırlık sektörü seçilmiştir. İnşaat ve bayındırlık sektörü ülkemizde büyük gelişmeler gösteren sektörlerden biridir, gayri safi yurtiçi hasılaya katkısı azımsanmayacak düzeydedir. İnşaat ve bayındırlık sektörü içerisinde demir çelik ürünlerini, çimento, seramik, mermer, boya ve plastik malzemelerini de içermektedir ve bu sayede tek başına gelişen bir sektör değil aynı zamanda sayılan bu yan sanayilerinde gelişimine katkı sağlamaktadır ve etkisi geniş bir alanda olduğundan dolayı büyümeye fayda sağlamaktadır. İnşaat ve bayındırlık sektörünün geniş bir yelpazeye sahip olması ülke içindeki istihdamında büyük bir kısmını karşılamaktadır.

Ülkemiz için bu kadar önemli olan bir sektörde hisse senedi seçimine karar vermek aynı zamanda bu sektördeki şirketlerinde finansal performansının hangi düzeyde olduğunu da ortaya koymaktadır. AHS uygulaması ile performansı iyi olandan kötü olan hisse senedine doğru sıralama elde edilmiştir.

4.1. Hisse Senedi Seçiminde Kullanılan Kriterleri Belirleme

Finans portföyü tavsiyesi, bir kurum ya da özel bir kişiye önerilen bir yatırım koleksiyonunda oluşmaktadır. Varlıkların seçimi ve oranları, portföy önerisinde kilit bir sorun olarak var olmuştur. Getirileri üzerinde belirsizlik olması nedeniyle hangi menkul kıymetlerin seçileceğine karar vermek zordur. Bundan dolayı, beklenen getiriyi en üst düzeye çıkarmak ve seçilen portföyün riskini en iyi duruma getirmek arasında denge kurulması gerekir. Hisse senedi portföy önerisi karmaşık bir çoklu

nitelik sorunudur. Bilimsel metodoloji ve hisse senedi portföy önerisi alanının kişisel deneyimlerinden oluşan kombinasyon, bu alandaki başarıya ulaşılmasını sağlayan önemli bir noktayı oluşturmaktadır. Böylece, portföy yönetimi alanında uzmanların bilgi birikiminin entegrasyonunu sağlamak için tüm gelişmiş araçlar kullanılmaktadır (Fasanghari & Montazer, 2010).

Tiryaki ve Ahlatcioglu (2009), Borsa İstanbul'da yer alan firmalar birincil dış faktörler (Ekonomik, Siyasi, Teknolojik), iç faktörler (Karlılık, Büyüklük, Teknolojik kontrol), yatırımcının hedefleri (kar, güvenlik, uyarılma, kontrol) olmak üzere üç ana kriter temel alınarak firmalar iki Kısıtlı Bulanık AHS yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Cheung ve Liao (2009), Hong Kong Borsasında yer alan beş adet hisse senedi İmge (Firma'nın algılanan pazar imajı) , göstergeler (Temel ekonomik göstergeler), kazançlar (Kabul edilebilir beklenen kazanç düzeyi), takip kaydı (Firmanın işyeri sicili), risk (Kabul edilebilir yatırım riski seviyesi), muhasebe bilgisinin miktarı ve kalitesi (Güvenilir muhasebe bilgisi) olmak üzere altı tane ana kriter üzerinden hisse senedi değerlendirmesi AHS yöntemi kullanılarak yapılmış ve hisse senedi seçimi sağlanmıştır.

Çetin ve Bıtırak (2010), özel kesim ticari bankalar ile katılım bankalarının 2005-2007 yılları arasındaki finansal performansları sermaye yeterliliği; öz kaynaklar/risk ağırlıklı varlıklar, öz kaynaklar/toplam aktifler, (öz kaynaklar–duran aktifler)/toplam aktifler, aktif kalitesi; toplam krediler/toplam aktifler, takipteki krediler (net)/toplam krediler, özel karşılıklar/takipteki krediler, duran aktifler/toplam aktifler, likidite; likit aktifler/toplam aktifler, likit aktifler/kısa vadeli yükümlülükler, karlılık; dönem net karı/toplam aktifler, dönem net karı/toplam öz kaynaklar, gelir ve gider yapısı; net faiz geliri/toplam aktifler, net faiz geliri/toplam faaliyet gelirleri, faiz dışı gelirler/toplam aktifler, faiz dışı gelirler/toplam faaliyet gelirleri ana kriterleri ve on beş alt kriter kullanılarak AHS yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Dinçer ve Görener (2011), kamu, özel ve yabancı sermayeli bankaların sermaye yeterliliği; öz kaynaklar/(kredi+piyasa+operasyonel riske esas tutar), öz kaynaklar/toplam aktifler, öz kaynaklar/(mevduat + mevduat dışı kaynaklar), bilanço

içi döviz pozisyonu/öz kaynaklar, bilanço yapısı; toplam mevduat/toplam aktifler, finansal varlıklar (net)/toplam aktifler, toplam krediler/toplam aktifler, takipteki krediler (net)/toplam krediler, duran aktifler/toplam aktifler, likidite; likit aktifler/toplam aktifler, likit aktifler/kısa vadeli yükümlülükler, likit aktifler/(mevduat + mevduat dışı kaynaklar), karlılık; net dönem karı (zararı)/toplam aktifler, net dönem karı (zararı)/öz kaynaklar, net faaliyet karı(zararı)/toplam aktifler, gelir gider yapısı; özel karşılıklar sonrası net faiz geliri/toplam aktifler, faiz dışı gelirler (net)/toplam aktifler, faiz gelirleri/toplam gelirler, faiz giderleri/toplam giderler, diğer faaliyet giderleri/toplam aktifler, sektör payları; toplam aktifler, toplam krediler, toplam mevduat, grup payları; toplam aktifler, toplam krediler, toplam mevduat, şube odaklı veriler; şube başına toplam aktif, şube başına toplam mevduat, şube başına kredi, şube başına personel, şube başına net kar temelinde ve otuz bir tane alt kriter ile AHS, TOPSIS, VIKOR yöntemlerini kullanarak değerlendirilmiştir.

Stankevičienė ve Mencaitė (2012), Litvanya ticari bankaları değerlendirmesi AHS yöntemi uygulanmıştır. Dokuz tane ticari bankayı müşteri perspektifi; müşteriler için erişilebilirlik, sağlanan hizmetlerin ve ürünlerin sayısı, internet sayfasının değerlendirilmesi, finansal perspektif; nakit ve nakit benzerleri+finansal kuruluşlardan nakit/toplam mevduat, toplam kredi/toplam mevduat, işletme faaliyetlerinden kaynaklanan net nakit akışı/toplam nakit akışı, likidite oranı, işletme maliyeti/faaliyet geliri, kredi kayıp rezervleri/brüt krediler, krediler/net faiz geliri karşılığı, işletme geliri / toplam çalışan sayısı, vergi öncesi kar/öz sermaye, vergiler/varlıklar karı, vergi öncesi kar/faaliyet geliri, toplam pasifler/öz kaynaklar, öz kaynaklar/krediler, toplam mevduatlar/öz sermaye, sermaye yeterliliği standart oranı, niteliksel değerlendirme; ana ortağın desteği, anlam (pazar payı), banka yönetimi, banka vadesi olmak üzere üç ana kriter ve yirmi iki tane alt kriter ile incelenmiştir.

Chen, Li, Dong ve Pan (2013), portföy seçimi sırasında CFAHS (Kısıtlı Bulanık AHS) ve FTOPSIS (Bulanık TOPSIS) kombinasyonunu kullanarak hisse senetlerini sıralamıştır. Ana kriterler olarak C’1 hisse senedi finansal, C’2 sanayi beklentisini ve C’3 hisse senedi değeri, bir şirketi etkileyen kriterlerin ilk seviyesi olarak seçilen üç önemli faktördür. C’1 ana kriterini etkileyen faktörler: pazarının büyümesi, borç ödeme kabiliyeti, nakit akışı, iş kapasitesi, kazanma gücü, C’2 kriterinin niteliği endüstri duyarlığı endeksi ve girişimci beklenti indeksine göre alt kriterlere ayrılarak

analiz edilmiştir. C'3 ise alt kriterlere ayrılmamıştır. Çalışma belirsiz bir ortamda bir sepet hisse senedi oranlarının belirlenmesinde ve oranlanmasında yöntemin etkinliğini kanıtlamıştır.

Rezaie ve arkadaşları (2014), FAHS (bulanık AHS) ve VIKOR yöntemi bir arada kullanılarak uygulanmıştır. Firmanın performans değerlendirmesinde bu yöntem (bulanık AHS-VIKOR) likidite oranları; cari oran, asit test oranı, finansal kaldıraç oranları; borç oranı, öz kaynaklar toplam varlıklara oranı, sabit varlıklar ortaklara hisse oranı, sabit varlıkların uzun vadeli borç oranına oranı, karlılık oranları; net kar marjı oranı, öz kaynak karlılığı, büyüme oranları; satış büyümesi, faaliyet karı büyümesi, öz kaynak büyümesi, varlık büyümesi olan ana kriterler ve on üç alt kriter olmak üzere değerlendirilmiştir.

Tayyar, Akcanlı, Genç ve Erem (2014), Borsa İstanbul'a kayıtlı bilişim ve teknoloji sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin 2005-2011 yılları arasındaki AHS yöntemi ve Gri İlişkisel Analiz yöntemini bir arada uygulayarak şirketler incelenmiştir. Kullanılan kriterler ise; likidite oranları; cari oran, asit-test oranı, nakit oranı, mali yapı oranları; borç oranı, toplam borçlar/öz sermaye oranı, kısa vadeli yabancı kaynakların aktifi karşılama oranı, faaliyet oranları; alacak devir hızı, öz sermaye devir hızı, net çalışma sermayesi devir hızı, karlılık oranları; net kar marjı, öz sermaye karlılığı, aktif karlılığı oranlarıdır.

Shaverdi, Heshmati ve Ramezani (2014), petrokimya endüstrisindeki yedi şirketin bulanık AHS yöntemi ile performans değerlendirmesi yapılmıştır. Değerlendirme yapılırken ana kriter olarak likidite oranı; cari oran, asit test oranı, finansal kaldıraç oranı; borç oranı, uzun vadeli borç/öz kaynaklar, faiz ve vergi öncesi kazanç/faiz giderleri, uzun vadeli borç/toplam varlık, aktivite oranı; stok devir hızı ,toplam aktif devir oranı, sabit varlık devir oranı, alacak muhasebe devir oranı, karlılık oranları; net kar marjı, aktif karlılığı, öz sermaye karlılığı, büyüme oranları; varlık büyümesi, faaliyet karı büyüme, satış büyümesi, öz kaynaklar büyümesi kullanılırken alt kriter olarak da on yedi tane kriter kullanılmıştır.

Avcı Öztürk ve Özçelik (2014), Borsa İstanbul'da kimyasal, petrol, plastik alanındaki şirketlerin finansal performanslarını değerlendirilmiştir. 2010 ile 2012

yılları arasında yirmi firma arasından likidite; cari oran, asit test oranı, finansal kaldıraç; borç oranı, borç-öz kaynak oranı karlılık; öz kaynak karlılığı, aktif karlılığı, net kar marjı, aktivite; alacak devir hızı, toplam aktif devir hızı, stok devir hızı, piyasa tabanlı oranlar; hisse başına kazanç olmak üzere beş ana kriter ve on bir tane de alt kriter ile AHS ve TOPSIS yöntemleri bir arada kullanılarak uygulanmıştır.

Kazan, Ertok ve Ciftci (2015), BİST'de yer alan yedi şirketin mali performansını 2009'dan 2012'ye kadar olan dört yıl arasında incelenmektedir. PROMETHEE ve AHS yöntemleri, finansal analizi değerlendirmek için bir arada kullanılmaktadır. Mali performans hesaplanması büyüme oranları; aktiflerin büyümesi, borç artışı, faaliyet karı artışı, kısa vadeli borç artışı, net borç büyümesi, net kar artışı, net satış büyümesi, hisse büyümesi, uzun vadeli borç artışı, değerleme oranları; fiyat/faaliyet karı, fiyat/nakit akışı, fiyat/satış oranı, fiyat-kazanç, hisse başına kazanç, piyasa değeri, işletim oranları; aktif cirosu, alacaklar cirosu, alacaklar çevrim süresi, cari varlık ciroları, işletme giderleri/net satışlar, envanter ciro, stok döngüsü süresi, ticari borçların cirosu, ticari borçlar döngü süresi, finansal kaldıraç oranları; borç/duran varlıklar, borç varlıkları, borç sermayesi, faaliyet karı/kısa vadeli borç, finansal giderler/net satışlar, kısa vadeli borç/varlıklar, kısa vadeli borç/toplam borç, kısa vadeli borç/kısa vadeli borçlar, kısa vadeli finansal borç/kısa vadeli borç, öz kaynaklar/varlıklar, öz kaynak/maddi varlık, karlılık oranları; varlık getirisi, varlıklar geri dönüşü, brüt kar marjı, faaliyet kar marjı, maliyet/net satışlar, net kar/dönen varlıklar, net kar marjı, öz kaynak karlılığı, likidite oranları; cari oranı, asit test oranı, nakit oranı, dönen varlık/varlıklar, sabit kıymetler/varlıklar, stok/dönen varlıklar olmak üzere altı ana kritere ve elli tane de alt kritere dayanmaktadır.

Solimanpur, Mansourfar ve Ghayour (2015), geri dönüş, risk, beta, likidite, RVAR, TR, Alfa olmak üzere yedi tane kriter kullanarak on iki tane portföy arasından genetik algoritma ve AHS yöntemi uygulanarak optimum portföy seçimi yapılmıştır. Portföy grubunu tanımlamak için genetik algoritmayı (GA) kullanmış, AHS tabanlı karar verme hiyerarşisi kullanılarak optimum bir portföy seçimi yapılmıştır.

Güneysu, Er ve Ar (2015), ticari bankaların 2010-2014 yılları arasındaki finansal performansları sermaye yeterliliği; standart oranı öz kaynaklar/toplam aktifler, (öz kaynaklar-duran aktifler)/toplam aktifler, aktif kalitesi; finansal varlıklar (net)/toplam

aktifler toplam krediler ve alacaklar/toplam aktifler toplam krediler ve alacaklar / toplam mevduat takipteki krediler (brüt)/toplam krediler ve alacaklar, likidite; likit aktifler/toplam aktifler, likit aktifler/kısa vadeli yükümlülükler, likit aktifler/toplam aktifler, karlılık; net dönem karı (zararı)/toplam aktifler, net dönem karı (zararı)/öz kaynaklar, sürdürülen faaliyetler vergi öncesi kar (zarar)/toplam aktifler, gelir–gider yapısı; özel karşılıklar sonrası net faiz geliri/toplam aktifler, özel karşılıklar sonrası net faiz geliri/toplam faaliyet gelirleri (giderleri), faiz dışı gelirler (net)/toplam aktifler kriterleriyle ve alt kriter aracılığı ile AHS ve Gri İlişkiler Analizi yöntemleri bir arada kullanılarak değerlendirmiştir.

Farrokh, Heydari ve Janani (2016), ana metal üreten firmaların FAHS ve VIKOR yöntemi birlikte kullanılarak likidite; cari oran, asit test oranı, finansal kaldıraç; borç oranı, Öz kaynak toplam varlıklara oranı, Sabit varlıkların ortaklara hisse oranı, sabit varlıkların uzun dönem borçlara oranı, karlılık; net kar marjı oranı, öz kaynak karlılığı, büyüme; satış büyümesi, faaliyet karı artışı, öz kaynak büyümesi, varlık büyümesi oranları olmak üzere ve on iki adet alt kriter ile firma değerlendirilmesi yapılmıştır. Bulanık AHS kriterlerin ağırlıklandırılması için kullanılırken, VIKOR yöntemi ise firmaların sıralanmasında kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca VIKOR yöntemi ile elde edilen sıralama TOPSIS yöntemi ile karşılaştırılmıştır, sonuçların nispeten benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Eyüboğlu ve Çelik (2016), on üç enerji şirketinin 2008-2013 yılları arasında likidite; cari oran, asit test oranı, nakit oran, faaliyet; alacak hesap devir hızı, duran varlıklar devir hızı, öz kaynak devir hızı, toplam aktif devir hızı, finansal kaldıraç; borç oranı, borç-öz kaynak oranı, karlılık; öz kaynak karlılığı, aktif karlılığı, net kar marjı ve büyüme; satış büyümesi, varlıklar büyümesi, öz kaynak büyümesi oranları olan beş ana ve on beş alt kriter ile incelenmiştir. Bulanık AHS ve bulanık TOPSIS yöntemi bir arada uygulanmıştır.

Çalışkan ve Eren (2016), 2010-2014 yılları arasındaki kamusal, özel ve yabancı sermayeli mevduat bankalarının finansal değerlendirmesi bilanço yapısı; alınan krediler/toplam aktifler, aktif kalitesi; toplam krediler ve alacaklar/toplam aktifler, takipteki krediler(net)/toplam krediler ve alacaklar, finansal varlıklar (net)/toplam aktifler, likidite; likit aktifler/toplam aktifler, karlılık; net dönem karı (zararı)/toplam

aktifler, net dönem karı (zararı)/öz kaynaklar, gelir –gider yapısı; faiz gelirleri/toplam aktifler, özel karşılıklar sonrası net faiz geliri/toplam faaliyet gelirleri, faaliyet rasyosu; net faaliyet karı (zararı)/toplam aktifler kapsamında on tanede alt kriter belirlenerek AHS ve PROMETHEE yöntemleri birlikte kullanılarak bankaların değerlendirmesi yapılmıştır.

Hatami-Marbini ve Kangi (2017), bulanık TOPSIS yöntemlerinin uygulanmasını yedi otomotiv ve otomotiv parça imalat şirketlerinin bir periyot zamandaki işlem sayısı yani faaliyet seviyesi, likidite mevcudiyeti, şirketin itibarı, yatırım riski, fiyat/kazanç oranı, hisse senedi fiyat dalgalanmaları, hisse başına kazanç, hisse başına temettü kriterleri kullanarak bulanık TOPSIS yöntemini uygulanarak değerlendirmesi yapılmıştır.

Tablo 4.1'de yapılan çalışmalarda hisse senedi seçiminde kullanılan kriterler özetlenmiştir.

Tablo 4.1: Hisse Senedi Seçiminde Kullanılan Kriterler

KİŞİLER	KULLANDIĞI YÖNTEM	KRİTERLER
Tiryaki ve Ahlatcioglu, (2009)	İki Kısıtlı Bulanık AHS	• Ekonomik • Siyasi • Teknolojik • Karlılık • Büyüklük • Teknolojik Kontrol • Kar • Güvenlik • Uyarılma • Kontrol

Cheung ve Liao, (2009)	AHS	• İmge • Göstergeler • Kazançlar • Takip Kaydı • Risk • Muhasebe Bilgisinin Miktarı Ve Kalitesi
Çetin ve Bıtırak, (2010)	AHS	• Sermaye Yeterliliği • Aktif Kalitesi • Likidite • Karlılık • Gelir Ve Gider Yapısı
Dinçer ve Görener, (2011)	AHS, TOPSIS, VIKOR	• Sermaye Yeterliliği • Bilanço Yapısı • Likidite • Karlılık • Gelir Gider Yapısı • Sektör Payları • Şube Odaklı Veriler
Stankevičienė ve Mencaitė, (2012)	AHS	• Müşteri Perspektifi • Finansal Perspektif

		• Niteliksel Değerlendirme
Chen, Li, Dong ve Pan, (2013)	Kısıtlı Bulanık AHS ve Bulanık TOPSIS	• Hisse Senedi Finansal Beklentisi • Sanayi Beklentisi • Hisse Senedi Değeri
Rezaie ve arkadaşları, (2014)	Bulanık AHS ve VIKOR	• Likidite Oranları • Finansal Kaldıraç Oranları • Karlılık Oranları • Büyüme Oranları
Tayyar, Akcanlı, Genç ve Erem, (2014)	AHS ve Gri İlişkisel Analiz	• Likidite Oranları • Mali Yapı Oranları • Faaliyet Oranları • Karlılık Oranları
Shaverdi, Heshmati ve Ramezani, (2014)	Bulanık AHS	• Likidite Oranı • Finansal Kaldıraç Oranı • Aktivite Oranı • Karlılık Oranları • Büyüme Oranları

Avcı Öztürk ve Özçelik, (2014)	AHS ve TOPSIS	• Likidite Oranları • Finansal Kaldıraç Oranları • Karlılık Oranları • Aktivite Oranları • Piyasa Tabanlı Oranlar
Kazan, Ertok ve Ciftci, (2015)	PROMETHEE ve AHS	• Büyüme Oranları • Değerleme Oranları • İşletim Oranları • Finansal Kaldıraç Oranları • Karlılık Oranları • Likidite Oranları
Solimanpur, Mansourfar ve Ghayour, (2015)	Genetik Algoritma ve AHS	• Geri Dönüş • Risk • Beta • Likidite • RVAR • TR • Alfa
Güneysu, Er ve Ar, (2015)	AHS ve Gri İlişkiler Analizi	• Sermaye Yeterliliği • Aktif Kalitesi • Likidite • Karlılık • Gelir–Gider Yapısı

Farrokh, Heydari ve Janani, (2016)	FAHS, VIKOR VE TOPSIS	• Likidite Oranları • Finansal Kaldıraç Oranları • Karlılık Oranları • Büyüme Oranları
Eyüboğlu ve Çelik, (2016)	Bulanık AHS ve bulanık TOPSIS	• Likidite Oranları • Faaliyet Oranları • Finansal Kaldıraç Oranları • Karlılık Oranları • Büyüme Oranları
Çalışkan ve Eren, (2016)	AHS ve PROMETHEE	• Bilanço Yapısı • Aktif Kalitesi • Likidite • Gelir–Gider Yapısı • Faaliyet Rasyosu
Hatami-Marbini ve Kangi,(2017)	Bulanık TOPSIS	• Faaliyet Seviyesi, • Likidite Mevcudiyeti • Şirketin İtibarı • Yatırım Riski • Fiyat/Kazanç Oranı • Hisse Senedi Fiyat Dalgalanmaları • Hisse Başına Kazanç

		• Hisse Başına Temettü

Tablo 4.1'deki daha önceki yıllarda yapılmış olan çalışmalardan yola çıkarak bu çalışmada kullanılacak olan kriter ve alt kriterlerin belirlenmiştir. Çalışmada kullanılacak olan finansal kaldıraç oranları, karlılık oranları, likidite oranları, piyasa temelli oranlar olmak üzere dört adet kriter ve borç oranı, borç/öz sermaye oranı, aktif karlılığı, öz sermaye karlılığı, hisse başına kazanç, cari oran, asit test oranı, fiyat/kazanç oranı, fiyat/defter değeri oranı olmak üzere dokuz adet alt kriterler belirlenmiştir.

Finansal Kaldıraç Oranı: Finansal kaldıraç oranı, şirketin kısa ve uzun vadeli borç yükümlülüklerini karşılama kapasitesini belirtmektedir (Farrokh et al., 2016). Finansal kaldıraç oranı; Borç oranı ve Borç-Öz sermaye Oranı alt kriterlerini içermektedir.

Borç Oranı: Şirket varlıklarının borcunun hangi oranda finanse edildiğini gösterir. Borç, tüm kısa vadeli yükümlülükleri ve uzun vadeli borçlanmaları kapsamaktadır (Moghimi & Anvari, 2014). Bu oran, şirketin toplam yükümlülüklerinin toplam aktiflerine oranını gösteren bir göstergedir. Borç oranı, alacaklılar ve yatırımcılar için şirketin borç miktarının hızlı bir ölçümünü sağlamaktadır (Farrokh et al., 2016). Bu oranı hesaplarken kullanılan formül (4.1)'de gösterilmektedir (Moghimi & Anvari, 2014):

Borç Oranı = Toplam Borçlar/Toplam Aktifler (4.1)

Borç-Öz sermaye Oranı: Öz sermaye ile finanse edilen varlıkların yüzdesini ifade eder. (Farrokh et al., 2016) Bu oranı hesaplarken kullanılan formül (4.2)'de gösterilmektedir: (Avcı Öztürk & Özçelik, 2014).

Borç-Öz sermaye Oranı = Toplam Borç/Öz Sermaye (4.2)

Karlılık Oranı: Karlılık, bir firmanın giderleri aşan gelirler üretme kabiliyetini ifade eder. Karlılık oranları, firmanın kazanç üretme başarısı konusunda çeşitli önlemler sunmaktadır (Moghimi & Anvari, 2014). Bir şirketin uzun vadeli kârlılığı, şirketin hayatta kalması ve hissedarları tarafından yeterli faydaların alınmasını sağlamak için hayati önem taşımaktadır. Karlılık, bir şirketin bir satış gelirinin farklı aşamalarındaki satışlarından elde ettiği kâr miktarını inceler. Karlılık çeşitli şekillerde ölçülebilir (Katchova & Enlow, 2013). Şirketin karlılığını ölçmek için kullanılan Öz sermaye Karlılığı, Aktif Karlılığı, Hisse başına kazanç oranları açıklanmaktadır.

Öz sermaye Karlılığı (ROE): Bu oran, ortak hisse sahiplerinin mülkiyet hakları üzerindeki getiri oranını ölçer. Öz sermaye karlılığı, en önemli mali oranlardan biri olarak görülmektedir (Moghimi & Anvari, 2014). Bu oran, firma performansını öz sermaye ile ilişkili olarak incelemektedir (Katchova & Enlow, 2013). Öz sermaye karlılığı oranı, vergi öncesi net karın öz sermayeye bölünmesi ile ölçülür. Hesaplamada kullanılan formül (4.3)'de gösterilmektedir (Farrokh et al., 2016):

Öz sermaye Karlılığı = Net Kar/Öz sermaye (4.3)

Aktif Karlılığı (ROA): Aktif karlılığı, firma performansını toplam varlıklar açısından incelemektedir (Katchova & Enlow, 2013). Kar üreten varlıkların etkinliğini gösteren şirketin performansının gerçekçi bir şekilde ortaya koyan göstergesidir. Net karın toplam aktiflere bölünmesiyle elde edilmektedir (Chadha & Sharma, 2015). Bu oranı hesaplarken kullanılan formül (4.4)'de gösterilmektedir (Feroz, Kim, & Raab, 2003):

Aktif Karlılığı =Net Kar/Toplam Aktifler (4.4)

Hisse Başına Kazanç: Hisse başına kazanç (EPS), bir şirket olarak örgütlenmiş bir işletmedeki her hisse senedinin kazancını göstermektedir. Genellikle bu oranın borsa değerine göre şirketin likidite pozisyonu değişebilir. Edinilen tecrübeler yatırımla ilgili kararlar alırken ve hisse değerini değerlendirirken Hisse Başına Kazanç oranının diğer hissedarlar için çoğunlukla diğer oranlardan daha önemli olduğunu göstermektedir, çünkü bu oran doğrudan şirketin mali durumu ve performansını

yansıtmaktadır. Bu oranı hesaplarken kullanılan formül (4.5)'de gösterilmektedir (Hatami-Marbini & Kangi, 2017):

Hisse Başına Kazanç = Net kar/Hisse Sayısı (4.5)

Likidite Oranı: Likit varlıklar, makul piyasa değeri ile kolaylıkla nakde çevrilebilen varlıklardır ve bir şirketin likidite pozisyonu şu soruların cevabını içermektedir; Firma, mevcut yükümlülüklerini yerine getirebilir mi? Kısaca, likidite oranları bir şirketin kısa vadeli yükümlülüklerini yerine getirme kabiliyeti hakkında bilgi sağlar (Moghimi & Anvari, 2014). Bu oran, şirketin en büyük likit varlıklarını (normalde nakit olarak dönüştürülebilen) kısa vadeli borçlarla karşılaştırmaktadır (Katchova & Enlow, 2013). Sermaye likiditesi, iflas riskinin ana kaynağı olduğu için sermaye likiditesi her şirketin can damarıdır (Hatami-Marbini & Kangi, 2017). Likidite oranını, Cari oran ve Asit- Test oranı alt kriterlerini içermektedir.

Cari Oran: Cari oran cari varlıkların kısa vadeli yükümlülükleri içindeki oranıdır. Bir şirketin mevcut borçlarını ödeyebilme kabiliyetinin belirlenmesinde önemli bir önlemdir ve işletme sermayesinin yeterliliğinin iyi bir ölçüsüdür. Bu oranı hesaplarken kullanılan formül (4.6)'da gösterilmektedir (Moghimi & Anvari, 2014):

Cari oran = Dönen varlıklar/Kısa vadeli borçlar (4.6)

Asit-Test Oranı: Asit-Test Oranı, kısa vadede şirketin finansal durumunu ölçmektedir (Katchova & Enlow, 2013). Asit test oranı, cari orandan daha kararlı sonuçlar veren bir ölçümüdür. Bu oran, mevcut varlıklardan stokların düşülmesi ve kalan kısmının mevcut yükümlülüklere bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Bu oran hesaplanırken kullanılan formül (4.7)'de gösterilmektedir (Moghimi & Anvari, 2014):

Asit-Test Oranı = (Dönen varlıklar-Stoklar)/Kısa vadeli borçlar (4.7)

Piyasa Temelli Oranı: Şirketlerin piyasa performanslarının incelenmesine olanak sağlayan oranlardır. Piyasa Temelli oran kapsamına giren Fiyat/Kazanç Oranı ve Fiyat/Defter Değeri Oranı Piyasa Temelli oranın alt kriterlerini oluşturmaktadır.

Fiyat/Kazanç Oranı: Fiyat/Kazanç (F/K) oranı, şirketlerin beklenen performansı için yaygın olarak kullanılan bir kriterdir ve hisse senedi fiyatlama için bir araç olarak bilinir. Hisse senetlerinin F/K oranı, bir şirketin hisse senedinin hisse başına kazançlarına bölünen bir hisse senedinin fiyatına eşittir. Belli bir hisse senedinin F/K, kısmen ölçülen yıl, şirketin büyüklüğü ve şirketin faaliyet gösterdiği kısım gibi dış etkilerle belirlenir. Bu oran hesaplanırken kullanılan formül (4.8)'de gösterilmektedir (Hatami-Marbini & Kangi, 2017):

F/K Oranı = Hisse Başına Pazar Fiyatı/Hisse Başına Kazanç (4.8)

Fiyat/Defter Değeri Oranı: Bir hisse senedinin piyasa değerini defter değeriyle karşılaştırmak için kullanılan bir orandır. Hesaplanma şekli ise formül (4.9) ve (4.10)'da gösterilmektedir:

F/DD Oranı = Hisse başına piyasa fiyatı/Hisse başına defter değeri (4.9)

Hisse başına defter değeri = Hissedarların Fonları/Hisselerin sayısı (4.10)

Daha düşük bir F/DD oranı, hisse senedinin değerinin düşük olduğu anlamına gelebilir. Bununla birlikte, bir şeyin şirkette temelde yanlış olduğu anlamına gelebilir. Birçok oranda olduğu gibi, bu oran endüstriye göre değişmektedir. Bu oran aynı zamanda, yatırımcının şirketin iflas etmesi durumunda geride bırakılacak olan şirkete çok fazla para verip vermediğinin bir fikrini verir (Roy, 2015).

Hiyerarşik yapı oluşturmak için kriter belirleme ve seçeneklerin belirlenmesi gerekmektedir. Hisse senedi seçiminde kriter belirlenmesi tamamlandıktan sonraki aşamada kullanılacak olan BİST'te inşaat ve bayındırlık sektöründe faaliyet gösteren dokuz adet firma mevcuttur. Bu firmalar arasından 2013, 2014, 2015, 2016 yıllık ve 2017-9 aylık süre içerisinde net kar elde eden şirketlerden oluşan seçenekler Tablo 4.2'de gösterilmektedir.

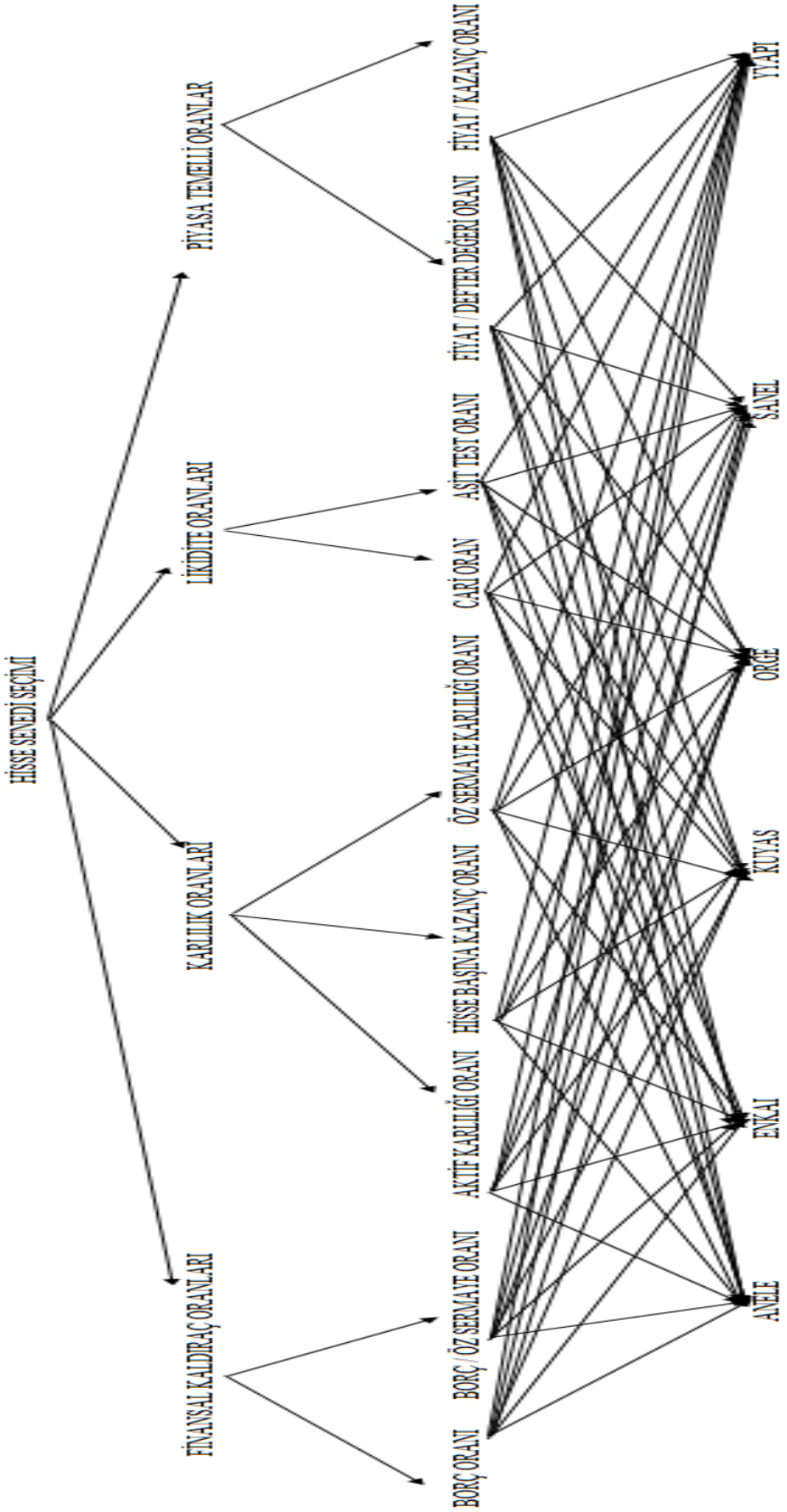
Tablo 4.2: Seçenek Olarak Kullanılan Hisse Senetleri

ANEL ELEKTRİK PROJE TAAHHÜT VE TİCARET A.Ş.	ANELE
EDİP GAYRİMENKUL YATIRIM SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	EDIP*
ENKA İNŞAAT VE SANAYİ A.Ş.	ENKAI
KUYUMCUKENT GAYRİMENKUL YATIRIMLARI A.Ş.	KUYAS
ORGE ENERJİ ELEKTRİK TAAHHÜT A.Ş.	ORGE
SAN-EL MÜHENDİSLİK ELEKTRİK TAAHHÜT SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	SANEL
TÜRKER PROJE GAYRİMENKUL VE YATIRIM GELİŞTİRME A.Ş.	TURGG*
YEŞİL YAPI ENDÜSTRİSİ A.Ş.	YYAPI
YAYLA ENERJİ ÜRETİM TURİZM VE İNŞAAT TİCARET A.Ş.	YAYLA*

- *Şirket 2013, 2014, 2015, 2016 yıllık ve 2017-9 aylık süre içerisinde net kar elde etmediği için çalışmadan çıkarılmıştır.

4.2. Hiyerarşik Yapı, İkili Karşılaştırma Matrisleri ve Tutarlılığın Kontrol Edilmesi

Analitik Hiyerarşi Süreci ile hisse senedi seçiminin uygulanması için ilk aşama amaç, kriter,alt kriter ve seçeneklerin yapısal olarak gösterildiği hiyeraşik yapının oluşturulmasıdır. Şekil 4.1'de gösterildiği gibi hiyerarşik yapıda dört seviye mevcuttur. Hiyerarşik yapıda hisse senedi seçimi amacı birinci seviyedir. Kriterler; finansal kaldıraç oranları, karlılık oranları, likidite oranları, piyasa temelli oranlar olmak üzere ikinci seviyedir ve alt kriterler ise; borç oranı, borç/öz sermaye oranı, aktif karlılığı, öz sermaye karlılığı, hisse başına kazanç, cari oran, asit test oranı, fiyat/kazanç oranı, fiyat/defter değeri oranı üçüncü seviyeyi oluşturmaktadır. ANELE, ENKAI, KUYAS, ORGE, SANEL, YYAPI seçenekleri ise dördüncü seviyeyi oluşturmaktadır.



Şekil 4.1: Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemine Göre Hisse Senedi Seçimi Modeli

Çalışmanın bu kısmında hiyerarşik yapıda da gösterildiği gibi amaca göre her bir kriterlerin ikili karşılaştırılması, kriterlerin kendileri ile bağlantılı olduğu alt kriterler ile ikili karşılaştırması daha sonra her bir alt kriter için her bir seçeneğin ayrı ayrı karşılaştırılmasının yapılmasından sonra ulaşılan ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık oranları hesaplanmıştır, hesaplanan bu oranlar sonuncuda ise, her bir karşılaştırmanın tutarlılık oranı sınırında olan 0,1 oranın altında olduğu sonucuna ulaşılmış ve bunun sonuncuda verilen kararların tutarlı olduğu kanıtlanmıştır.

Tablo 4.3'te amaç ile kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 4.3: Amaca (Hisse Senedi Seçimi) Göre Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

HİSSE SENEDİ SEÇİMİ	FİNANSAL KALDIRAÇ ORANLARI	KARLILIK ORANLARI	LİKİDİTE ORANLARI	PİYASA TEMELLİ ORANLAR
FİNANSAL KALDIRAÇ ORANLARI	1	1/5	3	1/6
KARLILIK ORANLARI		1	7	1/3
LİKİDİTE ORANLARI			1	1/7
PİYASA TEMELLİ ORANLAR				1

Tablo 4.4'de tutarlılık oranı hesaplanmış ve değer 0,08399 çıkmıştır. Bu değer 0,1 den küçük olduğu için de ikili karşılaştırma tutarlıdır. Bu tabloda bulunan dört kriterden en yüksek önceliğe sahip olan kriter Karlılık Oranları kriteridir. En düşük önceliğe sahip olan kriter ise Likidite Oranları kriteridir.

Tablo 4.4: Amaca (Hisse Senedi Seçimi) Göre Kriterlerin Tutarlılık Oranı

Tutarlılık indeksi: 0,08399< 0,1

Kriterler	**Öncelikler**
FİNANSAL KALDIRAÇ ORANLARI	0,09193
KARLILIK ORANLARI	0,30354
LİKİDİTE ORANLARI	0,04763
PİYASA TEMELLİ ORANLAR	0,55690

Tablo 4.5'te Finansal Kaldıraç Oranlarından Borç Oranı ile Borç/Öz Sermaye Oranı kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 4.5: Finansal Kaldıraç Oranlarından Borç Oranı ile Borç/Öz Sermaye Oranı Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

FİNANSAL KALDIRAÇ ORANLARI	BORÇ ORANI	BORÇ/ÖZ SERMAYE ORANI
BORÇ ORANI	1	7
BORÇ/ÖZ SERMAYE ORANI		1

Tablo 4.6'da tutarlılık oranı hesaplanmış ve değer 0,00000 çıkmıştır. Bu değer 0,1 den küçük olduğu için de ikili karşılaştırma tutarlıdır. Finansal Kaldıraç Oranları kriterleri sahip olduğu alt kriterlerden Borç Oranı kriteri Borç/Öz Sermaye Oranı kriterine göre daha önceliklidir.

Tablo 4.6: Borç Oranı ile Borç/Öz Sermaye Oranı Alt Kriterlerin Tutarlılık Oranı

Tutarlılık indeksi: 0,00000< 0,1

Alt Kriterler	Öncelikler
Borç Oranı	0,87500
Borç / Öz Sermaye Oranı	0,12500

Tablo 4.7'de Karlılık Oranlarından Aktif Karlılığı Oranı, Hisse Başına Kazanç Oranı ve Öz Sermaye Karlılığı Oranı kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 4.7: Karlılık Oranlarından Aktif Karlılığı Oranı, Hisse Başına Kazanç Oranı ve Öz Sermaye Karlılığı Oranı Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

KARLILIK ORANLARI	AKTİF KARLILIĞI ORANI	HİSSE BAŞINA KAZANÇ ORANI	ÖZ SERMAYE KARLILIĞI ORANI
AKTİF KARLILIĞI ORANI	1	1/4	5
HİSSE BAŞINA KAZANÇ ORANI		1	8
ÖZ SERMAYE KARLILIĞI ORANI			1

Tablo 4.8'de tutarlılık oranı hesaplanmış ve değer 0,09040 çıkmıştır. Bu değer 0,1 den küçük olduğu için de ikili karşılaştırma tutarlıdır. Bu tabloda Hisse Başına Kazanç Oranı en yüksek önceliğe sahip iken en düşük öneceliğe sahip kriter ise Öz Sermaye Karlılığı Oranı kriteri olmuştur.

Tablo 4.8: Karlılık Oranlarından Aktif Karlılığı Oranı, Hisse Başına Kazanç Oranı ve Öz Sermaye Karlılığı Oranı Alt Kriterlerin Tutarlılık Oranı

Tutarlılık indeksi: 0,09040< 0,1	
Alt Kriterler	**Öncelikler**
Aktif Karlılığı Oranı	0,23704
Hisse Başına Kazanç Oranı	0,69862
Öz Sermaye Karlılığı Oranı	0,06434

Tablo 4.9'da Likidite Oranlarından Asit Test Oranı ile Cari Oran kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 4.9: Asit Test Oranı ve Cari Oran Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

LİKİDİTE ORANLARI	CARİ ORAN	ASİT TEST ORANI
CARİ ORAN	1	7
ASİT TEST ORANI		1

Tablo 4.10'da tutarlılık oranı hesaplanmış ve değer 0,00000 çıkmıştır. Bu değer 0,1 den küçük olduğu için de ikili karşılaştırma tutarlıdır. Likidite Oranları kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırılması sonuncuda Cari Oran kriteri Asit Test Oranı kriterine göre daha önceliklidir.

Tablo 4.10: Asit Test Oranı ve Cari Oran Alt Kriterlerinin Tutarlılık Oranı

Tutarlılık indeksi: 0,00000< 0,1	
Alt Kriterler	**Öncelikler**
Cari Oranı	0,87500
Asit Test Oranı	0,12500

Tablo 4.11'de Piyasa Temelli Oranlarından Fiyat/Defter Oranı ile Fiyat/Kazanç Oranı alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 4.11: Fiyat/Defter Oranı ve Fiyat/Kazanç Oranı Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

PİYASA TEMLLLİ ORANLAR	FİYAT / KAZANÇ ORANI	FİYAT / DEFTER DEĞERİ ORANI
FİYAT / KAZANÇ ORANI	1	6
FİYAT / DEFTER DEĞEERİ ORANI		1

Tablo 4.12'de tutarlılık oranı hesaplanmış ve değer 0,00000 çıkmıştır. Bu değer 0,1 den küçük olduğu için de ikili karşılaştırma tutarlıdır. Piyasa Temelli Oranlarından Fiyat/Defter Oranı ile Fiyat/Kazanç Oranı alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi sonucunda elde edilen değerler ile Fiyat/Kazanç Oranı kriteri Fiyat/Defter Oranı kriterine göre daha önceliğe sahiptir.

Tablo 4.12: Fiyat/Defter Oranı ve Fiyat/Kazanç Oranı Alt Kriterlerinin Tutarlılık Oranı

	Tutarlılık indeksi: 0,00000< 0,1
Alt Kriterler	**Öncelikler**
Fiyat/Kazanç Oranı	0,85714
Fiyat/Defter Oranı	0,14286

Tablo 4.13'te borç oranı ile seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 4.13: Borç Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

Borç Oranı	ANELE	ENKAI	KUYAS	ORGE	SANEL	YYAPI
ANELE	1	1/2	1	1/2	1	1
ENKAI		1	2	1	2	2
KUYAS			1	1/2	1	1
ORGE				1	1	2
SANEL					1	1
YYAPI						1

Tablo 4.14'de Borç Oranına göre seçeneklerin tutarlılık oranı hesaplanmıştır ve hesaplama sonucunda değer 0,00873 çıkmıştır ve bu değer 0,1 den küçük olduğu için de ikili karşılaştırma tutarlıdır. Borç Oranına göre seçeneklerden en yüksek önceliğe

sahip olan hisse senedi ENKAI olurken, en düşük öncelik ise ANELE, KUYAS ve YYAPI hisse senedine aittir.

Tablo 4.14: Borç Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı

Tutarlılık indeksi: 0,00873 < 0,1	
Seçenekler	**Öncelikler**
ANELE	0,12563
ENKAI	0,25127
KUYAS	0,12563
ORGE	0,22742
SANEL	0,14441
YYAPI	0,12563

Tablo 4.15'te Borç/Öz Sermaye Oranı ile seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 4.15: Borç/Öz Sermaye Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

Borç/ Öz sermaye Oranı	ANELE	ENKAI	KUYAS	ORGE	SANEL	YYAPI
ANELE	1	1/5	1	1/3	1/2	1
ENKAI		1	4	2	2	4
KUYAS			1	1/2	1/2	1
ORGE				1	1	1/2
SANEL					1	2
YYAPI						1

Tablo 4.16'da Borç/Öz Sermaye Oranına göre seçeneklerin tutarlılık oranı hesaplanmıştır ve hesaplama sonucunda değer 0,04620 çıkmıştır ve bu değer 0,1 den küçük olduğu için de ikili karşılaştırma tutarlıdır. Borç/Öz Sermaye Oranına göre seçeneklerden en yüksek önceliğe sahip hisse senedi ENKAI, en düşük olansa ANELE'dir.

Tablo 4.16: Borç/Öz Sermaye Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı

Tutarlılık indeksi: 0,04620 < 0,1	
Seçenekler	**Öncelikler**
ANELE	0,08134
ENKAI	0,36689
KUYAS	0,08849
ORGE	0,15972
SANEL	0,17698
YYAPI	0,12659

Tablo 4.17'de aktif karlılığı oranı ile seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 4.17: Aktif Karlılığı Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

Aktif Karlılığı	ANELE	ENKAI	KUYAS	ORGE	SANEL	YYAPI
ANELE	1	1/2	9	1/6	1	1/4
ENKAI		1	9	1/3	2	1/2
KUYAS			1	1/9	1/9	1/9
ORGE				1	6	2
SANEL					1	1/4
YYAPI						1

Tablo 4.18'de Aktif Karlılığı Oranına göre seçeneklerin tutarlılık oranı hesaplanmıştır ve hesaplama sonucunda değer 0,06489 çıkmıştır ve bu değer 0,1 den küçük olduğu için de ikili karşılaştırma tutarlıdır. Aktif Karlılığı Oranına göre seçeneklerden en yüksek önceliğe sahip olan ORGE hisse senedi olurken, en düşük önceliğe sahip olan hisse senedi ise KUYAS olmaktadır.

Tablo 4.18: Aktif Karlılığı Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı

Tutarlılık indeksi: 0,06489 < 0,1	
Seçenekler	**Öncelikler**
ANELE	0,08751
ENKAI	0,14673
KUYAS	0,02014
ORGE	0,40346
SANEL	0,08751
YYAPI	0,25465

Tablo 4.19'da hisse başına kazanç oranı ile seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 4.19: Hisse Başına Kazanç Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

Hisse Başına Kazanç	ANELE	ENKAI	KUYAS	ORGE	SANEL	YYAPI
ANELE	1	1/2	7	1/3	3	1
ENKAI		1	9	1/2	5	2
KUYAS			1	1/9	1/3	1/8
ORGE				1	8	3
SANEL					1	1/3
YYAPI						1

Tablo 4.20'de Hisse Başına Kazanç Oranına göre seçeneklerin tutarlılık oranı hesaplanmıştır ve hesaplama sonucunda değer 0,01969 çıkmıştır ve bu değer 0,1 den küçük olduğu için de ikili karşılaştırma tutarlıdır. Hisse Başına Kazanç Oranına göre seçeneklerden en yüsek önceliğe sahip olan hisse senedi ORGE, en düşük önceliğe sahip olan hisse senedi ise KUYAS'tır.

Tablo 4.20: Hisse Başına Kazanç Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı

Tutarlılık indeksi: 0,01969 < 0,1	
Seçenekler	**Öncelikler**
ANELE	0,14217
ENKAI	0,24503
KUYAS	0,02470
ORGE	0,38959
SANEL	0,05230
YYAPI	0,14621

Tablo 4.21'de Öz Sermaye Karlılığı Oranı ile seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 4.21: Öz Sermaye Karlılığı Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

Öz sermaye Karlılığı	ANELE	ENKAI	KUYAS	ORGE	SANEL	YYAPI
ANELE	1	1	9	1/3	2	1/3
ENKAI		1	9	1/3	2	1/3
KUYAS			1	1/9	1/7	1/9
ORGE				1	5	1
SANEL					1	1/5
YYAPI						1

Tablo 4.22'de Öz Sermaye Karlılığı Oranına göre seçeneklerin tutarlılık oranı hesaplanmıştır ve hesaplama sonucunda değer 0,04181 çıkmıştır ve bu değer 0,1 den küçük olduğu için de ikili karşılaştırma tutarlıdır. Öz Sermaye Karlılığı Oranına göre seçeneklerden en yüksek öncelik ORGE ve YYAPI'ya ait iken, en düşük öncelik ise KUYAS hisse senedine aittir.

Tablo 4.22: Öz Sermaye Karlılığı Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı

Tutarlılık indeksi: 0,04181< 0,1

Seçenekler	**Öncelikler**
ANELE	0,13097
ENKAI	0,13097
KUYAS	0,02114
ORGE	0,31979
SANEL	0,07733
YYAPI	0,31979

Tablo 4.23'te Cari Oran ile seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 4.23: Cari Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

Cari Oran	ANELE	ENKAI	KUYAS	ORGE	SANEL	YYAPI
ANELE	1	1/2	1	1/2	1/2	2
ENKAI		1	2	1	1	3
KUYAS			1	1/2	1/2	2
ORGE				1	1	4
SANEL					1	3
YYAPI						1

Tablo 4.24'te Cari Oranına göre seçeneklerin tutarlılık oranı hesaplanmıştır ve hesaplama sonucunda değer 0,00221 çıkmıştır ve bu değer 0,1 den küçük olduğu için de ikili karşılaştırma tutarlıdır. Cari Orana göre seçeneklerden en yüksek önceliğe sahip hisse senedi ORGE, en düşük öncelik ise YYAPI hisse senedidir.

Tablo 4.24: Cari Orana Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı

Tutarlılık indeksi: 0,00221 < 0,1

Seçenekler	**Öncelikler**
ANELE	0,11949
ENKAI	0,22799
KUYAS	0,11949
ORGE	0,23898
SANEL	0,22799
YYAPI	0,06606

Tablo 4.25'te Asit Test Oranı ile seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 4.25: Asit Test Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

Asit Test Oranı	ANELE	ENKAI	KUYAS	ORGE	SANEL	YYAPI
ANELE	1	1/2	2	1/3	1/2	2
ENKAI		1	4	1	1	4
KUYAS			1	1/5	1/3	1
ORGE				1	2	5
SANEL					1	3
YYAPI						1

Tablo 4.26'da Asit Test Oranına göre seçeneklerin tutarlılık oranı hesaplanmıştır ve hesaplama sonucunda değer 0,00578 çıkmıştır ve bu değer 0,1 den küçük olduğu için de ikili karşılaştırma tutarlıdır. Asit Test Oranına göre seçeneklerden en yüksek önceliğe sahip olan hisse senedi ORGE'dir. En düşük önceliğe ise, KUYAS ve YYAPI hisse senedleri sahiptir.

Tablo 4.26: Asit Test Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı

Tutarlılık indeksi: 0,00578 < 0,1	
Seçenekler	**Öncelikler**
ANELE	0,11410
ENKAI	0,24576
KUYAS	0,06155
ORGE	0,31802
SANEL	0,19902
YYAPI	0,06155

Tablo 4.27'de Fiyat/Kazanç Oranı ile seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 4.27: Fiyat/Kazanç Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

F/K	ANELE	ENKAI	KUYAS	ORGE	SANEL	YYAPI
ANELE	1	1	9	1	1	1/4
ENKAI		1	7	1	1	1/5
KUYAS			1	1/9	1/7	1/9
ORGE				1	1	1/4
SANEL					1	1/5
YYAPI						1

Tablo 4.28'de Fiyat/Defter Değeri Oranına göre seçeneklerin tutarlılık oranı hesaplanmıştır ve hesaplama sonucunda değer 0,03833 çıkmıştır ve bu değer 0,1 den küçük olduğu için de ikili karşılaştırma tutarlıdır. Fiyat/Defter Değeri Oranına göre seçeneklerden en yüksek öncelikler YYAPI hisse senedi sahip olurken, en düşük öncelik ise KUYAS hisse senedine aittir.

Tablo 4.28: Fiyat/Kazanç Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı

Tutarlılık indeksi: 0,03833 < 0,1	
Seçenekler	**Öncelikler**
ANELE	0,13210
ENKAI	0,12121
KUYAS	0,02220
ORGE	0,13210
SANEL	0,12121
YYAPI	0,47118

Tablo 4.29'da Fiyat/Defter Değeri Oranı ile seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 4.29: Fiyat/Defter Değeri Oranının Seçeneklere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

F/DD	ANELE	ENKAI	KUYAS	ORGE	SANEL	YYAPI
ANELE	1	1	1	3	1	1
ENKAI		1	1/2	2	1/2	1/2
KUYAS			1	4	1	1
ORGE				1	1/4	1/4
SANEL					1	1
YYAPI						1

Tablo 4.30'da Fiyat/Defter Değeri Oranına göre seçeneklerin tutarlılık oranı hesaplanmıştır ve hesaplama sonucunda değer 0,00837 çıkmıştır ve bu değer 0,1 den küçük olduğu için de ikili karşılaştırma tutarlıdır. Fiyat / Defter Değeri Oranına göre seçeneklerden en yüksek önceliğe sahip olan hisse senedleri KUYAS, SANEL ve YYAPI olurken, en düşük önceliğe sahip olan ise ORGE hisse senedidir.

Tablo 4.30: Fiyat/Defter Değeri Oranına Göre Seçeneklerin Tutarlılık Oranı

Tutarlılık indeksi: 0,00837 < 0,1	
Seçenekler	**Öncelikler**
ANELE	0,18366
ENKAI	0,12166
KUYAS	0,21297
ORGE	0,05577
SANEL	0,21297
YYAPI	0,21297

Tablo 4.31'de ise çalışmadaki kriterlerden Finansal Kaldıraç Oranları, Karlılık Oranları, Likidite Oranları, Piyasa Temelli Oranlarının öncelikleri, alt kriterlerinden Borç Oranı, Borç/Öz Sermaye Oranı, Hisse Başına Kazanç Oranı, Öz Sermaye Karlılığı Oranı, Aktif Karlılığı Oranı, Cari Oran, Asit Test Oranı, Fiyat/Defter Değeri Oranı, Fiyat/Kazanç Oranı öncelikleri ve sıralaması, ANELE, ENKAI, KUYAS, ORGE, SANEL, YYAPI seçeneklerinin önem dereceleri ve sıralaması gösterilmektedir.

Alt kriterlerin bağlı oldukları kriterlerin öncelikleri ile çarpımı sonucunda ulaşılan alt kriter öncelikleri Tablo 4.31'de gösterilmiştir, önceliklerin hesaplanması:

- $W_{\text{Borç Oranı}}$ =0,09193*0,87500=0,08044
- $W_{\text{Borç/Öz Sermaye Oranı}}$=0,09193*0,12500=0,1149
- $W_{\text{Aktif Karlılığı Oranı}}$=0,30354*0,23704= 0,07195
- $W_{\text{Hisse Başına Kazanç Oranı}}$=0,30354*0,69862= 0,21206
- $W_{\text{Öz Sermaye Karlılığı Oranı}}$=0,30354*0,06434=0,01953
- $W_{\text{Asit Test Oranı}}$=0,04763*0,12500=0,00595
- $W_{\text{Cari Oran}}$=0,04763*0,87500=0,04167
- $W_{\text{F/DD Oranı}}$=0,55690*0,14286=0,07956
- $W_{\text{F/K Oranı}}$=0,55690*0,85714=0,47735

Tablo 4.31'de gösterilen seçeneklerin elde edilen önceliklerinin hesaplaması:

- W_{ANELE}=0,04763((0,07797*0,12500)+(0,5201*0,87500))+0,09193((0,03308*0,87500)+(0,03962+0,12500))+0,30354((0,09509*0,23704)+(0,08785*0,69862)+(0,13386*0,06434))+0,55690((0,14182*0,14286)+(0,13633*0,85714))=0,13337
- W_{ENKAI}=0,04763((0,23443*0,12500)+(0,21220*0,87500))+0,09193((0,45755*0,87500)+(0,38027+0,12500))+0,30354((0,18076*0,23704)+(0,40266*0,69862)+(0,13386*0,06434))+0,55690((0,08404*0,14286)+(0,13633*0,85714))=0,16801
- W_{KUYAS}=0,04763((0,04714*0,12500)+(0,10480*0,87500))+0,09193((0,16084*0,87500)+(0,06302+0,12500))+0,30354((0,07904*0,23704)+(0,02864*0,69862)+(0,07427*0,06434))+0,55690((0,24619*0,14286)+(0,09034*0,85714))=0,05111
- W_{ORGE}=0,04763((0,43354*0,12500)+(0,43096*0,87500))+0,09193((0,07915*0,87500)+(0,25449+0,12500))+0,30354((0,34322*0,23704)+(0,34582*0,69862)+(0,25543*0,06434))+0,55690((0,03558*0,14286)+(0,12145*0,85714))=0,21737
- W_{SANEL}=0,04763((0,17091*0,12500)+(0,16507*0,87500))+0,09193((0,10854*0,87500)+(0,16372+0,12500))+0,30354((0,09509*0,23704)+(0,04151*0,69862)+(0,12624*0,06434))+0,55690((0,24619*0,14286)+(0,12145*0,85714))=0,11804
- W_{YYAPI}=0,04763((0,03602*0,12500)+(0,03436*0,87500))+0,09193((0,16084*0,87500)+(0,09888+0,12500))+0,30354((0,20680*0,23704)+(0,09352*0,69862)+(0,27633*0,06434))+0,55690((0,24619*0,14286)+(0,39411*0,85714))=0,31211
- $W_{seçenek}$=Wlikidite oranı(($Seçenek_{Asit\ Test\ Oranı}$ * $W_{Asit\ Test\ Oranı}$)+($Seçenek_{Cari\ Oran}$*$W_{Cari\ Oran}$))+Wfinansal oran(($Seçenek_{Borç\ Oranı}$*$W_{Borç\ Oranı}$)+($Seçenek_{Borç/Öz\ Sermaye\ Oranı}$*$W_{Borç/Öz\ Sermaye\ Oranı}$)+Wkarlılık oranı(($Seçenek_{Aktif\ Karlılığı\ Oranı}$*$W_{Aktif\ Karlılığı\ Oranı}$)+($Seçenek_{Hisse\ Başına\ Kazanç\ Oranı}$*$W_{Hisse\ Başına\ Kazanç\ Oranı}$)+($Seçenek_{Öz\ Sermaye\ Karlılığı\ Oranı}$*$W_{Öz\ Sermaye\ Karlılığı\ Oranı}$))+Wpiyasa temelli oranlar(($Seçenek_{F/DD\ Oranı}$*$W_{F/DD\ Oranı}$)+($Seçenek_{F/K\ Oranı}$*$W_{F/K\ Oranı}$))

Tablo 4.31: Kriter, Alt Kriter ve Seçeneklerin Önceliklerine Göre Sıralaması

KRİTERLER	ÖNCELİKLER	SIRALAMA
FİNANSAL KALDIRAÇ ORANLARI	0,09193	3
KARLILIK ORANLARI	0,30354	2
LİKİDİTE ORANLARI	0,04763	4
PİYASA TEMELLİ ORANLAR	0,55690	1
ALT KRİTERLER		
BORÇ ORANI	0,08044	3
BORÇ / ÖZ SERMAYE ORANI	0,01149	8
AKTİF KARLILIĞI ORANI	0,07195	5
HİSSE BAŞINA KAZANÇ ORANI	0,21206	2
ÖZ SERMAYE KARLILIĞI ORANI	0,01953	7
CARİ ORAN	0,04167	6
ASİT TEST ORANI	0,00595	9
FİYAT / KAZANÇ ORANI	0,47735	1
FİYAT / DEFTER DEĞERİ ORANI	0,07956	4
SEÇENEKLER		
ANELE	0,13337	4
ENKAI	0,16801	3
KUYAS	0,05111	6
ORGE	0,21737	2
SANEL	0,11804	5
YYAPI	0,31211	1

Kriterlere kendi aralarında bakıldığında Piyasa Temelli Oranlar %56 ile 1. sırada, Karlılık Oranları %30 ile 2. sırada, Finansal Kaldıraç Oranları %9 ile 3. sırada, Likidite Oranları ise %5 ile 4. sırada yer almaktadır. Alt kriterler kendi aralarında önceliklerine bakıldığında Fiyat / Kazanç Oranı %48 ile 1. sırada, Hisse Başına Kazanç Oranı %21 ile 2. sırada, Borç Oranı %8 ile 3. sırada, Fiyat / Defter Değeri Oranı %8 ile 4. sırada, Aktif Karlılığı Oranı %7 ile 5. sırada, Cari Oran %4 ile 6. sırada, Öz Sermaye Karlılığı Oranı %2 ile 7. sırada, Borç / Öz Sermaye Oranı %1 ile 8. sırada, Asit Test Oranı % 0,6 ile 9. sırada yer almaktadır. Seçeneklere kendi aralarında

bakıldığında yatırım yapmak için tercih edilen hisse senetlerinin sıralanmasından YYAPI %31 ile 1. sırada, ORGE %22 ile 2. sırada, ENKAI %17 ile 3. sırada, ANELE %13 ile 4. sırada, SANEL %12 ile 5. sırada, KUYAS %5 ile 6. sırada yer almaktadır. Bu sonuçtaki en büyük etken ise piyasa temelli oranlardan fiyat / kazanç oranıdır. Yani bu çalışma sonucunda seçenekler arasındaki YYAPI (YEŞİL YAPI ENDÜSTRİSİ A.Ş.) hisse senetlerinden en uygun seçim olduğu görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yatırımcılar hisse senedi seçimi sürecinin basit bir karar verme ile verilmesi gereken en doğru sonuca ulaşılamayacağının bilincindedir. Hisse senedi seçimi sürecinde karar vericiler birden çok kriterin etkisinde kalmaktadır, tek bir kriter ile bu işlemi gerçekleştirmek mümkün olmadığı bilinmektedir. Bu süreçte birden çok olan kriterlerin ve alternatiflerin seçiminde yaşanacak olan zorlanmadan dolayı eğer doğru karar verilemezse beklenen kar azalacak ve hedeflenen getiri elde edilemeyecektir. Bu kriterlerin baskısı mevcut iken en doğru kararı verebilmek için ÇKKV tekniklerinden yardım almak gerekmektedir.

Karar verirken sadece sayısal değerler kullanılması yeterli değildir. Bireysel ya da grup şeklinde verilen kararların vasıtası ile sözcükler ile ifade edilen bilginin de kullanılması gereklidir. Yani önem sıralamasında kullanılan 1-9 ölçeğindeki tanımlamalar sözcükler ile ifade edilen bilgiyi kapsamaktadır. Aynı zamanda en doğru kararı verebilmek için nicel ve nitel değerlerin birleştirilmesi gereklidir. En doğru kararı verebilmek için de bu çalışmada ÇKKV tekniklerinden olan AHS yöntemi uygulanmıştır.

AHS yöntemi bireysel ya da grup karar vermeyi destekleyen, problemi aşamalara ayırarak problemi oluşturan unsurların net bir şekilde gözükmesini sağlayarak problemin hiyerarşik yapısının oluşmasını sağlayan, uzman kişilerin değerlendirmesi sonuncunda kriter önceliklerinin değerlendirilmesini ve değerlendirme sonuncunun tutarlı olup olmadığının kontrol edilmesine imkan veren, Super Decision ve Expert Choice yazılım programları ile yöntemin aşamalarının uygulanma süresini kısaltarak zaman tasarrufu sağlayan, hem nesnel hem de nicel değerlendirmeyi bir arada gerçekleştiren ÇKKV tekniklerinden basit ve kullanışlı bir yöntemdir.

Yapılan bu çalışmada; BİST' te inşaat ve bayındırlık sektöründe yer alan hisse senetlerinin seçimi için AHS yöntemi uygulanarak model kurulmuş ve uygulaması yapılmıştır. Hisse senedi seçiminde kullanılacak olan kriterler ve alt kriterler literatür taraması ile belirlenmiş ve uzman kişilerin yardımıyla ikili kıyaslama matrisleri

vasıtasıyla kriter ve alt kriterin öncelikleri belirlenmiştir. Tez çalışmasında anket vasıtasıyla uzman kişilerin karar verdiği önem derecelendirmesinin sonucunda elde edilen kriter öncelikleri objektif ve netliğe sahiptir.

Bu çalışma sonucunda, AHS yönteminin hisse senedi seçiminde seçenekler arasında sıralama yapmaya yarar bir araç olduğu sonucuna varılmıştır. Çünkü AHS sorunu küçük parçalara ayırarak sorunu aşamalarına ayırır. Bunun sonuncunda da sorun daha net bir şekilde açığa kavuşmaktadır. AHS sorunun çözümünü kolaylaştırmakla kalmaz aynı zamanda tutarlılık kontrolü sağladığı için ön yargıyı da azaltarak verilen kararın doğruluğunu da kanıtlar nitelik kazandırmaktadır. Kriterler arasında en yüksek önceliğe sahip Piyasa Temelli Oranlar, alt kriterlerden ise Fiyat/Kazanç Oranı ilk sırada yer almaktadır. Hisse senedi seçenekleri arasından sıralamaya yapılması sonuncuda ise YYAPI ilk sırada yer almıştır.

Hisse senedi seçiminde yapılacak olan diğer çalışmalar, kriterler, alt kriterler ve seçenekler değiştirilebilir, ekleme ve çıkarılma yapılabileceği gibi başka hisse senedi sektörlerinde de denenebilir ve diğer ÇKKV teknikleri her biri tek başına ya da birleştirilerek uygulama yapılması ile hisse senedi seçimi yapılabilmektedir.

KAYNAKLAR

Albadvi, A., Chaharsooghi, S. K., & Esfahanipour, A. (2006), "Decision making in stock trading: An application of PROMETHEE", European Journal of Operational Research, 177(2), 673–683.

Aruldoss, M. (2013), "A Survey on Multi Criteria Decision Making Methods and Its Applications", American Journal of Information Systems, 1(1), 31–43.

Avcı Öztürk, B., & Özçelik, F. (2014), "Financial Performance Evaluation of Firms in BIST Chemical Petroleum Plastic Sector by Using an Integrated Multi-Criteria Decision Making Method", Paradoks Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi, 11(July), 34–62.

Bernasconi, M., Choirat, C., & Seri, R. (2010), "The Analytic Hierarchy Process and the Theory of Measurement" Management Science, 56(4), 699–711.

Boardman Liu, L., Berger, P., Zeng, A., & Gerstenfeld, A. (2008), "Applying the analytic hierarchy process to the offshore outsourcing location decision", Supply Chain Management: An International Journal, 13(6), 435–449.

Çalışkan, E., & Eren, T. (2016), "Bankaların Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Değerlendirilmesi", Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg, (2), 85–107.

Caruth, D. L., Caruth, G. D., & Humphreys, J. H. (2009), "Towards an Experiential Model of Problem Initiated Decision Making", Journal of Management Research, 9(3), 123–132.

Çetin, A. C., & Bıtırak, İ. A. (2010), "Banka Karlılık Performansının Analitik Hiyerarşi Süreci İle Değerlendirilmesi: Ticari Bankalar ile Katılım Bankalarında Bir Uygulama", Journal of Alanya Faculty of Business / Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 2(2), 1–15.

Chadha, S., & Sharma, A. K. (2015), "Capital Structure and Firm Performance: Empirical Evidence from India", Vision: The Journal of Business Perspective, 19(4), 295–302.

Chang, K. (2013), "Combined MCDM approaches for century-old Taiwanese food firm new product development project selection", British Food Journal, 115(8), 1197–1210.

Chen, J.-F., Hsieh, H.-N., & Do, Q. H. (2015), "Evaluating teaching performance based on fuzzy AHP and comprehensive evaluation approach", Applied Soft Computing, 28, 100–108.

Chen, L., Li, B., Dong, S., & Pan, H. (2013), "A combined CFAHP-FTOPSIS approach for portfolio selection", China Finance Review International, 3(4), 381–395.

Cheung, M. T., & Liao, Z. (2009), "Investing in real-world equity markets with

an AHP-based decision framework", Journal of Decision Systems, 18(2), 149–163.

Chitsaz, N., & Banihabib, M. E. (2015), "Comparison of Different Multi Criteria Decision-Making Models in Prioritizing Flood Management Alternatives", Water Resources Management, 29(8), 2503–2525.

Chou, C. H., Liang, G. S., & Chang, H. C. (2013), "A fuzzy AHP approach based on the concept of possibility extent", Quality and Quantity, 47(1), 1–14.

Costa, H. G. (2016), "Graphical interpretation of outranking principles", Journal of Modelling in Management, 11(1), 26–42.

Damghani, K. K., Taghavifard, M. T., & Moghaddam, R. T. (2009), "Decision Making Under Uncertain and Risky Situations", Enterprise Risk Management Symposium Monograph Society of Actuaries, (148), 1–21.

Diaby, V., & Goeree, R. (2014), "How to use multi-criteria decision analysis methods for reimbursement decision-making in healthcare: a step-by-step guide", Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research, 14(1), 81–99.

Dinçer, H., & Görener, A. (2011), "Performance Evaluation Using AHP - VIKOR And AHP - TOPSIS Approaches: The Case of Service Sector", Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, (212), 244–260.

Dweiri, F., Kumar, S., Khan, S. A., & Jain, V. (2016), "Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry", Expert Systems with Applications, 62, 273–283.

Eyüboğlu, K., & Çelik, P. (2016), "Financial Performance Evaluation of Turkish Energy Companies with Fuzzy AHP and TOPSIS Methods", Business and Economics Research Journal, 7(3), 21–37.

Farrokh, M., Heydari, H., & Janani, H. (2016), "Two comparative MCDM approaches for evaluating the financial performance of Iranian basic metals companies", Iranian Journal of Management Studies (IJMS), 9(2), 359–382.

Fasanghari, M., & Montazer, G. A. (2010), "Design and implementation of fuzzy expert system for Tehran Stock Exchange portfolio recommendation", Expert Systems with Applications, 37(9), 6138–6147.

Feroz, E. H., Kim, S., & Raab, R. L. (2003), "Financial statement analysis: A data envelopment analysis approach", Journal of the Operational Research Society, 54(1), 48–58.

Gijsbers, G., Janssen, W., & Odame, H. H. (2017), "In Planning Agricultural Research : A Sourcebook ", CABI.

Güneysu, Y., Er, B., & Ar, İ. M. (2015), "Türkiye'deki Ticari Bankaların Performanslarının AHS ve GİA Yöntemleri ile İncelenmesi", KTU SBE Sos. Bil. Derg., (9), 71–93.

Hafizan, C., Noor, Z. Z., Abba, A. H., & Hussein, N. (2016), "An alternative aggregation method for a life cycle impact assessment using an analytical hierarchy process", Journal of Cleaner Production, 112, 3244–3255.

Harding, R., Hendriks, C., & Faruqi, M. (1998), "Uncertainty, risk and the precautionary principle", Environmental Decision-Making the Roles of Scientists, Engineers and the Public, 163–191.

Hatami-Marbini, A., & Kangi, F. (2017), "An extension of fuzzy TOPSIS for a group decision making with an application to tehran stock exchange", Applied Soft Computing, 52, 1084–1097.

He, T., Ho, W., Lee Ka Man, C., & Xu, X. (2012), "A fuzzy AHP based integer linear programming model for the multi-criteria transshipment problem", The International Journal of Logistics Management, 23(1), 159–179.

Howard, R., & Abbas, A. E. (2015), "Foundations of Decision Analysis ", Global Edition, Pearson.

Ishizaka, A., & Nemery, P. (2013), "Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software", John Wiley-Sons Inc.

K.P.Kaliyamurthi. (2017), "A Comparison of Strengths and Weaknesses for Analytical Hierarchy Process", International Journal of Pure and Applied Mathematics, 116(8), 29–33.

Kasperczyk, N., & Knickel, K. (2004), "Analytic hierarchy process (AHP)", IVM Institute, 1–6.

Katchova, A. L., & Enlow, S. J. (2013), "Financial performance of publicly-traded agribusinesses", Agricultural Finance Review, 73(1), 58–73.

Kazan, H., Ertok, M., & Ciftci, C. (2015), "Application of a Hybrid Method in the Financial Analysis of Firm Performance", Procedia - Social and Behavioral Sciences, 195, 403–412.

Khamkanya, T., Heaney, G., & McGreal, S. (2012), "Introduction of AHP Satisfaction Index for workplace environments", Journal of Corporate Real Estate, 14(2), 80–93.

Kousalya, P., Mahender Reddy, G., Supraja, S., & Shyam Prasad, V. (2012), "Analytical Hierarchy Process approach – An application of engineering education", Mathematica Aeterna, 2(10), 861–878.

Macharis, C., Springael, J., De Brucker, K., & Verbeke, A. (2004), "PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis - Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP", European Journal of Operational Research, 153(2), 307–317.

Malakooti, B. (2012), "Decision making process: Typology, intelligence, and optimization", Journal of Intelligent Manufacturing, 23(3), 733–746.

Mihaela, P. L. (2015), "Personality Variables in Decision - Making", Procedia - Social and Behavioral Sciences, 187, 658–662.

Moghimi, R., & Anvari, A. (2014), "An integrated fuzzy MCDM approach and analysis to evaluate the financial performance of Iranian cement companies", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 71(1–4), 685–698.

Mohamad, S., Aliandrina, D., & Feng, Y. (2005), "Human Errors in Decision Making "Analysis of historical cases"", Munich Personal RePEc Archive, (8171), 0–11.

Morgan, R. (2017), "An investigation of constraints upon fisheries diversification using the Analytic Hierarchy Process (AHP)", Marine Policy, 86, 24–30.

Mühlbacher, A. C., & Kaczynski, A. (2016), "Making Good Decisions in Healthcare with Multi-Criteria Decision Analysis: The Use, Current Research and Future Development of MCDA", Applied Health Economics and Health Policy, 14(1), 29–40.

Muñoz-Porcar, A., Alonso-Nuez, M. J., Flores-García, M., & Duret-Solanas, D. (2015), "The renewal of assets using a tool to aid decision making", Management Decision, 53(7), 1–24.

Natale, S. M., Libertella, A. F., & Rothschild, B. M. (1995), "Decision-making process: The key to quality decisions", American Journal of Management Development, 1(4), 5–8.

Oliveira, M., Fontes, D. B., & Pereira, T. (2013), "Multicriteria Decision Making : A Case Study in the Automobile Industry", Porto, Portugal, School of Economics and Management, University of Porto, 3, 109–128.

Ozdemir, M. S., & Saaty, T. L. (2006), "The unknown in decision making. What to do about it", European Journal of Operational Research, 174(1), 349–359.

Pollard, W. E. (1987), "Decision Making and the Use of Evaluation Research", American Behavioral Scientist, 30(6), 661–676.

Rezaie, K., Ramiyani, S. S., Nazari-Shirkouhi, S., & Badizadeh, A. (2014), "Evaluating performance of Iranian cement firms using an integrated fuzzy AHP-VIKOR method", Applied Mathematical Modelling, 38(21–22), 5033–5046.

Roy, S. G. (2015), "Equity Research : Fundamental and Technical Analysis", International Journal of Science and Research, 4(9), 272–275.

Russo, R. D. F. S. M., & Camanho, R. (2015), "Criteria in AHP: A systematic review of literature", Procedia Computer Science, 55, 1123–1132.

Saaty, R. W. (1987), "The analytic hierarchy process-what it is and how it is used", Mathematical Modelling, 9(3–5), 161–176.

Saaty, T. (1980), "The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill.

Saaty, T. L. (1990), "How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process", European Journal of Operational Research, 48, 9–26.

Saaty, T. L. (2008), "Decision making with the analytic hierarchy process", International Journal of Services Sciences, 1(1), 83.

Sahu, A. K., Sahu, N. K., & Sahu, A. K. (2016), "Application of integrated TOPSIS in ASC index: partners benchmarking perspective", Benchmarking: An International Journal, 23(3), 540–563.

Sen, D. K., Datta, S., Patel, S. K., & Mahapatra, S. S. (2015), "Multi-criteria decision making towards selection of industrial robot", Benchmarking: An International Journal, 22(3), 465–487.

Shaverdi, M., Heshmati, M. R., & Ramezani, I. (2014), "Application of fuzzy AHP approach for financial performance evaluation of iranian petrochemical sector", Procedia Computer Science, 31, 995–1004.

Shen, J.-L. (2012), "Integrated multi-criteria decision-making (MCDM) method combined with decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL) and analytic network process (ANP) in food supplier selection", African Journal of Business Management, 6(12), 4595–4602.

Singh, A., & Malik, S. K. (2014), "Major MCDM Techniques and Their Application - A Review", IOSR Journal of Engineering, 04(05), 15–25.

Singh, N. P., & Singh, B. (2013), "Vertical handoff decision in 4G wireless networks using multi attribute decision making approach", Wireless Networks, 1203–1211.

Sipahi, S., & Timor, M. (2010), "The analytic hierarchy process and analytic network process: an overview of applications", Management Decision, 48(5), 775–808.

Solimanpur, M., Mansourfar, G., & Ghayour, F. (2015), "Optimum portfolio selection using a hybrid genetic algorithm and analytic hierarchy process", Studies in Economics and Finance, 32(3), 379–394.

Stankevičienė, J., & Mencaitė, E. (2012), "The evaluation of bank performance using a multicriteria decision making model: a case study on Lithuanian commercial banks", Technological and Economic Development of Economy, 18(1), 189–205.

Tavana, M., Zareinejad, M., Di Caprio, D., & Kaviani, M. A. (2016), "An integrated intuitionistic fuzzy AHP and SWOT method for outsourcing reverse logistics", Applied Soft Computing Journal, 40, 544–557.

Tayyar, N., Akcanlı, F., Genç, E., & Erem, I. (2014), "BİST' e Kayıtlı Bilişim ve Teknoloji Alanında Faaliyet Gösteren İşletmelerin Finansal Performanslarının Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Gri İlişkisel Analiz (GİA) Yöntemiyle Değerlendirilmesi", Muhasebe ve Finansman Dergisi, 19–40.

Tiryaki, F., & Ahlatcioglu, B. (2009), "Fuzzy portfolio selection using fuzzy analytic hierarchy process", Information Sciences, 179(1–2), 53–69.

Toosi, S. L. R., & Samani, J. M. V. (2014), "A new integrated MADM technique combined with ANP, FTOPSIS and fuzzy max-min set method for evaluating water transfer projects", Water Resources Management, 28(12), 4257–4272.

Triantaphyllou, E., & Mann, S. H. (1995), "Using the Analytic Hierarchy Process for Decision Making in Engineering Applications : Some Challenges", International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice, 2(1), 35–44.

Triantaphyllou, E., Shu, B., Sanchez, S., & Ray, T. (1998), "Multi-criteria decision making: an operations research approach", Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering, 15, 175–186.

Weber, E. U., & Johnson, E. J. (2009), "Decisions under uncertainty", Neuroeconomics: Decision Making and the Brain, 127–144.

Wolny, M. (2016), "Analysis of the Multiple Attribute Decision Making Problem with Incomplete Information about Preferences among the Criteria", Multiple Criteria Decision Making, 11(1985), 187–197.

ÖZGEÇMİŞ

Nurseli İzel Daştan, 19.07.1993 tarihinde İstanbul / Eminönü'nde doğmuştur. 2007-2011 yılında Üsküdar Çengelköy Lisesi'nden mezun olmuştur. 2011 yılında Doğuş Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği (Türkçe) bölümünde öğrenime başlayıp 2015 yılında mezun olmuştur. 2016 yılında Gebze Teknik Üniversitesi, Strateji Bilimi Anabilim Dalı, Strateji Bilimi programında yüksek lisans öğrenime başlamıştır.

EKLER

Ek 1: Anket Formu

Sayın İlgili,

Bu anket formu Gebze Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Strateji Bilimi bölümü tarafından yürütülmekte olan 'Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Süreci İle Hisse Senedi Seçimi' adlı yüksek lisans tezi araştırmasının uygulama kısmı için gereklidir.

Aşağıdaki soru formu BİST'te işlem gören inşaat sektöründeki firmaların (ANEL, ENKAİ, ORGE, KUYAS, SANEL, YYAPI) hisse senedi seçimini etkileyen kriterlerin önem derecesinin belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır. Bu araştırma çalışması akademik bir amaç için kullanılmak üzere bilgiler toplanacaktır.

Çalışma için ayırdığınız zaman ve katkılarınızdan dolayı çok teşekkür ederim. Daha önce yapmış olduğum çalışmalar neticesinde ortaya çıkan kriterlerin önem derecelerini belirlemeniz istenecektir.

Nurseli İzel Daştan

Gebze Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi

Değerlendirmeyi yaparken kullanılacak skala ve skalanın kullanımı ile ilgili genel bilgiler aşağıda verilmektedir:

ÖNEM SKALASI

1	Eşit Önemde	Her iki faktör aynı öneme sahiptir.
3	Biraz Daha Önemli	Bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Gerekli veya Güçlü önemli	Bir faktör diğerine göre kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok Güçlü Önemli	Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle tercih edilmelidir.
9	Aşırı Önemli	Bir faktör diğerine göre çok yüksek derecede önemlidir.
2,4,6,8	Ara Değerler	İki faktör arasında küçük farklar olduğunda kullanılır.

Örnek 1
Eğer kriterleri karşılaştırırken sol taraftaki kriterin sağ taraftaki kritere üstünlüğünün aşırı önemli olduğunu düşünüyorsanız sol taraftaki 9 sayısını işaretlemeniz gerekmektedir.

A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B

Örnek 2
Eğer kriterleri karşılaştırırken sağ taraftaki kriterin sol taraftaki kritere göre biraz daha fazla önemliden daha çok, fakat daha oldukça önemliden daha az önemli olduğunu düşünüyorsanız sağ taraftaki 4 sayısını işaretlemeniz gerekmektedir.

A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B

1. Aşağıdaki kriterleri hisse senedi seçimi yaparken sizin için önemlilik derecesine göre puanlayınız.

Finansal Kaldıraç	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Karlılık
Finansal Kaldıraç	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Likidite
Finansal Kaldıraç	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Piyasa Temelli

Karlılık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Likidite
Karlılık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Piyasa Temelli

Likidite	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Piyasa Temelli

2. Likidite ana kriterine ait olan elemanlar kümesini likiditeye olan etkisi bakımından değerlendiriniz.

Asit Test Oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Cari Oran

3. Finansal Kaldıraç ana kriterine ait olan elemanlar kümesini finansal kaldıraç olan etkisi bakımından değerlendiriniz.

Borç Oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Borç/ Öz sermaye Oranı

4. Karlılık ana kriterine ait olan elemanlar kümesini karlılığa olan etkisi bakımından değerlendiriniz.

Aktif Karlılığı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Hisse Başına Kazanç
Aktif Karlılığı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Öz sermaye Karlılığı

Hisse Başına Kazanç	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Öz sermaye Karlılığı

5. Piyasa Temelli ana kriterine ait olan elemanlar kümesini piyasa temelli olan etkisi bakımından değerlendiriniz.

Fiyat / Defter Değeri Oranı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fiyat / Kazanç Oranı

Ek 2: Kullanılan Değerler

	ANELE	ENKAI	KUYAS	ORGE	SANEL	YYAPI
DÖNEN VARLIKLAR	725.977.465,2	7.790.680	93.522.156,6	55.163.435,8	38.600.104,8	236.101.106,6
TOPLAM VARLIKLAR	936.276.564,2	22.524.266,2	210.687.219,6	72.600.904,6	40.915.547,4	563.740.253,6
KISA VADELİ YÜKÜMLÜLÜKLER	513.527.738	3.095.725	61.843.293,4	17.354.341,6	16.677.942,8	262.329.577,6
UZUN VADELİ YÜKÜMLÜLÜKLER	110.340.073,6	3.159.979,2	63.203.871,4	9.693.955,8	1.780.181,8	65.852.699,4
TOPLAM BORÇ	623.867.811,6	6.255.704,2	125.047.164,8	27.048.297,4	18.458.124,6	328.182.277
ÖZKAYNAKLAR	312.408.752,6	16.268.562	85.640.054,8	45.552.607,2	22.457.422,8	235.557.976,6
ÖDENMİŞ SERMAYE	110.000.000	4.478.378,2	18.257.984,4	16.000.000	12.535.000	232.707.815
NET KAR	29.025.004,40	1.576.929,20	663.541,60	13.207.730,20	1.258.925,60	66.016.619,40
PAY BAŞINA KAZANÇ	0,052772735	0,101419936	0,007268509	0,165096628	0,020086567	0,056737776
STOKLAR	137.363.545,8	777.094,4	56.907.159	1.677.046,6	8.394.860,2	80.915.776,8