T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ

DUYGU CENGİZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İSTATİSTİK ANABİLİM DALI
İSTATİSTİK PROGRAMI

DANIŞMAN
PROF. DR. ALİ HAKAN BÜYÜKLÜ

İSTANBUL, 2012

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ

Duygu CENGİZ tarafından hazırlanan tez çalışması _____ tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ali Hakan BÜYÜKLÜ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Ali Hakan BÜYÜKLÜ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. İbrahim Demir

Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Funda H. Sezgin

İstanbul Üniversitesi

ÖNSÖZ

Hayatın her alanında karşılaşılan karar verme problemleri bu konuda çeşitli yöntemler oluşturulmasını gerekli kılmıştır. Günümüzde incelenmesi ve geliştirilmesi devam edilen bu yöntemler zamandan ve maliyetten tasarruf yapılarak alternatifler arasından en uygununu seçmeyi amaçlamaktadır. Karar verme sürecinde nicel kriterlerin yanında nitel kriterler de dikkate alındığında karmaşıklık ve değerlendirmedeki zorluk da artacaktır. Bunu kolaylaştırmak için çok kriterli karar verme teknikleri geliştirilmiştir.

Bu çalışmada Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden AHP, ELECTRE ve TOPSIS yöntemleri tanımlanarak, gerçek bir karar verme problemi üzerinde uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Tezimin hazırlanması aşamasında bilgi ve deneyimleriyle bana destek veren tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ali Hakan BÜYÜKLÜ' ye, öğrenim hayatım boyunca her konuda yanımda olan ve maddi manevi yardımlarını esirgemeyip beni destekleyen Sevgili babam Yücel CENGİZ, Annem Raziye CENGİZ ve ağabeyim Gökhan CENGİZ' e teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarım boyunca manevi desteği ile bana güç veren Sevgili Eda DOĞAN'a ve tez anketlerime vakit ayırarak katılım gösteren arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Temmuz, 2012

Duygu CENGİZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ……viii

KISALTMA LİSTESİ……x

ŞEKİL LİSTESİ……xi

ÇİZELGE LİSTESİ……xii

ÖZET……xiii

ABSTRACT……xiv

BÖLÜM 1

GİRİŞ……1

1.1 Literatür Özeti……1
1.2 Tezin Amacı……3
1.3 Bulgular……3

BÖLÜM 2

KARAR VERME……5

2.1 Karar Vermenin Öğeleri……5
2.2 Karar Verme Süreci……6
2.2.1. Karar Verme Sürecinin Özellikleri……7
2.3 Karar Verme Türleri……7

BÖLÜM 3

ÇOK KRİTERLİ KATRAR VERME……9

3.1 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri……9
3.2 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Özellikleri.,……11
3.3 Çok Kriterli Karar Vermene Yöntemlerinin Avantaj ve Dezavantajları……12

BÖLÜM 4

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ……13

4.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi Tanımı ve Özellikleri……13
4.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi Gelişimi……14
4.3 Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulama Alanları……15
4.4 AHP Yönteminin Kısıtları ve Katkıları……17
4.5 AHP Yönteminin Aksiyomları……19
4.6 AHP Yönteminin Prensipleri……19
4.7 AHP Yönteminin Aşamaları……20
4.7.1 Karar Probleminin Tanımlanması ……20
4.7.2 Karar Problemine İlişkin Hiyerarşinin Oluşturulması……20
4.7.3 İkili Karşılaştırmaların Yapılması……22
4.7.4 İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması……23
4.7.5 Öncelik Vektörlerinin Hesaplanması……24
4.7.6 Tutarlılık Analizi……27
4.7.6.1 Tutarlılık İndeksi……28
4.7.6.2 Rastgele İndeks……28
4.7.7 Duyarlılık Analizi……29
4.8 AHP Yönteminde Grup Kararı Alınması……29

BÖLÜM 5

ELECTRE YÖNTEMİ……31

5.1 Tanımı ve Özellikleri. ……31
5.2 ELECTRE'nin Temel Kavramları……32
5.2.1 Sıralama İşlemi……32
5.2.2 Çekirdek Grafik Oluşturulması……33
5.3 Uygulama Alanları……33
5.4 ELECTRE Yönteminin Aşamaları.. ……34
5.4.1 Karar Matrisinin Oluşturulması……34
5.4.2 Standart Karar Matrisinin Oluşturulması……34
5.4.3 Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması……35
5.4.4 Uyumluluk ve Uyumsuzluk Setlerinin Belirlenmesi……35
5.4.5 Uyumluluk ve Uyumsuzluk Matrislerinin Oluşturulması. ……36
5.4.6 Uyumluluk Üstünlük ve Uyumsuzluk Üstünlük Matrislerinin Oluşturulması……37
5.4.7 Toplam Üstünlük Matrisinin Oluşturulması……39
5.4.8 Uygunluğu Az Olan Alternatiflerin Elenmesi……39
5.5 ELECTRE Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları……41

BÖLÜM6

TOPSIS YÖNTEMİ……42

6.1 Tanımı ve Özellikleri……42

6.2 Uygulama Alanları……43
6.3 TOPSIS Yönteminin Aşamaları……44
6.3.1 Karar Matrisinin Oluşturulması……44
6.3.2 Standart Karar Matrisinin Oluşturulması……44
6.3.3 Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması……44
6.3.4 İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması……45
6.3.5 Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması……46
6.3.6 İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması……46
6.4 TOPSIS Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları……47

BÖLÜM 7

UYGULAMA ve SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ……48

7.1 Araştırmanın Amacı ve Önemi……48
7.2 Araştırmanın Kapsamı……49
7.3 Araştırmanın Yöntemi.. ……49
7.4 Araştırmanın Örneklemi ve Verilerin Toplanması……50
7.5 En Uygun İş Alternatifinin Seçiminde Kullanılan Değerlendirme Kriterleri……50
7.6 Expert Choice Programı Kullanılarak AHP Yönteminin Uygulanması……52
7.6.1 İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması ve Analizi……56
7.6.1.1 Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi……56
7.6.1.2 Kriter Bazında Alternatiflerin Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması ve Analizi. ……58
7.6.1.2.1 Ekonomik Kazanç Kriteri Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması……59
7.6.1.2.2 Yükselme İmkanı Kriteri Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması……60
7.6.1.2.3 Özlük Haklar Kriteri Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması……61
7.6.1.2.4 Çalışma Temposu Kriteri Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması……63
7.6.1.2.5 Mesai Saatleri Kriteri Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması……64
7.6.1.2.6 Sosyal Hayat Kriteri Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması……66
7.6.1.3 Alternatiflere Ait Sıralamanın Belirlenmesi……67
7.6.1.4 Duyarlılık Analizi.. ……68
7.7 ELECTRE Yöntemi Uygulaması. ……69
7.7.1 Karar Matrisinin Oluşturulması.. ……69
7.7.2 Standart Karar Matrisinin Oluşturulması.. ……71
7.7.3 Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması……72
7.7.4 Uyumluluk ve Uyumsuzluk Setlerinin Belirlenmesi……73
7.7.5 Uyumluluk ve Uyumsuzluk Matrislerinin Oluşturulması.. ……74
7.7.6 Uyumluluk Üstünlük ve Uyumsuzluk Üstünlük Matrislerinin Oluşturulması……76
7.7.7 Toplam Üstünlük Matrisinin Oluşturulması. ……78
7.7.8 Uygunluğu Az Olan Alternatifin Elenmesi……78
7.8 TOPSIS Yöntemi Uygulaması……80
7.8.1 Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması……80
7.8.2 Standart Karar Matrisinin Oluşturulması……82
7.8.3 Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması……82
7.8.4 İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması……83
7.8.5 Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması……83
7.8.6 İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması……84

7.9 Uygulama Sonuçlarının Karşılaştırılması. ……..86

BÖLÜM 8

SONUÇ VE ÖNERİLER.……..88

KAYNAKLAR.. ……91

EK-A

KRİTER BELİRLEME ANKETİ ……..95

EK-B

KARAR VERİCİYE UYGULANAN ANKET VE CEVAPLARI…….96

EK-C

DENEYİMLİ PERSONELLERE UYGULANAN ANKET VE CEVAPLARI……..99

ÖZGEÇMİŞ.....100

SİMGE LİSTESİ

n	Kriter sayısı
a_{ij}	i.kriter ile j. kriterin ikili karşılaştırma değeri
w_i	i özelliğinin ağırlığını
w_j	J kriterinin ağırlığı
A	İkili karşılaştırma matrisi
$\lambda_{\max}$	A matrisinin en büyük özdeğeri
W	$\lambda_{\max}$ özdeğerine karşılık gelen öz vektörü, öncelik vektörü
S	Electre yönteminde sıralama işlemi
$\rightarrow$	Sıralama işleminin grafik gösterimi
a_i	i. alternatif
a_k	k. alternatif
A	Karar matrisi
X_{ij}	Standart karar matrisi
Y_{ij}	Ağırlıklı standart matrisi
C_{kl}	Uyumluluk setleri
D_{kl}	Uyumsuzluk setleri
c_{kl}	Uyumluluk matris elemanı
C	Uyumluluk matrisi
d_{kl}	Uyumsuzluk matris elemanı
D	Uyumsuzluk matrisi
$\bar{c}$	Uyumluluk eşik değeri
$\bar{d}$	Uyumsuzluk eşik değeri
m	Karar noktası sayısı
f_{kl}	Uyumluluk üstünlük matris elemanı
F	Uyumluluk üstün matrisi
g_{kl}	Uyumsuzluk üstünlük matris elemanı
G	Uyumsuzluk üstün matrisi
E	Toplam üstünlük matrisi
e_{kl}	Toplam üstünlük matris elemanı
R_{ij}	Topsis yönteminde standart karar matrisi

r_{ij}	Topsis yönteminde standartlaştırılmış matris elemanı
V_{ij}	Topsis yönteminde ağırlıklı standart karar matrisi
A^*	İdeal çözüm seti
A^-	Negatif ideal çözüm seti
J	Fayda değeri
J'	Kayıp değeri
S_i^*	İdeal ayırım ölçüsü
S_i^-	Negatif ideal ayırım ölçüsü
C_i^*	İdeal çözüme göreli yakınlık

KISALTMA LİSTESİ

AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
CI	Tutarlılık İndeksi (Consistency Index)
CR	Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio)
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
ÇNKV	Çok Nitelikli Karar Verme
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
RI	Rastsal İndeks
TI	Tutarlılık İndeksi
TO	Tutarlılık Oranı
EC	Expert Choice
ELECTRE	Elimination and Choice Translating Reality
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1 Kriterlerin hiyerarşik yapısı……21
Şekil 5.1 Çekirdek grafiği örneği……33
Şekil 7.1 Problem kriterlerin hiyerarşik yapısı……51
Şekil 7.2 Expert Choice programı model yöntemi seçim ekranı……53
Şekil 7.3 Expert Choice programı kayıt yeri seçimi……53
Şekil 7.4 Expert Choice programı uygulama amacı tanımlama ekranı……54
Şekil 7.5 Expert Choice programı kriter giriş ekranı……54
Şekil 7.6 Expert Choice programı kriter ekranı……55
Şekil 7.7 Expert Choice programı diagram sekmesi ekranı……55
Şekil 7.8 Expert Choice programı alternatiflerin giriş ekranı……56
Şekil 7.9 Expert Choice programı tutarsızlık oranı matris ekranı……57
Şekil 7.10 Expert Choice programı Kriterlerin göreli önem değerleri……58
Şekil 7.11 Expert Choice programı ekonomik kazanç matris ekranı……59
Şekil 7.12 Expert Choice programı ekonomik kazanç kriteri göreli baskınlık değerleri……59
Şekil 7.13 Expert Choice programı yükselme imkanı matris ekranı……60
Şekil 7.14 Expert Choice programı yükselme imkanı kriteri göreli baskınlık değerleri……61
Şekil 7.15 Expert Choice programı özlük haklar matris ekranı……61
Şekil 7.16 Expert Choice programı özlük haklar kriteri göreli baskınlık değerleri……62
Şekil 7.17 Expert Choice programı çalışma temposu matris ekranı……63
Şekil 7.18 Expert Choice programı çalışma temposu kriteri göreli baskınlık değerleri……63
Şekil 7.19 Expert Choice programı mesai saatleri matris ekranı……64
Şekil 7.20 Expert Choice programı mesai saatleri kriteri göreli baskınlık değerleri……65
Şekil 7.21 Expert Choice programı sosyal hayat matris ekranı……66
Şekil 7.22 Expert Choice programı sosyal hayat kriteri göreli baskınlık değerleri……66
Şekil 7.23 Expert Choice programı alternatif sıralama ekranı……67
Şekil 7.24 Expert Choice programı dynamic graph seçeneği ekran görüntüsü……68
Şekil 7.25 Expert Choice programı dynamic graph seçeneği ekran görüntüsü-2……69

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 Çok nitelikli karar verme yöntemlerinin sınıflandırılması……11
Çizelge 4.1 AHP'de kullanılan 1-9 temel ölçeği……22
Çizelge 4.2 Rasgele indeks değerleri……28
Çizelge 7.1 Kriterlerin değerleri……52
Çizelge 7.2 Expert choice programı model yöntemi seçim ekranı……53
Çizelge 7.1. Kriterlerin değerleri……52
Çizelge 7.2 Karar vericinin puan dağılımı……70
Çizelge 7.3 Başlangıç karar matrisi……71
Çizelge 7.4 Standart karar matrisi……72
Çizelge 7.5 Ağırlıklı standart karar matrisi……73
Çizelge 7.6 Uyumluluk ve uyumsuzluk setlerinin belirlenmesi……74
Çizelge 7.7 Uyumluluk (C) matrislerinin oluşturulması……75
Çizelge 7.8 Uyumsuzluk (D) matrislerinin oluşturulması……76
Çizelge 7.9 Uyumluluk eşik değerinin hesaplanması……77
Çizelge 7.10 Üstünlük matrislerinin oluşturulması……78
Çizelge 7.11 Electre yöntemi alternatiflerin sıralanması……80
Çizelge 7.11 Topsis yöntemi başlangıç karar matrisi……81
Çizelge 7.12 Topsis yöntemi standart karar matrisi……82
Çizelge 7.13 Topsis yöntemi ağırlıklı standart karar matrisi……83
Çizelge 7.14 Topsis yöntemi ayırım ölçüleri……84
Çizelge 7.15 İdeal çözüme göreli yakınlık değerleri……85
Çizelge 7.16 Topsis yönteminde alternatiflerin sıralanması……85

ÖZET

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ

Duygu CENGİZ

İstatistik Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ali Hakan BÜYÜKLÜ

Nicel ve/veya nitel kriterlere sahip karmaşık problemleri çözmek için Çok Kriterli Karar Verme Problemleri kullanılır. Bu yöntemler karar süreci, kriterlere göre modelleme ve analiz etme sürecini kapsar. Karar verme işlemi, istenilen kriterlerin sağlanması şartı altında alternatifler içerisinde optimal kararın belirlenmesi sürecidir.
Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin uygulama alanı oldukça geniştir. Mikro ölçekte aile planlaması, gayrimenkul alımı, kariyer planlaması, kişisel kararlar, orta ölçekte, işletmelerde yatırım kararları, stratejik kararlar makro ölçekte ise makro ekonomik kararların verilmesi, holdinglerde yatırım kararları gibi problemlerin çözümünde kullanılırlar.

Literatürde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin kullanıldığı birçok çalışma yer almaktadır. Bu çalışmada kariyer planlaması amaçlanmıştır. Çalışmada, en çok kullanılan Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP), ELECTRE ve TOPSIS yöntemleri hakkında teorik bilgi verildikten sonra istatistik bölümünden yeni mezun olmuş bir kişi için iş alternatiflerinden en uygununu seçme problemi çözülmüştür. Böylelikle her üç analiz türü içinde optimal kararı bulup sonuçlarını karşılaştırılmaları yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karar Verme, Çok Kriterli Karar Verme, AHP, Expert Choice, ELECTRE, TOPSIS

ABSTRACT

THE COMPARATIVE ANALYSIS ABOUT MULTI CRITERIA DECISION MAKING

Duygu CENGİZ

Department of Statistic

MSc. Thesis

Advisor: Prof. Dr. Ali Hakan BÜYÜKLÜ

Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Problems are used for solving complex problems with quantitative and/or qualitative criteria. These methods include decision, modeling and analysis process. Decision making activity is the process of determining the optimal decision among the alternatives under the condition of meeting the intended criteria.

MCDM has a wide range of application areas. It may be used in problem solving in family planning, real estate purchasing, career planning, personal decision at micro scale, investment decisions at enterprises or strategic decisions at medium scale, and making economic decisions or investment decisions in holdings at macro scale. Many studies may be found in literature in which MCDM methods are used. The aim of this study is application and comparison of three MCDM methods such as AHP, ELECTRE and TOPSIS on career planning. The study first gives theoretical information about the three widely used MCDM methods, -Analytic Hierarchy Process (AHP), ELECTRE and TOPSIS and then compares the results from the three analysis types in order to find the optimal decision by means of an application.

Key words: Decision Making, Multi Criteria Decision Making, AHP, Expert Choice, ELECTRE, TOPSIS

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Karar verme, günlük hayatın her alanında karşı karşıya kalınan bir durumdur. Kişiler, gruplar veya kurumlar birçok konu karşısında bir veya birden fazla kriteri göz önüne alarak karar vermek durumunda kalırlar. Alınan her karar, karar vericiyi etkileyeceğinden dolayı karar verme konusu önemli bir konudur.

Tek kriter olduğu durumda karar vermek kolaydır fakat birden fazla kriter ve bu kriterlerin de alt kriterlerini göz önüne almak zorunda kalırsak karar verme süreci zorlaşır. Bu tip problemlerin çözümü için Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri geliştirilmiştir. ÇKKV yöntemlerinin birçok çeşidi vardır. Çalışmamızda bu yöntemlerde Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), ELECTRE I ve TOPSIS yöntemleri üzerinde durulmuştur. Bu yöntemlerin uygulama alanları oldukça geniştir.

AHP yöntemi 1970'li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. Saaty, AHP ve özvektör üzerinde durmuş, AHP' ye ilişkin bazı matematiksel kavramlardan bahsetmiştir [5]. Bir diğer çalışmasında Arrow'un teoreminden faydalanarak gerçekleşmesi çok zor olan durumların olasılığını incelemiştir. Bu durumlarda grubun birbiriyle olan uyumsuzluk ve tutarsızlığına belirli derecede izin verilmiştir [11].

Kuruüzüm ve Atsan, AHP yönteminin işletmecilik alanında uygulamalarını yapmıştır [2]. Yaralıoğlu, AHP'yi performans değerlendirmede kullanmıştır [10].

Dağdeviren ve Eren, tedarikçi firma seçiminde AHP yöntemini kullanmıştır [26].

Ramanathen ve Ganesh, çok kriterli kaynak dağıtım problemlerinin çözümünde AHP'yi kullanmışlardır [17].

Yoo ve Choi, havaalanında yolcu kontrollerinde güvenlik önlemlerini geliştirmede AHP'yi kullanmışlardır [18].

Chin, Chiu ve Tummala, ISO 14001 tescili elde edebilmek için strateji geliştirme ve başarı faktörlerini değerlendirmede AHP'yi kullanmışlardır [14].

Ahire ve Rana, bir şirket için en uygun pilot projenin seçiminde AHP'yi kullanmışlardır [19].

Cox, AHP'nin yaygınlaşmaya başladığını ve AHP hakkındaki prosedürün de genelleştirilmeye çalışıldığını vurgulamıştır. Karar vericilere alternatifler arasında karşılaştırma yapabilmeleri için simülasyon tekniğini önermiştir [20].

An, Kim ve Kang, üç farklı modelin doğruluğunu karşılaştırmış bunun sonucunda AHP modelinin diğerlerine göre daha doğru ve güvenilir olduğunu ortaya koymuşlardır. AHP yardımıyla inşaat fiyatlarının tahmin edilmesi konusunu işlemişlerdir [21].

Ayağ, Özdemir ve Uğuz, ERP kurulumu yapmayı amaçlayan firmalar için çok sayıda var olan ERP alternatifleri arasından seçim yapabilmeleri için AHP yöntemini kullanarak karar destek sistemi oluşturmuşlardır [22].

Özdemir, AHP'de geçerlilik ve tutarlılığı incelemiştir [23].

Dağdeviren, Akay ve Kurt, iş değerlendirme sistemi tasarlamışlar ve bunu bir elektrik işletmesinde farklı işlerin değerlendirilmesinde kullanmışlardır [12].

Badri, AHP ve hedef programlamanın global ve her tür yerleşimde birlikte kullanımını incelemiştir [24].

Yurdakul, AHP ve hedef programlamanın üretim teknolojilerinde kullanımının bilgisayar teknolojisi yardımıyla seçimini incelemiştir [25].

ELECTRE yöntemleri, 1966 yılında Bernard Roy tarafından geliştirilmiştir.

Roy, ELECTRE yöntemlerinin teoremlerini açıklamıştır [40].

Soner ve Önüt, havalandırma ve klima üreten bir firmanın, belirli bir ürünü için kullanacağı tedarikçilerine ilişkin verileri kullanarak tedarikçi seçiminde ELECTRE ve AHP yöntemlerini uygulamışlardır [37].

Yürekli, taarruz helikopterleri seçiminde ELECTRE yöntemini uygulamıştır [41].

TOPSIS yöntemi 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından ELECTRE yönteminin temelleri üzerinde geliştirilmiştir.

Dumanoğlu, İMKB'de işlem gören çimento şirketlerinin mali performansını TOPSIS yöntemiyle değerlendirmiştir [45].

Alp ve Engin, trafik kazalarının nedenleri ve sonuçları arasındaki ilişkinin TOPSIS ve AHP yöntemlerini kullanarak analiz etmiştir [47].

Yurdakul ve İç, Türk otomotiv firmalarının performans ölçümünde TOPSIS yöntemi kullanmıştır [46].

1.2 Tezin Amacı

Çalışmamızın amacı, birden fazla kriterin göz önüne alındığı karar verme problemlerinin çözümünde başvurulan çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP, ELECTRE I ve TOPSIS yöntemlerinin incelenmesi ve uygulama yapılarak sonuçların karşılaştırılmasıdır.

Sonuçları doğru yorumlayabilmek için gerçek bir karar problemi olarak, istatistik mezunu olan bir kişinin önüne çıkan iş fırsatlarından hangisini seçeceği problemi alınmıştır. Diğer bir deyişle gerçek bir kariyer planlaması olayı ele alınmıştır. Öncelikle iş seçiminde kişileri etkileyen kriterler araştırılmış ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP, ELECTRE I ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak bu kriterler belirlenmiştir. Daha sonra üç yöntem, gerçek bir karar verme probleminde ayrı ayrı uygulanarak yöntemlerin adımları gösterilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ayrıca AHP yönteminin çözümünde kullanılan Expert Choice programı tanıtılmış ve analizin adımları tek tek verilmiştir.

1.3 Bulgular

AHP, ELECTRE I ve TOPSIS yöntemlerinin uygulamasında, gerçek bir karar verme problemi olarak istatistik bölümünden yeni mezun bir kişi için dört iş alternatifinden bir tanesini seçme problemi ele alınmıştır. Literatür taraması yapılırken bu başlıktaki bir çalışmaya rastlanmadığından dolayı özgün bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

İstatistik bölümünden yeni mezun olan kişi, "Bankada Uzman Yardımcısı" pozisyonu, "Üniversitede Araştırma Görevlisi" pozisyonu, "Belediyede İstatistikçi" pozisyonu ve "Özel Şirkette İstatistikçi" pozisyonu olmak üzere dört alternatiften birini seçme problemiyle karşı

karşıya kalmıştır. Uygulamada, bu dört iş alternatifinden en uygununun seçilmesi probleminde, öncelikle yöntemlerin teorisine uygun nitelikte anketler hazırlanarak veriler toplanmıştır. Toplanan verilerle AHP, ELECTRE I ve TOPSIS yöntemleri adım adım gerçekleştirilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır.

BÖLÜM 2

KARAR VERME

Karar, kişinin hareket bekleyen bir durum karşısında verdiği uygun tepkidir. Karar verme ise birçok alternatiften uygunu seçme işlemidir. Hayat, insanların önlerine çıkan seçenekler karşısında verdikleri kararların toplamıdır. İnsanlar hayatları boyunca gerek kişisel gerek çevresel veya toplumsal konularda önlerine çıkan birçok seçenekten birisini seçmek durumunda kalırlar. Bu durum karşısında bir seçeneği seçme işine karar verme denmektedir [1]. Örneğin araba seçimi, gidilecek okulun seçimi, meslek seçimi gibi konuların hepsi karar vermeyi gerektirir.

Karar verme, hedef ve amaçları gerçekleştirmek amacıyla, var olan alternatiflerden bir tanesini seçme işlemidir [2].

Karar verme, önümüze çıkan rasyonel seçeneklerden bir tanesi seçme işidir. Karar vericinin var olan seçenekler arasından bir seçim, sıralama veya sınıflandırma yaparak bir sorunu çözme sürecidir [3].

Karar vermede kısıtlı rasyonellik söz konusudur. Kısıtlı rasyonellik, ulaşılabilecek en iyi bilgilerle karar vermektir. Çünkü gelecekle ilgili hiçbir zaman tam, kesin ve kusursuz bilgiye sahip olunamaz [4].

Karar verme yaşamın kalitesini arttırmak için gereklidir [5].

2.1 Karar Vermenin Öğeleri

- **Karar Sorunu:** Sorun, kısaca şimdiki durum ile olması istenilen durum arasındaki fark olarak tanımlanabilir. Bundan da çıkarılacağı gibi sorun kelimesi sadece kötü giden ve

yanlış olan durumlarla ilgili değildir. Çünkü sorun kavramı özneldir ve kişiden kişiye göre değişebilir. Bir kişi için endişe verici olarak görülen bir olay, başka bir kişi için bir fırsat olarak görülebilir. Karar sorunu çok iyi düşünülerek doğru bir şekilde ortaya konmalıdır. Çünkü bu adım etkin ve doğru karar vermenin temel adımıdır.

- **Karar Verici:** Karar alma işlemini yapan kişi veya kişilerdir.
- **Amaç:** Karar vermek için öncelikle bir amaç belirlemek gerekir. Alternatifler ve kriterler bu amaca göre oluşturulur. Amaç, gereksiz tanımlardan uzak, öz ve anlaşılır olmalıdır. Amacın iyi tanımlanması sadece istenilen sonuçları belirtmez bu sonuçlara ulaşılabilmesi için ortadan kaldırılması gereken engelleri de belirtmiş olur. Bu yüzden amacı iyi belirtmek çok önemlidir
- **Alternatifler:** Karar vericinin amacını karşılayabilmesi için var olan ve aralarında seçim imkânı olan olayların tamamıdır [4].
- **Kriterler:** Seçeneklerin karşılaştırılmasını sağlayan özelliklerdir. İki türü vardır [6].
  - Nicel Kriterler: Sayısal bir ölçekle tanımlanabilen kriterlerdir.
  - Nitel Kriterler: Sayısal bir ölçekle tanımlanamazlar. İki seçenekten hangisi daha önemli gibi sadece sırasal tercihlerin belirtilebildiği kriterlerdir.

2.2 Karar Verme Süreci

Karar probleminin belirlenmesinden, problemin çözümüne kadar olan süreçtir. Literatüre baktığımızda karar verme sürecinin aşamaları farklı kişiler tarafından farklı noktalarda ayrılarak izlenmiştir [3].

Bu aşamalar genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Problemin tanımlanması ve amacın açık bir şekilde ortaya konması
- Kriterlerin belirlenmesi
- Alternatiflerin belirlenmesi
- Problemin modellenerek çözümünün elde edilmesi
- Kararın uygulanması
- Sonuçların izlenmesi.

Yukarıda da belirtildiği gibi bir karar problemi karşısında, öncelikle problem açık ve anlaşılabilir bir şekilde ortaya konularak amaç belirtilir. Karar probleminin doğru ortaya

konması, tüm aşamaları etkileyeceğinden dolayı etkin ve doğru sonuçlara ulaşma açısından çok önemlidir. Daha sonra kriterler ve seçenekler belirlenerek bunların arasındaki etkileşimi gösteren model kurulur. Bu model, değerlendirmelerin karar verme durumuna uygun bir yöntemle çözülerek sonuçlara ulaşılır [4]. Kararın en uygun biçimde uygulanıp, sonucun bulunmasından sonra seçilen çözümün işleyip işlemediği ve beklenen durumları sağlayıp sağlamadığı izlenmelidir. Diğer bir deyişle, çözümün etkin olup olmadığına bakılmalıdır. Beklenen sonuç ile gerçekleşen sonuç arasında anlamlı farklar çıktığında karar verici hatalı bir çözümle hatalı bir sonuca ulaştığını anlayacak ve kararını düzeltmek için çaba harcayacaktır [6].

2.2.1 Karar Verme Sürecinin Özellikleri

Karar vermek teknik bir konudur. Bilgileri doğru bir şekilde toplamayı, onları yararlı bir hale getirmeyi ve yorumlamayı gerekli kılar. Bu yüzden bilinçli bir seçim için işin uzmanı olmak gerekebilir.

Karar verme, zaman alıcı ve maliyetli bir süreçtir. Karar verme rasyoneldir. Yani karar verirken amaçlara en az harcama ve fedakârlıkla ulaşmanın ön planda tutulması demektir [3].

Karar verme gelecek için bir tahmindir ve planlama yapmayı gerektirir. Bu sebeple kararın verilmesinde ve uygulanmasında koşulların en uygun olduğu zaman dilimi belirlenir. Zaman dilimi belirlendikten sonra sürecin ne zaman başlayacağı ve bilginin toplanıp değerlendirilmesinin ne kadar sürede olacağı konusunda tahmin yürütülür.

Ayrıca karar verme, amaçlara ulaşmak için ortaya çıkan sorunlarla ve belirsizliklerle mücadele ederek neyi ne zaman nasıl yapılacağını ortaya koymaktır [7].

2.3 Karar Verme Türleri

Karar verme çeşitli durumlarda gerçekleştirilebilir.

- Belirlilik Durumunda Karar Verme: Karar verme probleminde amaç, alternatifler ve alternatiflerin getirileri bilinmektedir. Kısacası bütün gerçekler ve ortaya çıkabilecek olayların bilindiği durumdur.
- Risk Durumunda Karar Verme: Karar verme işleminde amaçlar açıktır ancak iki ya da daha fazla gerçekleşme olasılığı olan olaylardan hangisinin gerçekleşeceği

bilinmemektedir. Risk altında karar alma belirlilik altında karar alma ve belirsizlik altında karar almanın uç noktalarıdır.

- Belirsizlik Durumunda Karar Verme: Karar verme işleminde amaç bellidir ancak alternatifler ve alternatiflerin getirileri hakkında bilgi yoktur. Dolayısıyla karar vericiler matematiksel olasılıkları bilmemekte ancak kişisel olarak varsayımlarda bulunulabilmektedir [4].
- Tam Belirsizlik Durumunda Karar Verme: Karar verme işleminde amaç belli değildir. Dolayısıyla alternatifleri oluşturmak ve matematiksel olasılıklarını hesaplamak mümkün değildir. En zor karar verme yöntemidir.
- Rekabet Halinde Karar Verme (Oyun Teorisi) : Karar verme işleminde rekabet olduğu durumlar için geçerlidir. Oyun teorisinde rakiplerin stratejileri karar matrisinde yer almaktadır. Buradaki asıl amaç karar vericinin rakibinden daha fazla kazanç sağlamasıdır. Bu amaç uğruna karar verici bir miktar kaybetmeyi bile göze almaktadır [8].

BÖLÜM 3

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Karar vermede tek bir kriter olduğunda kişinin o kritere göre karar vermesi kolaydır fakat kişilerin günlük yaşamlarında karşılarına çıkan karar verme sorunları, genellikle ikiden fazla ve birbiriyle çelişen karmaşık kriterlere sahiptir. Kriter sayısı arttıkça kişilerin karar vermesi için yapılan işlemler çoğalmakta dolayısıyla karar verme zorlaşmaktadır.

Örneğin, bir araba alırken kişinin değerlendirmesi gereken pek çok kriter vardır. Arabanın motor gücü, modeli, rahatlığı ve fiyatı bunlardan sadece birkaçıdır. Bu kriterlerden birkaçının birbiriyle çeliştiği görülür. Örneğin arabanın fiyatı, arabanın özelliklerinin artmasıyla artacaktır.

ÇKKV yöntemleri, 1960'lı yıllarda, çok kriter olduğu durumda karar verme işlemini kolaylaştıracak bir takım yöntemlerin gerekli görülmesiyle geliştirilmeye başlanmıştır. Öncelikle karar teorisinde ve yöneylem araştırmasında kullanılmış daha sonra mali ve iktisadi alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır.

ÇKKV, karar vericinin sayılabilir sonlu ve sayılamaz seçenekler arasından en az iki kriteri dikkate alarak seçim yapmasıdır. Karar birimlerinin bir alt dalı olan çok kriterli karar verme, karar sürecini kriterlere göre modeller ve analiz eder.

Çok kriterli modeller, elde bulunan ve her biri çoklu ve genellikle çakışan kriterlerle karakterize edilen alternatifler üzerinde tercih kararı verme temeline dayanmaktadır [7].

3.1 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Bir problemin ÇKKV problemi olabilmesi için en az iki tane kriter ve en az iki tane alternatif çözüm olmalıdır.

Literatürde kendine ait karakteristik özelliği olan pek çok ÇKKV yöntemi bulunmaktadır. Alternatif sayısına göre, çok kriterli karar verme yöntemleri aşağıdaki gibi iki gruba ayrılabilmektedir [9].

- Çok Amaçlı Karar Verme: Seçeneklerin bir matematiksel programlama yapısı aracılığıyla dolaylı olarak tanımlandığı sürekli durumda karar vermedir. ÇAKV problemlerinde alternatiflerin sayısı önceden belirlenememektedir. Bu tip problemlerde amaç en iyi alternatifi belirlemektir. Bir tasarım problemidir. Dinamik programlama ve hedef programlama bu grupta sayılabilecek yöntemlerdir.
- Çok Nitelikli (Kriterli) Karar Verme: Alternatiflerin sonlu sayıda olduğu ve açıkça tanımlandığı kesikli durumda karar vermedir. ÇNKV problemlerinde alternatifler önceden belirlenen sayıdadır ve bu alternatiflere ilişkin ulaşılacak başarı düzeyleri bilinmektedir. Bir tasarım probleminden çok seçim problemidir. Bu çalışmada kullanacağımız AHP, ELECTRE ve TOPSIS yöntemleri bu grupta sayılabilecek yöntemlerdir.

Aşağıdaki tabloda ÇNKV yöntemlerinin sınıflandırılmasını gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Çok nitelikli karar verme yöntemlerinin sınıflandırılması [9]

<table>
<tr><th></th><th>Karar Vericiden Gelen Bilgi</th><th>Bilginin Önem Durumu</th><th>Yöntemin Temel Sınıfı</th></tr>
<tr><td rowspan="6">ÇOK NİTELİKLİ KARAR VERME</td><td>Bilgi Yok</td><td></td><td>Dominant
Maxmin
Minmax</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Niteliklere Ait Bilgi</td><td>Standart Seviye</td><td>Birleşik
Birleşik Olmayan</td></tr>
<tr><td>Ordinal</td><td>Permütasyon ile
Lexicographic
Eliminasyon</td></tr>
<tr><td>Kardinal</td><td>Doğrusal Atama
SAW
AHP
ELECTRE
TOPSIS</td></tr>
<tr><td>İkamenin Marjinal Oranı</td><td>Hiyerarşik Değişim</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Alternatiflere Ait Bilgi</td><td>Tercihler</td><td>LINMAP
İnteraktif SAW</td></tr>
<tr><td>Yakınlık Sıralaması</td><td>MDS</td></tr>
</table>

Bu çalışmada ÇKKV yöntemlerinden AHP, ELECTRE I ve TOPSIS yöntemleri üzerinde durulacaktır.

3.2 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Özellikleri

Çok kriterli karar verme yalnızca araçlar, teknikler veya algoritmalar ile yürütülemeyen, insana özgü yönetimsel bir görevdir. Bu yöntemlerde, birçok alternatif arasından sınırlı sayıda alternatif seçilir. Problemle ilgili kriterler belirlenir. Kriterler arasında farklı ölçüm birimine sahip olanlar varsa bu ölçüm farklılıklarının giderilmesi gerekir. Örneğin, nitel ve nicel kriterlerin ölçüm birimi farklıdır fakat AHP yönteminde bu farklılık 1-9 ölçeğiyle ortadan kaldırılmıştır. Genellikle bütün ÇKKV problemleri kriterlerin göreli önem ağırlıklarını bulabilmek için bilgiye ihtiyaç duymaktadır. Önem ağırlıklarını karar verici belirleyebilir veya bu ağırlıklar çeşitli yöntemler kullanılarak bulunabilir.

ÇKKV yöntemleri hem niteliksel hem de niceliksel olarak daha iyi model senaryoları geliştirmektedir.

ÇKKV problemleri satırlarda alternatiflerin, sütunlarda ise kriterlerin bulunduğu karar matrisi adı verilen matriste rahatça ifade edilebilir.

3.3 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları

- Birden çok ve birbiriyle çelişen kriterler olduğu durumda karar verme süreci için ortak bir platform yaratır.
- Çok büyük miktardaki veri setlerini değerlendirmeye alabilir. Nicel ve nitel kriterleri birlikte değerlendirebilir.
- Karar sürecini sistematik bir şekilde yürütür. Karmaşık konuların algılanmasını kolaylaştırır.

Dezavantajları

- Alternatifler arasında karşılaştırılamama sorunu olabilir. Bir alternatif bir kritere göre diğer seçenekten üstünken başka bir kritere göre tam tersi bir durum söz konusu olduğu zaman hangi alternatifin daha iyi olduğunu belirleyebilmek için ek bilgi gerekmektedir. Bilgi, karar vericinin tercihlerine bağlı olduğundan dolayı bu tercihlerde yansıtan bir ek modellemeye ihtiyaç duyulur.
- Çoğu karar probleminde bir alternatifin tüm kriterlere göre diğer alternatiflerden üstün olduğu bir durumla karşılaşılmaz. Bu nedenle sorunlar matematiksel olarak çok net tanımlanamaz. Net olarak tanımlanamadığı için, yalnızca uzlaşık çözümler elde edilebilir. En iyi uzlaşık çözümler özneldir, karar vericiye bağlıdır [7].

BÖLÜM 4

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ

4.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi Tanımı ve Özellikleri

Analitik Hiyerarşi Prosesi, ilk olarak Myers ve Alpert tarafından ortaya atılmış ve 1977 yılında Profesör Thomas Lorie Saaty tarafından birden çok kriter içeren karmaşık problemlerin çözümünde kullanılmak üzere modellenip geliştirilmiştir [10]. En genel ifadeyle AHP ile karar verme sorunu karşısındaki insan yargıları daha genel ve az kontrol edilebilirden daha özel ve çok kontrol edilebilir seviyeye doğru düzenlenmektedir [11]. AHP, belirlilik ya da belirsizlik altında çok sayıda alternatif arasından seçim yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu durumlarda ve çok kriterli karar verme gibi durumlarda kullanılır.

En önemli özelliği alternatiflerin seçiminde nicel ve nitel kriterlerinde kullanılmasını sağlamasıdır [2]. Ayrıca gerçek yaşamda olduğu gibi grupça karar vermede görülen düşünce ayrılıklarını da dikkate alabilir [12]. Karar vericinin, bir problemin çözüm yolları karşısındaki tercihleri genellikle yargılarına göre değişim gösterir. Bunun sonucu olarak insan yargısının karar verme sürecinde dikkate alınması karar vermedeki etkinliğini doğrudan etkileyebilir. Çünkü farklı bireylerin aynı karar problemlerine ait kriterleri farklı olabilir ve bu kriterlerin seçenekleri bile farklılık gösterebilir. Bu gibi durumlarda verilen kararın etkinliğini arttırabilmek için kullanılan yöntemlerden biri de AHP yöntemidir [7].

AHP, karar vericilerin karmaşık problemlerin ana hedefi, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren hiyerarşik yapıdaki modelleri oluşturup problem çözümünde sıralama yapmayı, böylelikle en uygun çözümü görmeyi sağlamaktadır [2].

AHP, kişileri nasıl karar vermeleri gerektiği konusunda bir yöntem kullanmaya zorlamak yerine onlara kendi karar verme mekanizmalarını kullanabilme imkânı verir. Bu şekilde daha iyi ve etkin kararlar verilmesini amaçlar [13].

Saaty tarafından geliştirilen bu yöntem, karmaşık karar problemlerinde, karar kriterleri ve alternatiflerine göreceli önem değerleri verilerek karşılaştırma esasına dayanır.

AHP, insanın bilgisinin, deneyiminin, önsezilerinin ve düşüncelerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiği bir yaklaşımdır [14].

İnsan doğası, analitik düşünme üzerine yapılan gözlemler bu yöntemin, problemleri niceliksel olarak çözmede kullanışlı bir yöntem olma yolunda gelişmesini sağlamıştır. Esnek bir modeldir. Ayrıca bilgilerde değişiklik yaparak problem çözümünün ve duyarlılığının bireylerce test edilmesine imkân verir. AHP'nin her değerlendirmesi, hipotez oluşturup test etmeye benzemektedir [5].

Karar verme yöntemlerinde ve yönetim bilimlerinde karar vermenin temeli, bir amaca ve bu amaç için seçilen kriterlere göre karar alternatiflerinin nasıl sıralanacağıdır. Bu gibi sorunlarda öznel kriterlerin yani insan yargılarının olduğu durumda AHP ile değerlendirme yapmak mümkün olabilmektedir [5]. Ayrıca çok kriterli karar verme problemlerinde karşılaşılan ana sorun, çeşitli alternatifler arasından birden fazla kriter dikkate alınarak seçim yapabilmek için kriterler arasında önem veya üstünlük ortaya koyabilmektir. AHP, bu sorunu çözmede etkin olarak kullanılan yöntemdir [15].

Yöntem çok geniş bir kullanım alanına sahiptir ve hemen hemen her alan için karar probleminde etkin olarak kullanılmaktadır [2].

4.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi Gelişimi

Matematik ve yöneylem araştırmasına birçok katkıda bulunan Saaty, gitgide karmaşıklaşan soyut modelleme yaklaşımlarının karar verme problemlerinin çözümünde beklenen etkiyi yapmadığını görmüş ve karmaşık karar problemlerinin çözümü için daha sade, daha kolay uygulanan ve anlaşılması da daha kolay olan bir yöntem geliştirmiştir.

Saaty, ilk uygulamasını 1971 yılında Savunma Bakanlığında beklenmedik problemlerin planlanması üzerine yapmıştır. İlerleyen zamanlarda elektrik dağıtım problemini incelemiş

Sudan için ulaştırma çalışmaları gerçekleştirmiş ve Orta Doğu Sorunu gibi karmaşık problemler üzerinde çalışmalar yapmıştır [16].

1980 yılında "The Analytic Hierarchy Process" isimli eserinde Saaty, karar sürecinde sadece nicel kriterlerin değil karar vermeyi etkileyen nitel kriterlerin de dikkate alınması gerektiğini vurgulamıştır.

1994' de yayınladığı makalede yöntemin kolaylığı, herkes tarafından uygulanabilirliği, nicel ve nitel kriterlerle daha etkin karar verileceği, kriterlerin rastgele değil ikili karşılaştırmalar ile belirlenmesi, tesis yeri seçimi, fayda analizi gibi konularda hemen uygulanabilir olması üzerinde durmuştur.

Yöntem kısa sürede çok kriterli karar verme problemlerinde en çok kullanılan yöntemlerden biri olmuş ve birçok sektörde uygulanmaya başlamıştır [12].

4.3 Analitik Hiyerarşi Prosesi'nin Uygulama Alanları

AHP'nin birçok kullanım alanı vardır.

Ekonomi ve yönetim problemlerinden örnek vermek gerekirse, veri tabanı seçimi, muhasebe-finans, dizayn ve mimarlık, üretim, pazarlama, karar destek, tüketici seçimi strateji seçimi, planlama, grup kararı verme, tesis yer seçimi, ulaştırma, kaynak tahsisi başvuru değerlendirmesi, risk analizi problemleri gibi konular gösterilebilir. Politik problemlerden örnek vermek gerekirse, silah seçimi, aday seçimi, güvenlik değerlendirmesi, çatışma analizi gibi problemler sayılabilir. Sosyal problemlerden örnek vermek gerekirse, eğitim, sağlık, tedavi seçimi, rekabetteki davranış şekli, çevresel kararlar, kamu sektöründeki problemler sayılabilir. Teknolojik problemlere örnek vermek gerekirse, pazar seçimi, portföy seçimi, bilgisayar ve bilgi seçimi, uzay araştırmaları, teknoloji transferi problemleri sayılabilir.

Aşağıda AHP kullanılarak yapılan çalışmalara örnek verilmiştir.

Saaty, AHP ve özvektör üzerinde durmuş, AHP'ye ilişkin bazı matematiksel kavramlardan bahsetmiştir [5]. Bir diğer çalışmasında Arrow'un teoreminden faydalanarak gerçekleşmesi çok zor olan durumların olasılığını incelemiştir. Bu durumlarda grubun birbiriyle olan uyumsuzluk ve tutarsızlığına belirli derecede izin verilmiştir [11].

Ramanathen ve Ganesh, çok kriterli kaynak dağıtım problemlerinin çözümünde AHP'yi kullanmışlardır [17].

Yoo ve Choi, havaalanında yolcu kontrollerinde güvenlik önlemlerini geliştirmede AHP'yi kullanmışlardır [18].

Chin,Chiu ve Tummala, Hong Kong' daki üretim firmalarının ISO 14001 tescili elde edebilmek için strateji geliştirme ve başarı faktörlerini geliştirmede yardımcı olabilecek uygun modelin kurulmasında AHP'yi kullanmışlardır. Bu modelde ISO 14001 standartlarını uygulamanın ve uygulamamanın getireceği sonuçlar, fayda-maliyet çerçevesinde ele alınmış ve sonuçta uygulamaları gerektiği ortaya konmuştur [14].

Ahire ve Rana bir şirket için en uygun pilot projenin seçiminde AHP'yi kullanmışlardır [19].

Cox, AHP'nin yaygınlaşmaya başladığını ve AHP hakkındaki prosedürün de genelleştirilmeye çalışıldığını vurgulamıştır. Karar vericilere alternatifler arasında karşılaştırma yapabilmeleri için simülasyon tekniğini önermiştir [20].

An, Kim ve Kang, üç farklı modelin doğruluğunu karşılaştırmış bunun sonucunda AHP modelinin diğerlerine göre daha doğru ve güvenilir olduğunu ortaya koymuşlardır. AHP yardımıyla inşaat fiyatlarının tahmin edilmesi konusunu işlemişlerdir [21].

Yaralıoğlu, AHP'yi performans değerlendirme amacıyla yeniden gözden geçirmiş ve AHP'yi performans değerlendirme yöntemi olarak önermiştir [10].

Kuruüzüm ve Atsan, AHP'nin işletmecilik alanındaki uygulamaları üzerinde durmuştur. Ayrıca Expert Choice yazılım programı hakkında bilgi vermişlerdir [2].

Ayağ, Özdemir ve Uğuz, çalışmalarında ERP kurulumu yapmayı amaçlayan firmalar için çok sayıda var olan ERP alternatifleri arasından seçim yapabilmeleri için AHP yöntemini kullanarak karar destek sistemi oluşturmuşlardır [22].

Özdemir, çalışmasında Türkiye'de otomotiv endüstrisinde faaliyet gösteren bir firmada ürün gruplarını dikkate alarak tedarikçi seçimi problemini ele almıştır. Farklı ürün gruplarına ait ürünlerin tedarikçilerinin seçiminde kullanılan kriterlerin ağırlıkları karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda ürün gruplarına göre uygun tedarikçi seçiminde kriterlerin ağırlıklarının değiştiği belirlenmiştir [23].

Dağdeviren, Akay ve Kurt çalışmalarında iş değerlendirme sistemi tasarlamışlar ve bunu bir elektrik işletmesinde farklı işlerin değerlendirilmesinde kullanmışlardır [12].

Badri, AHP ve hedef programlamayı yer seçiminde birlikte kullanmıştır [24].

Yurdakul, AHP ve hedef programlamanın üretim teknolojilerinde kullanımının bilgisayar teknolojisi yardımıyla seçimini incelemiştir [25].

Dağdeviren ve Eren, organizasyonların faaliyetlerini sürdürebilmeleri için önemli bir faktör olan tedarikçi seçiminde AHP' yi kullanmıştır [26].

Chan ve Kumar, evrensel tedarikçilerin seçiminde iyi çalışan bir sistemin gelişimi için çeşitli risk faktörlerini de içeren karar kriterlerinden bazılarını belirlemek için Bulanık AHP' yi kullanmışlardır [27].

Son yıllarda bu yöntem diğer yöntemlerle bütünleştirilerek ve birlikte kullanılarak uygulanmaya başlamıştır. AHP ve Hedef Programlama, AHP ve Veri Zarflama Analizi, AHP ve Bulanık Mantık yöntemleri birlikte uygulanmıştır.

Örneğin, Royendegh ve Erol İran'da bulunan Amir Kabir Üniversitesi'nde fakültelerin etkinliklerini veri zarflama analizi ve AHP ile ölçmeye çalışmışlardır [28].

4.4 AHP' nin Kısıtları ve Katkıları

AHP' nin kısıtları kısaca aşağıdaki gibidir.

- Sıra değiştirme (rank reversal) olgusu uygulamada dikkat edilmesi gereken bir konudur. Bu kavram, herhangi bir karar alternatifi probleme eklendiğinde veya çıkarıldığında karar alternatiflerinin sıralamasının değişmesi anlamına gelir. Örneğin, benzer alternatiflerin eklenmesi var olan alternatiflerinin ağırlıklarının düşmesine sebep olabilir. Bu nedenle sıra değiştirme durumunun geçerliliği konusundaki literatürdeki tartışmalar devam etmektedir [7].
- Modelleme sürecinin subjektif doğası AHP'nin kısıtı olarak gözükmektedir. Bu, AHP yönteminin "kesinlikle doğru" kararları garanti edemeyeceği anlamına gelir. AHP nasıl bir karar verilmesinden çok ne derece iyi bir karar verilmesiyle ilgilidir [2].
- En iyi sonuçlara ve tutarlılık oranlarına genellikle üç ve beş hiyerarşi aşamalarında ulaşılmaktadır. Dolayısıyla hiyerarşi sayısı arttıkça ikili karşılaştırma sayısı ve bunun sonucu

olarak yapılan işlem sayısı artacağı için AHP modelini kurmak daha fazla zaman ve çaba istemektedir.

- Modelin oluşturulması aşamasında kriterlerin doğru seçilememesi sonucun geçerliliğinin sorgulanmasına yol açmaktadır.
- Soruna ilişkin ikili matrisin oluşturulmasında karar verici kişi veya grubun sorunla ilgili bilgili deneyimli ve öngörü sahibi olmaması olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir [7].

AHP'nin katkıları kısaca aşağıdaki gibidir.

- AHP, karmaşık problemleri basitleştirerek, daha kısa sürede ve daha anlaşılır şekilde çözüme ulaştırmaktadır.
- Karar vermede nicel verilerle birlikte insanların duygularının da rol oynadığı nitel veriler kullanılmaktadır. Dolayısıyla karar verme işlemini yapan kişilerin fikir ve düşünceleri de dikkate alınmaktadır.
- Karşılaştırmalar yapılırken verilen derece kafadan değildir basit bir sayısal ölçeğe göre karşılaştırmalar yapılmaktadır. Böylelikle yargılar basit bir ölçekle sayılara dönüştürülmüş olmaktadır.
- Grup halinde karar vermede görülen düşünce ayrılıklarını da dikkate alabilmektedir. Bu yüzden grup kararlarında kullanıma uygundur.
- Karar sonucunda bulunan alternatiflerin seçim değerleri, duruma göre yeni bir karar verme yönteminin kısıtı olarak da kullanılabilmektedir.
- Duyarlılık analizini etkin bir şekilde gerçekleştirebilmektedir.
- Karar vericinin yargılarının tutarlılığını ölçmesine imkân tanır. Böylelikle tutarsızlık durumunda, karar verici verdiği hükümleri tekrar düşünerek düzeltebilmektedir. AHP tam tutarlılık değil, yeterince tutarlılık ister.
- Expert Choice yazılım paketi, karar vericinin uygulamalarını hızlı ve doğru bir şekilde gerçekleştirebilmektedir.

Kısaca AHP, karmaşık karar problemlerinin analizinde sağladığı basitlik, esneklik, kullanım kolaylığı ve rahat yorumlanması ile her türlü kişisel, kurumsal, ulusal vb. problemlere kolaylıkla uygulanabilecek durumdadır [29].

4.5 AHP Yönteminin Aksiyomları

Saaty, AHP'nin temelini teşkil eden 4 aksiyom tanımlamıştır.

- **Aksiyom 1 (Terslik Koşulu)** : Bu iki taraflı olma yani tersi olma demektir. Sözel olarak ifade edersek, X elemanı Y elemanının 3 katı büyüklüğünde ise Y, X'in 3'te 1'idir denir.
- **Aksiyom 2 (Homojenlik)**: Karşılaştırılan elemanların birbirinden çok fazla farklı olmaması gerektiğidir. İki eleman birbiriyle karşılaştırılırken biri diğerinden sonsuz kez daha önemli olamaz. Bu nedenle tercihler bir ölçeğe göre belirlenir. AHP' de kullanılan bu ölçek Saaty tarafından oluşturulmuştur. 1-9 arasında değerler almaktadır. Bu ölçek ile karşılaştırılan iki kriterden birinin diğerine göre ne derecede önemli olduğu belirlenmektedir.
- **Aksiyom 3 (Bağımsızlık**): Bir hiyerarşideki belirli bir kademeye ait elemanlara ilişkin önceliklerin başka bir kademedeki elemanlardan bağımsız olmasını gerektirir. Diğer bir deyişle üst kademe kriterlerinin öncelikleri alt kademedeki öğelere bağlı değildir. Bu ifade üst kademe kriterlerin önceliklerinin yeni bir alternatif eklendiğinde veya çıkartıldığında değişmeyeceği anlamına gelmektedir.
- **Aksiyom 4 (Beklentiler)**: Saaty tarafından sonradan eklenen bu aksiyom elde edilecek çözümün karar vericilerin beklentileriyle uyumlu olabilmesi için tüm yargıların uygun bir biçimde karar probleminin tanımlandığı hiyerarşide kriterler ya da alternatifler şeklinde temsil edilmesi gerektiğini ifade eder [30].

4.6 AHP Yönteminin Prensipleri

AHP ile problem çözmede kullanabilecek üç ilke bulunmaktadır. Bunlar,

- **Ayrıştırma Prensibi:** Hiyerarşinin oluşturulmasını içermektedir. Hiyerarşi oluşturmak için bir üst kriter yazılır ve buna bağlı olabilecek alt kriterler yapıya dahil edilir. Böylelikle daha genel olandan daha özel olana gidilir [31]. Hiyerarşinin kurulması problemin daha kolay anlaşılıp analiz edilmesini sağlar.
- **Karşılaştırmalı Yargılar Prensibi:** Hiyerarşideki öğeleri bir üst kademedeki öğeye göre göreli önemlerinin belirlenmesi için ikili olarak karşılaştırılacağı anlamına gelmektedir.
- **Önceliklerin Tespit Edilmesi Prensibi:** İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra hiyerarşideki her bir öğenin önemleri hesaplanır. Bunun için öncelikle alternatifler her kritere göre ikili olarak karşılaştırılır daha sonra kriterler kendi aralarında karşılaştırılır.

Bulunan tüm ağırlıklar birleştirilip genel ağırlıklar bulunduktan sonra alternatiflerin en iyi (en uygun) sıralaması yapılır ve bir karara varılır. Bu aşama ayrıca en büyük özdeğer ve bu özdeğere karşılık gelen özvektörün hesaplanmasını ve normalize edilmesini içerir [30].

4.7 AHP Yönteminin Aşamaları

AHP ile karar verme süreci genel olarak aşağıdaki aşamalardan oluşur.

- AHP'nin öncelikli amacı belirlenir, bu amacı etkileyen kriterler hesaplanır ve bu kriterler arasındaki ilişkileri temsil eden bir model oluşturulur [12].
- İlgili alt kriterler bölünüp düzenlenerek hiyerarşik yapı oluşturulur. Bu yapıyı oluştururken duygu ve bilgileri yansıtan yargılara da yer verilir.
- Bu yargılar anlamlı sayılar ile temsil edilir.
- Hiyerarşideki alt öğelerin önceliğini belirlemek için bu sayılar kullanılır. Önem derecelerinin belirlenebilmesi için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur.
- Bulunan öncelikler birleştirilerek kapsamlı bir çıktıya ulaşmak için sentezlenir.
- Duyarlılık analizi yapılır. Diğer bir deyişle alt öğelerde yapılan yargılarda değişiklik yapılarak verilen karar incelenir [11].

4.7.1 Karar Probleminin Tanımlanması

AHP yönteminin ilk adımıdır. Çözülecek problem için ayrıntılı bir tanım yapılır. Amaç, amacı etkileyen kriterler ve bu kriterler etkileyen alt kriterler bulunur. Bunun için anket çalışmasına veya uzman kişilerin görüşlerine başvurulabilir [12].

4.7.2 Karar Problemine İlişkin Hiyerarşinin Oluşturulması

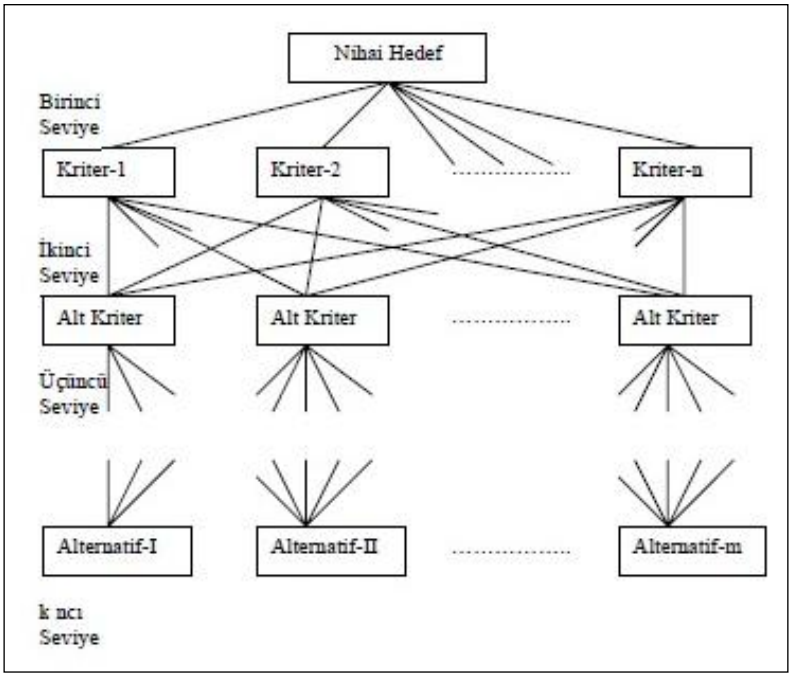
Çeşitli seviyelerden oluşan, her seviyesi üst sıralara çıkıldıkça azalan ve en tepede problemin asıl amacına bağlanan kriterlerin, alt kriterlerin ve alternatiflerin oluşturduğu yapıya hiyerarşi denir.

En üst seviyede asıl amaç vardır. Bir alt seviyede asıl amacı etkileyen kriterler, bunların alt seviyelerinde de kriterleri etkileyen alt kriterler vardır. En alt seviyede ise karar alternatifleri vardır [7].

Seviye sayısı probleme göre değişmektedir. Fakat bu seviye sayısının belirli bir düzeyi geçmemesi önerilmektedir. Miller yasası olarak bilinen "kişi aynı anda yalnızca 7 ∓ 2 konuyu karşılaştırabilir" önerisi de bunu desteklemektedir.

Hiyerarşide aynı seviyede bulunan kriterler birbirinden bağımsız olmalıdır. Diğer bir deyişle birbirini etkilememesi gerekmektedir.

Her seviyedeki öğeler aynı önem derecesine sahip olmalıdır. Eğer birbirinden farklı önem dereceleri varsa hiyerarşinin farklı seviyelerinde yer almalıdır [32].



Şekil 4.1 Kriterlerin hiyerarşik yapısı [32]

Hiyerarşiler oluşturulurken karar verici, problemin mümkün olduğu kadar tam olarak temsil edilmesi, çözüme katkıda bulunacak konu ve niteliklerin belirlenmesi ve problemle ilişkili olan katılımcıların belirlenmesi gibi durumları dikkate almalıdır [11].

Mantıklı ve tutarlı bir yaklaşımla kurulan hiyerarşik yapı, çok kriterli karar verme problemlerinde kriterleri göreceli önem seviyelerine göre düzenleyerek karmaşıklığı azaltır ve daha iyi anlaşılmasını sağlar [33].

Karar verme problemlerinde, karar verme sorunu ayrıntılı şekilde tanımlandıktan sonra sıra karar vericinin amacı doğrultusunda kriterlerin ve onlara ait alt kriterlerin belirlenip hiyerarşik yapının kurulmasına gelir. Bundan sonraki aşama ise seçilen kriterlerin etkilerini saptamak amacıyla bir ölçüm tekniği kullanma aşamasıdır [11].

4.7.3 İkili Karşılaştırılmaların Yapılması

Hiyerarşi yapısı oluşturulduktan sonra, karar verici tarafından karar seçeneklerinin değerlendirilecek kriterlere göre birbirleriyle ikili karşılaştırılma matrisleri oluşturulur. İkili karşılaştırmada hiyerarşideki elemanlar, bağlı oldukları bir üst kademedeki elemana göre göreli önemlerinin belirlenebilmesi için ikili olarak karşılaştırılır [2]. Saaty, karar kriterlerinin ve alternatiflerinin ikili karşılaştırılması için bir ölçek geliştirmiştir. Bu ölçekte karar verici her bir ikili karşılaştırma için sözel kıyaslama yapar. Yapılan bu sözel kıyaslamalara 1-9 arasında sayısal değerler verilir [11].

Kıyaslama yaparken sonsuz değer vermek kişinin karşılaştırma yaparken ayrım yapmasını zorlaştırmaktadır. Saaty tarafından önerilen 1-9 ölçeğinin en iyi sonuçları elde ettiği, farklı alanlardaki uygulamalar ve başka ölçeklerle yapılan teorik karşılaştırmalar sonucunda ortaya konmuştur [1]. Bunun dışındaki 1-5, 1-7, 1-15, 1-20 ölçekleri en uygun çözümü bulmakta yetersiz kalmışlardır [12].

Çizelge 4.1 AHP'de kullanılan 1-9 temel ölçeği [11]

Önem Değerleri (a_{ij})	**TANIM**	**AÇIKLAMA**
1	Eşit önem	İki faaliyet amaca eşit derecede katkıda bulunur. Birbirlerine üstünlükleri yoktur.
3	Zayıf derecede önem	Tecrübe ve yargıya göre bir faaliyet diğerine göre çok az derecede tercih edilir.
5	Kuvvetli derecede önem	Tecrübe ve yargıya göre bir faaliyet diğerine göre kuvvetli derecede tercih edilir
7	Çok kuvvetli derecede önem	Bir faaliyet diğerine göre güçlü derecede tercih edilir ve üstünlüğü uygulamada rahatlıkla görülür.
9	Aşırı derecede önem	Bir faaliyetin diğerine göre üstünlüğünün en yüksek olduğu durumdur. Bu üstünlüğü gösteren kanıt çok büyük bir güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerlerdir.

İkili karşılaştırma yargılarının oluşturulmasında diğer bir deyişle karar vericiye X kriterinin Y kriterine göre ne kadar önemli olduğu sorulduğunda, karar verici (Çizelge 4.1)'de verilen 1-9 değerli karşılaştırma ölçeğinden faydalanarak değerler verir.

Saaty, AHP'nin kullanıldığı durumlarda, direk ilgili kişilerle yüz yüze anket yapıp, onların ikili karşılaştırmaya ilişkin görüşlerini birinci elden alınması gerektiğini önermektedir. Bu ilgili kişi veya kişiler konunun uzmanı olmasa da en azından konuyla ilgili bilgi birikimi olan kişiler olmalıdır. Çünkü AHP ile elde edilen sonuçlar, bu ikili karşılaştırmada verilen yargılara bağlıdır [2].

4.7.4 İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

İkili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen değerler AHP'de bir matrise dönüştürülür. Bu matris ikili karşılaştırma matrisidir [34].

Bu matris n×n boyutlu bir kare matristir. Matrisin köşegen elemanları 1'dir. Çünkü burada söz konusu olan kriter kendisiyle karşılaştırılmaktadır.

Temel ölçek olarak AHP'de 1-9 ölçeği kullanıldığı için ikili karşılaştırma matrisinin elemanları daima pozitif reel sayılardır.

Karşılaştırılacak n tane kriter varsa $C(n,2)=\frac{n(n-1)}{2}$ adet karşılaştırma yapılır [11].

a_{ij} elemanı, i.kriter ile j. kriterin ikili karşılaştırma değerini göstermektedir ve $a_{ij}=\frac{1}{a_{ji}}$ eşitliğinden elde edilir. Buna karşılık olma özelliği denir [35].

Aşağıda genel olarak ikili karşılaştırma matrisi gösterilmektedir.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}_{n\times n} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix}_{n\times n} \quad (4.1)$$

Bu ilişkiler matematiksel olarak,

$$\frac{w_i}{w_j} = a_{ij} \qquad \text{(i, j=1, 2, 3,....., n)} \tag{4.2}$$

ile ifade edilir. Burada w_i , i özelliğinin ağırlığını, w_j ise j kriterinin ağırlığını göstermektedir.

Karşılaştırma yaparken Saaty' in 1-9 ölçeğinden yararlanılır. Örneğin, karar vericiye göre birinci kriter üçüncü kritere göre kuvvetli derecede önemliyse karşılaştırma matrisinin 1.satırı ile 3.sütun bileşeni (i=1, j=3) 5 değerini alacaktır. Tam tersi olduğunda yani karar vericiye göre, birinci kriter üçüncü kritere göre güçlü derecede önemsizse 1.satır ile 3.sütun bileşeni $\frac{1}{5}$ değerini alacaktır. Bu nedenle karar verici yargılarda bulunurken hangi kriterin ne derecede daha önemli olduğunu göz önünde bulundurmalıdır.

İkili karşılaştırma matrisi tam tutarlı ise aşağıdaki eşitlik sağlanır.

$$a_{ij}.a_{jk} = a_{ik} \qquad i, j, k = 1, 2, ..., n \tag{4.3}$$

$$a_{ij}.a_{jk} = (\frac{w_i}{w_j}).(\frac{w_j}{w_k}) = \frac{w_i}{w_k} = a_{ik} \qquad i, j, k = 1, 2, ..., n \tag{4.4}$$

Fakat tam tutarlılığın ikili karşılaştırmalarda elde edilmesi çok zordur. Bu nedenle ağırlık vektörlerinin elde edilmesi için bazı farklı yöntemler kullanılmaktadır [7].

4.7.5 Öncelik Vektörlerinin Hesaplanması

İkili karşılaştırma karar matrisleri oluşturulduktan sonraki aşama ağırlık vektörlerinin hesaplanmasıdır. Karşılaştırma matrislerinin özdeğer ve özvektörleri, öncelik sırasını belirlemeye yardımcı olur. En büyük özdeğere karşılık gelen özvektör öncelikleri belirler.

AHP yönteminde W öncelik vektörü aşağıda verilen eşitliğin çözülmesiyle bulunmaktadır.

$$\left(A - \lambda_{\max} I\right) W = 0 \tag{4.5}$$

Formülde verilen A, ikili karşılaştırma matrisini, $\lambda_{\max}$, A matrisinin en büyük özdeğerini ve W ise $\lambda_{\max}$ özdeğerine karşılık gelen özvektörü yani öncelik vektörünü ifade etmektedir.

Formüle ise şu şekilde ulaşılır.

Yukarıda da bahsedildiği gibi ikili karşılaştırma matrisinin tam tutarlı olması durumunda, denklem (4.2) geçerli oluyordu. Fakat insan yargılarındaki yanılmalardan ve matematiksel açıdan fiziksel ölçümlerin bile tam olarak tutarlı olmamasından dolayı gerçek hayatta tam tutarlılığa rastlamak çok zordur. Bundan dolayı tam tutarlılıktan sapma olması halinde w_i'nin bir ortalama olarak ifade edilmesi daha mantıklı ve gerçeğe yakın olacaktır. Bu durumda formül aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$w_i = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^{n} a_{ij} * w_j \qquad (i, j = 1, 2, ..., n) \tag{4.6}$$

Tam tutarlı olduğu durumda $\lambda_{\max} = n$ olduğuna göre, sapma olması durumunda n, $\lambda_{\max}$'a yakın olacaktır. Bu durumda (4.6) daki eşitlik, aşağıdaki gibi olacaktır.

$$w_i = \frac{1}{\lambda_{\max}} * \sum_{j=1}^{n} a_{ij} * w_j \qquad (i, j = 1, 2, ..., n) \tag{4.7}$$

Bu formül daha genel anlamıyla ifade edilirse, tam tutarlı olması durumunda A matrisi bilinip w değerlerinin aranması halinde,

$$A.W = \lambda_{\max} W = n.W \tag{4.8}$$

denkleminin çözülmesi yeterli olacaktır. w vektörü, A matrisinden hareketle $A.w = \lambda_{\max}.w$ formülünden elde edilir. Dolayısıyla $\lambda_{\max}$, n' e ne kadar yakın olursa yargılarında o kadar tutarlı olacağı düşünülebilir, böylelikle en baştaki formüle ulaşılmış olunur [16].

Fakat yukarıda verilen denklem sistemini kullanarak özdeğer ve özvektörleri hesaplamak özellikle büyük boyutlu matrislerde $(n \geq 5)$ oldukça zor ve zaman alıcıdır [12]. Çünkü gerçekte $(n \rangle 5)$ olduğu durumlarda, beş ve daha yüksek derecede polinominal denklemlerin çözümü gerekmektedir. Bu nedenle uygulamada yukarıdaki denklem yerine, yaklaşık sonuçlar veren ve daha kolay olan yöntemler uygulanmaktadır.

Bunlar,

- **En Basit ve Sapmalı Yöntem:** Her satırın toplamı alınıp her toplam değeri söz konusu toplamların toplamına bölünür. Böylelikle toplam bire eşitlenmiş ve matris normalleştirilmiş olur.
- **Daha İyi Yöntem:** Her sütundaki elemanlar toplamı alınıp bu toplamların eşlenikleri (tersleri) bulunur. Daha sonra her eşlenik eşlenikler toplamına bölünerek matris normalleştirilmiş olur.
- **Bölmeli İyi Yöntem:** Her sütun elemanları o sütunun toplamına bölünür. Bulunan değerlerin satır toplamları hesaplanır ve bu toplam satırdaki eleman sayısına bölünür. Bu yöntem diğerlerine göre daha iyi ve doğru sonuçlar vermektedir.
- **Çarpmalı İyi Yöntem:** Her satırdaki n eleman birbiriyle çarpılıp n'inci derecen kökü alınır. Elde edilen bu değerlerin her biri toplam değerine bölünerek normalleştirilir [36]. Bunlardan en çok kullanılan bölmeli en iyi yöntemidir [12].

Bölmeli iyi yöntem ile ikili karşılaştırma matrisi, her sütun değerinin ayrı ayrı ilgili sütun toplamına bölünmesiyle normalleştirilir.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}} \qquad (4.9)$$

Bulunan yeni matris C matrisidir.

$$C = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix}_{n \times n} \quad \text{i=1,2,....,n} \quad \text{j=1, 2,.....,n} \qquad (4.10)$$

Bu matristen hareketle elde edilen değerlerin satır toplamları alınır ve bu toplamlar satırdaki eleman sayısına bölünür. Bu normalize edilmiş sütunlar üzerinde bir ortalama alma işlemidir [7].

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} c_{ij}}{n} \qquad W = \left[w_i \right]_{n\times 1} \qquad \text{i=1,2,.....n} \tag{4.11}$$

Böylelikle her bir kriter için yüzde önem ağırlıkları (w_i) bulunmuş olunur. Öncelik vektörü bulunan bu ağırlıklar ile oluşturulur [26]. Toplam öncelik vektörü her alternatif için bulunmuş öncelik değeriyle çarpılarak elde edilmektedir. Analiz sonucunda önerilen alternatif en yüksek öncelik vektörüne ait olan seçenektir [16].

Alternatiflere ilişkin değerler toplamı 1'e eşittir ve en yüksek değere sahip olan alternatif, karar problemi için en iyi ve en uygun alternatiftir [26].

4.7.6 Tutarlılık Analizi

Karar vericinin kriterler arasında karşılaştırma yaparken tutarlı davranıp davranmadığını ölçmek için bu oran hesaplanmaktadır. Bu aşamanın amacı, alınacak kararın doğruluğunu geçerliliğini ve de güvenilirliğini araştırmaktır. Sadece " X, Y'den daha önemli, Y'de Z'den daha önemli ise X, Z'den de önemlidir" şeklinde bir tutarlılığı değil aynı zamanda "X, Y'den 2 kat, Y'de Z'den 4 kat önemliyse X, Z'den 8 kat önemlidir." şeklinde oransal bir tutarlılığı da sağlamaktır. Bu aşama karar vericinin yargılarındaki abartıyı ve hatalarını görmesine olanak tanır [31].

Bir karşılaştırma matrisinin tam olarak tutarlı olabilmesi için, matematiksel olarak ifade edersek, tüm kriterler için $a_{ij} * a_{jk} = a_{ik}$ eşitliği geçerliyse matris tutarlıdır denilmektedir. Fakat gerçek hayatta tam tutarlılığı yakalamak çok zordur. Bu yüzden AHP yönteminde önemli olan tutarsızlığın kabul edilebilir ölçüde olmasıdır. Bunun için Prof. Thomas Saaty'in önerdiği bir tutarlılık oranı (consistency ratio) kullanılmaktadır. Bu oranı Saaty 0.10 olarak belirlemiş ve bu oranın 0.10 değerini geçmemesini önermektedir [2].

Tutarlılık oranı hesaplanırken tutarlılık indeksi (consistency index) ve rastgele indeks (random index) kullanılır [16].

4.7.6.1 Tutarlılık indeksi

İkili karşılaştırma matrisinin en büyük özdeğerinin ($\lambda_{\max}$), n değerinden sapması tutarlılığın ölçümü anlamına gelmektedir. Karşılaştırma matrisinin büyüklüğüyle (n) bu ölçümün normalleştirilmesi Tutarlılık İndeksi (T.İ) olarak tanımlanmıştır [16].

Tutarlılığa yakınlık göstergesi olarak bilinmektedir [37]. Dolayısıyla tam tutarlı olması halinde sıfıra eşit olacaktır. Tutarlılık indeksi aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$T.\dot{I} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \tag{4.12}$$

4.7.6.2 Rastgele İndeks

Saaty ve arkadaşları AHP yöntemi için tutarlılık oranını hesaplayabilmek için rastgele indeks serisi oluşturmuşlardır. Rastgelelik indeksleri ikili karşılaştırmalar matrislerinin tutarlılık indekslerinin ortalaması alınarak bulunmuştur. Bu değerler karşılaştırılan n adet öğeye bağlı olarak belirlenir. $1 \le n \le 15$ boyutlu matrisler için Saaty bu değerleri (Çizelge 4.2)'deki gibi hesaplamıştır [16].

Çizelge 4.2 Rasgele indeks değerleri [16]

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.İ	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Buna göre tutarlılık oranı, tutarlılık indeksinin aynı boyuttaki matrise karşılık gelen rastgelelik indeksine bölünmesiyle bulunur.

$$T.O. = \frac{T.\dot{I}}{R.\dot{I}} \tag{4.13}$$

Tutarlılık oranı değeri 0.10'dan küçük çıkması, karşılaştırma matrisinin dolayısıyla yargıların yeterli derecede tutarlı olduğu ve çözüme ulaşmak için yöntemin uygulanmasına devam edilebileceğini göstermektedir. Tersi olduğu durumda ise yargıların tekrar gözden geçirilerek karşılaştırma matrisinin tekrar düzenlenmesi gerekir. Hala başarısız olunuyorsa problemin daha doğru bir şekilde kurulup yöntem sürecinin en baştan ele alınması gerekmektedir [38].

4.7.7 Duyarlılık Analizi

Duyarlılık Analizi, karar kriterlerindeki değişiklik sonucu meydana gelen ağırlıklardaki değişimin alternatifler arasındaki seçimleri nasıl değiştirebileceğini göstermektedir. Bu analiz ikili karşılaştırmaların oluşturulurken yargıların kişiden kişiye farklılık gösterebileceği veya daha önce bir yargıda bulunmuş bir kişinin zamanla o düşüncesinin değişebileceği varsayımına dayanmaktadır.

AHP 'de Expert Choice programı aracılığıyla duyarlılık analizi yapılabilmektedir. Karar vericiler bu analizi kullanarak değerlendirme durumları için daha ileri bir görüş sağlayabilmektedirler [16].

4.8 AHP Yönteminde Grup Kararı Alınması

AHP'nin bir üstünlüğü de, karar verme probleminde birden çok kişinin yargılarını dikkate almasıdır. Karar vericinin bir grup kişi olduğu durumlarda yargıların uzlaşma sağlayacak bir şekilde birleştirilmesi gerekmektedir**.**

Bu durumda önerilen yöntemlerden bazıları aşağıda verilmiştir.

- Katılımcıların yargılarından bir uzlaşma çıkarma görevini alacak bir aracıya başvurmak.
- Katılımcıların hiyerarşiyi ve kriterleri ortak kararla oluşturması.
- Katılımcıların her görüşünü matematiksel ifadeye çevirmek.

Birleştirme işlemlerinden literatürde en çok kullanılanı geometrik ortalama yöntemidir [2]. Az da olsa bazı araştırmacılar aritmetik ortalamayı kullanmıştır fakat aritmetik ortalama kesinlikle tutarlı değildir. Grup yargılarını birleştirmede tek, kesin ve tutarlı çözüm için geometrik ortalama kullanılmalıdır. Bu durumun sebebi aşağıda açıklanmıştır.

Bir değerlendirme karşısında birinci kişi 4, ikinci kişi 5 hükmünü vermiş olsun. Bu durumda karşı gelme değerleri $\frac{1}{4}$ ve $\frac{1}{5}$ olacaktır. Bu değerlerden tek bir hüküm çıkarmak gerekmektedir. Toplamın değeri 4+5=9 olarak bulunur. Karşı gelme değeri ise $\frac{1}{9}$'dur. Oysa karşılıkların birlikte toplamı $\frac{1}{4}+\frac{1}{5}=\frac{9}{20}$'dir. $\frac{1}{9}\neq\frac{9}{20}$ eşitsizliğinden de anlaşılacağı üzere

aritmetik ortalama grup yargılarını tek bir yargı haline dönüştürmede uygun bir yaklaşım değildir.

Aynı örnek için geometrik ortalamayı hesaplarsak $\sqrt{4*5} = 4,47$ ve karşı gelme değerlerinin geometrik ortalaması $\frac{1}{\sqrt{4*5}} = \sqrt{\frac{1}{4}*\frac{1}{5}} = \frac{1}{4,47}$ 'dır. Buradan grup yargıları için tek ve kesin çözümün geometrik ortalama olduğu görülmektedir. Ayrıca geometrik ortalama grup içindeki uç değerlerin etkilerini azaltır ve grup yargılarının normalleştirilmesini de sağlar [7].

BÖLÜM 5

ELECTRE YÖNTEMİ

ELECTRE (Elemination et Choix Traduisant La Realite-Elimination and Choice Translating Reality) ilk olarak Benayoun, Roy ve arkadaşları tarafından 1966 yılında ortaya atılmış, daha sonra Roy, Nijkamp ve Van delf tarafından geliştirilerek bugünkü halini almıştır [9].

ELECTRE I, ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IV, ELECTRE IS ve ELECTRE TRI olmak üzere altı farklı ELECTRE yöntemi vardır.

ELECTRE yöntemlerinin bulunmasından geliştirilmesine kadar her aşamasında Bernard Roy'un katkısı olduğu görülmektedir. Bu çalışmada ELECTRE I yöntemi incelenecektir.

5.1 Tanımı ve Özellikleri

ELECTRE yöntemlerinin uygulama aşamasında bazı farklılıkları olsa da, hepsinin temelinde alternatiflerin birbiriyle karşılaştırılması ve üstün olan seçeneğin tercih edilmesi vardır [39]. Metot, her bir değerlendirme kriteri için alternatifler arasındaki ikili üstünlük kıyaslamalarına dayanır. Yapılan bu işleme sıralama işlemi denir. Bu sıralamaya göre alternatiflerin birbirine olan üstünlüğü veya tercih edilebilirliği incelenebilmektedir [37].

İkili karşılaştırmaları içeren yöntem, alternatiflerin aldıkları kriter değerlerine göre uyum ve uyumsuzluklarını ölçmektedir. Birbirini izleyen aşamalarda alternatiflerin normalleştirilmesi ağırlıklandırılması, uyum ve uyumsuzluk indekslerinin belirlenip alternatiflerin birbirine göre üstünlüklerinin kıyaslanması, eleme yapılması ve en iyi alternatifin seçilmesi söz konusudur.

ELECTRE yöntemi çok sayıda alternatifin ve az sayıda kriterin bulunduğu karar problemini çözmek için daha uygundur. Bu metot, az tercih edilecekleri eleyerek karar vericiye alternatifleri incelerken daha açık bir görüş kazandırır. ELECTRE yöntemini diğer karar verme

yöntemlerinden ayıran bir özellik bu yöntemin temelde alternatife ait zayıf tarafların aynı alternatife ait güçlü taraflarla telafi edilmesine imkan vermeyen bir yöntem olmasıdır. Ayrıca bu yöntem, a ve b gibi iki alternatif arasında bunlardan birinin diğerine olan üstünlüğüne dair açık bir delilin olmaması durumunda, bu alternatiflerin benzer alternatifler olduğu yönündeki bir karara da izin verebilmektedir. Başka bir deyişle iki alternatiften birinin diğerine üstün olması için bariz göstergelerin olması gerekmektedir [9].

ELECTRE I ve ELECTRE IS yöntemlerinde çözüm süreci, tek bir alternatif veya alternatifler kümesinin (N) seçilmesiyle sonuçlanmaktadır. İki yöntemde de çözüm içinde çekirdek grafik yöntemi kullanıldıysa sonuçta bir çekirdek grafiğe ulaşır. Sadece N kümesine bakılarak en iyi alternatif belirlenememektedir. Çekirdekte bulunan yani N kümesi elemanı olan alternatifler karşılaştırıldıkları diğer alternatiflere üstünlük sağlamıştır denilir.

ELECTRE II, ELECTRE III ve ELECTRE IV yöntemlerinde ise çözüm süreci sonunda tüm alternatifler iyiden kötüye doğru sıralanmaktadır. Bu sıralama yapılırken ELECTRE II'den itibaren alternatiflerin kriter skorları arasındaki farklar da dikkate alınmaktadır.

ELECTRE IV yöntemi, ELECTRE II ve ELECTRE III'den farklı olarak kriter ağırlıklarını kullanmamaktadır [40].

5.2 ELECTRE' nin Temel Kavramları

5.2.1 Sıralama İşlemi

Kriterler arasında sıralama işlemi, "S" ile sembolize edilir ve grafikte "$\rightarrow$" işareti ile gösterilir. Bir ikilinin $(a_i S a_k)$ veya ($a_i \rightarrow a_k$) şeklinde gösterilmesi, a_i alternatifinin a_k alternatifine tercih edildiği anlamına gelir. Alternatiflerin tamamı birbiriyle ikili karşılaştırılır. Çünkü bu yöntemde ($a_i \rightarrow a_k$) ve ($a_k \rightarrow a_j$) olması durumunda ($a_i \rightarrow a_j$) olacak şeklinde bir genelleme yapılamaz.

ELECTRE yöntemi, her alternatifin hesaplamada ortak kriterler kümesi üzerindeki skorlarına dayanmaktadır. Skoru diğerine göre daha fazla olan alternatif diğerini sıralama dışı bırakır. Bu yüzden bu yönteme sıralama dışı bırakma yöntemi de denilmektedir.

Örneğin, X alternatifinin skoru Y alternatifinkinden yüksekse X alternatifi Y'yi sıralama dışı bırakmıştır [40].

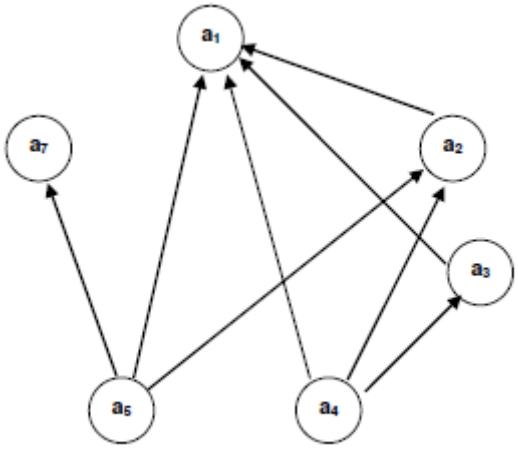
5.2.2 Çekirdek Grafik Oluşturulması

Alternatiflerin tamamının birbirleriyle ikili karşılaştırılması sonucunda, karşılaştırıldığı diğer alternatiflere üstünlük sağlayan alternatiflerin oluşturduğu kümeye çekirdek denir.

Çekirdek grafik, ELECTRE yöntemlerinin çözümünde, sıralama ilişkisinin görülmesini ve çözüm sürecini kolaylaştırmak amacıyla kullanılır. Fakat her problemde oluşturulacak ve kullanılacak diye bir şart yoktur.

Çekirdek grafik en iyi alternatiflerin tespitinde kullanılır.

Aşağıda bir çekirdek grafiği örneği verilmiştir.



Şekil 5.1 Çekirdek grafiği örneği

Yukarıdaki grafikte a_5 'den a_7' ye ok çizilmesi ($a_5 \rightarrow a_7$), a_5 alternatifinin a_7 alternatifine tercih edildiğini göstermektedir. Yapılan tüm ikili karşılaştırmalar sonucunda a_5 ve a_4 alternatifleri diğer alternatiflere tercih edilmiştir. Dolayısıyla bu problemin en iyi alternatifi a_5 veya a_4'tür. Fakat bu iki seçenekten hangisinin en iyi seçenek olduğu bu grafiğe bakılarak bulunamaz [41].

5.3 Uygulama Alanları

ELECTRE yöntemleri, seçim, sıralama ve atama problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır. ELECTRE I ve ELECTRE IS seçim problemlerinde, ELECTRE II,III,IV sıralama problemlerinde ELECTRE TRI ise atama problemlerinde kullanılmaktadır [41].

Bu yöntemler, veri tabanı seçimi, kaynak tahsisi, çevresel kararlar, muhasebe ve finans başvuru değerlendirmeleri, ekonomi, yönetim problemleri, eğitim, sağlık, kamu sektörü bilgisayar ve bilgi seçimi, ulaştırma, uzay araştırma problemleri, politika ve strateji gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Bu yöntem Avrupa'da iyi bilinen ve çok sık kullanılan bir yöntemdir. Ülkemizde ise şimdilik pek sık kullanılmamaktadır.

Literatürde Soner ve Önüt (2006), havalandırma ve klima üreten bir firmanın tedarikçi seçiminde AHP ve ELECTRE yöntemlerini uygulamıştır.

Kılıç (2006), Türk bankacılık sisteminde yaşanabilecek olası mali başarısızlıkları önceden tahmin eden erken uyarı modelini oluşturmayı amaçlamış ve ELECTRE TRI yöntemini kullanarak sıralama yapmıştır.

5.4 ELECTRE Yönteminin Aşamaları

Aşağıda ELECTRE I yönteminin uygulama aşamaları verilmiştir.

5.4.1 Karar Matrisinin (A) Oluşturulması

Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar alternatifleri (m) sütunlarında ise karar vermede kullanılacak kriterler (n) yer almaktadır.

Aşağıda gösterilen A matrisi ELECTRE uygulaması için oluşturulan başlangıç matrisidir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \qquad (5.1)$$

5.4.2 Standart Karar Matrisinin (X) Oluşturulması

Normalleştirilmiş, diğer bir deyişle standartlaştırılmış karar matrisinin elemanları A matrisinin elemanları kullanılarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır.

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{m} a_{kj}^2}} \qquad (5.2)$$

Hesaplamalar sonunda standartlaştırılmış karar matrisi aşağıdaki gibi elde edilir.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \qquad (5.3)$$

5.4.3 Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (Y) Oluşturulması

Karar vericiye göre değerlendirme kriterlerinin önemi farklı olabilir. Bu farklılıkları çözüme yansıtabilmek için ağırlıklı standart karar matrisi hesaplanır. Bu aşamada öncelikli olarak karar verici değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıklarını (w_i) belirlemelidir. Bundan sonra X matrisinin her bir sütunu, karar verici tarafından belirlenen bu önem ağırlıkları ile çarpılarak Y matrisi oluşturulur. Y matrisi aşağıdaki gibidir.

$$Y_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 x_{11} & w_2 x_{12} & \cdots & w_n x_{1n} \\ w_1 x_{21} & w_2 x_{22} & \cdots & w_n x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 x_{m1} & w_2 x_{m2} & \cdots & w_n x_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{ve} \quad \sum_{i=1}^{n} w_i = 1 \qquad (5.4)$$

5.4.4 Uyumluluk (C_{kl}) ve Uyumsuzluk (D_{kl}) Setlerinin Belirlenmesi

Karar noktaları birbiriyle değerlendirme kriterleri açısından karşılaştırılır ve aşağıdaki formül yardımıyla setler belirlenir. Formülün temelinde satır elemanlarının birbirlerine göre büyüklüklerinin karşılaştırılması esası vardır.

$$C_{kl} = \{ \text{j},\ y_{kj} \geq y_{lj} \}, \quad \text{j=1,2,3,.....n} \qquad (5.5)$$

Uyumluluk setindeki eleman sayısı, en fazla değerlendirme kriterinin sayısı (n) kadar olabilir. Ayrıca k≠l şartı bulunmaktadır.

Örneğin k=2 ve l=3 için uyum seti C_{23} ile gösterilir. Y matrisinin 2. ve 3. satır elemanları karşılıklı olarak birbiriyle kıyaslanır. Eğer burada 4 değerlendirme kriteri varsa uyum seti en fazla 4 elemanlı olacaktır.

Her uyumluluk setine (C_{kl}) bir uyumsuzluk seti (D_{kl}) karşılık gelir. Yani uyum seti sayısı kadar uyumsuzluk seti vardır. Bu kümenin elemanları uyum setinde olmayan j elemanlarından oluşur. Uyumsuzluk seti aşağıdaki formülle gösterilir.

$$D_{kl} = \{j,\ y_{kj} < y_{lj}\},\quad j=1,2,3,....,n \tag{5.6}$$

Uyumluluk setleri oluşturulurken değerlendirme kriterlerine çok dikkat etmek gerekir. Çünkü kriterlere göre (5.5) deki eşitlik değişecektir. Örneğin, değerlendirme faktörü kar ise aynı formül kullanılacak fakat maliyet ise şart $y_{kj} < y_{lj}$ olacaktır.

5.4.5 Uyumluluk (C) ve Uyumsuzluk (D) Matrislerinin Oluşturulması

Uyumluluk matrisindeki elemanların değeri, uyumluluk indeksi aracılığıyla bulunur. Bu matrisler, köşegen üzerinde aynı karar noktalarını gösterdikleri için köşegenlerde değerleri yoktur. Uyumluluk indeksi (c_{kl}) uyumluluk setinin içindeki kriter ile birleştirilmiş ağırlıkların toplamıdır. Dolayısıyla C matrisinin elemanları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır.

$$c_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j \tag{5.7}$$

Örneğin $C_{12} = \{1,3\}$ ise uyumluluk matrisinin c_{12} değeri $c_{12} = w_1 + w_3$ olacaktır.

Hesaplanan değerlerin yerine yazılmasıyla oluşan C matrisi aşağıda gösterilmiştir.

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & \cdots & c_{1m} \\ c_{21} & - & \cdots & c_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & \cdots & - \end{bmatrix} \tag{5.8}$$

Uyumsuzluk matrisi (D) belirli alternatifin rakip alternatiften düşüklük derecesini belirtmektedir. Bu matrisin elemanları (d_{kl}) aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$D_{kl} = \frac{\sum_{j} \left| Y_{kj^*} - Y_{lj^*} \right|}{\sum \left| Y_{kj} - Y_{lj} \right|} \tag{5.9}$$

Formülü daha iyi anlayabilmek için bir örnekle anlatmak gerekirse, Y matrisinin 1. ve 2. satır elemanlarının karşılaştırılmasında d_{12} elemanı elde edilir. d_{12} için (5.9) daki formülün pay kısmına $D_{12} = \{2,3\}$ uyumsuzluk setini oluşturan j=2 ve j=3 değerleri göz önüne alınır ve $|y_{12} - y_{22}|$ ve $|y_{13} - y_{23}|$ değerleri toplanır. Payda da ise, Y matrisinin 1. ve 2. satırındaki tüm elemanların ikili mutlak farkları bulunarak bu farklar toplanır.

Uyumluluk matrisinde olduğu gibi uyumsuzluk matrisi de m×m boyutludur ve k=l için değer almamaktadır.

Uyumsuzluk matrisi aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & \cdots & d_{1m} \\ d_{21} & - & \cdots & d_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & \cdots & - \end{bmatrix} \tag{5.10}$$

5.4.6 Uyumluluk Üstünlük (F) ve Uyumsuzluk Üstünlük (G) Matrislerinin Oluşturulması

Uyumluluk Üstünlük Matrisi (F), uyumluluk eşik değerinin ($\bar{c}$) uyum matrisindeki elemanlarla karşılaştırılmasından elde edilir. Burada bahsedilen uyumluluk eşik değeri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır.

$$\bar{c} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^{m} \sum_{l=1}^{m} c_{kl} \quad , \quad k \neq l \tag{5.11}$$

Uyumluluk eşik değeri $\frac{1}{m(m-1)}$ ile uyumluluk matrisinin elemanlarının toplamının çarpımına eşittir. Formüldeki m değeri karar noktası sayısını göstermektedir.

Uyumluluk eşik değeri bulunduktan sonra, uyumluluk matrisindeki elemanlar bulunan bu eşik değeri ile karşılaştırılır. Eğer, karşılaştırılan uyumluluk matris elemanı eşik değeri geçerse ($c_{kl} \geq \bar{c}$), a_k alternatifi a_l alternatifinden bir ihtimal üstün olabilmektedir. c_{kl} değeri büyüdükçe, k seçeneğinin l seçeneğine olan tercih edilirlik derecesi artmaktadır.

Uyumluluk üstünlük matrisinin (F) elemanları ise bu karşılaştırmalar sonucunda aşağıdaki gibi belirlenmektedir.

f_{kl} =1, eğer $c_{kl} \geq \bar{c}$ ise, (5.12)

f_{kl} =0, eğer $c_{kl} < \bar{c}$ ise. (5.13)

F matrisi aşağıda gösterilmiştir.

$$F = \begin{bmatrix} - & f_{12} & \cdots & f_{1m} \\ f_{21} & - & \cdots & f_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{m1} & f_{m2} & \cdots & - \end{bmatrix}_{m \times m} \quad (5.14)$$

Uyumsuzluk üstünlük matrisi (G) elemanları da uyumsuzluk eşik değerinin uyumsuzluk matrisinin elemanlarıyla karşılaştırılmasıyla oluşturulur. Uyumsuzluk eşik değeri $\bar{d}$ aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır.

$$\bar{d} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^{m} \sum_{l=1}^{m} d_{kl} \ , \ k \neq l \quad (5.15)$$

Uyumsuzluk eşik değeri , $\frac{1}{m(m-1)}$ ile uyumsuzluk matrisinin elemanlarının toplamının çarpımına eşittir. Formüldeki m değeri karar noktası sayısını göstermektedir.

Benzer şekilde uyumsuzluk üstünlük matrisi de uyumsuzluk matrisindeki elemanların $\bar{d}$ eşik değeri ile karşılaştırılması sonucunda aşağıdaki gibi belirlenmektedir.

$g_{kl} = 0$,eğer $d_{kl} \geq \bar{d}$ ise (5.16)

$g_{kl} = 1$, eğer $d_{kl} < \bar{d}$ ise. (5.17)

G matrisi aşağıda gösterilmiştir.

$$G = \begin{bmatrix} - & g_{12} & \cdots & g_{1m} \\ g_{21} & - & \cdots & g_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{m1} & g_{m2} & \cdots & - \end{bmatrix}_{m \times m} \quad (5.18)$$

Verilenlere göre,

$c_{kl} \geq \bar{c}$ ve $d_{kl} < \bar{d}$ şartları oluşuyorsa k alternatifi l alternatifine tercih edilir ve $(a_k \rightarrow a_l)$ şeklinde gösterilir**.**

5.4.7 Toplam Üstünlük Matrisinin (E) Oluşturulması

Toplam üstünlük matrisinin elemanları aşağıdaki formülde gösterildiği gibi uyumluluk üstünlük ve uyumsuzluk üstünlük matrislerinin elemanlarının çarpılmasıyla bulunur.

$$e_{kl} = f_{kl} \times g_{kl} \quad (5.19)$$

5.4.8 Uygunluğu Az Olan Alternatiflerin Elenmesi

Toplam üstünlük matrisine bakılarak alternatiflerin tercih sırası çıkarılabilir.

e_{kl}=1 olduğu durum, hem uyumluluk hem de uyumsuzluk kriteri kullanılarak a_k alternatifinin, a_l alternatifine göre mutlak üstün olduğu anlamına gelmektedir. Diğer bir deyişle, a_k alternatifi, a_l alternatifine tercih edilir.

Eğer toplam üstünlük matrisinin herhangi bir sütunun en az bir değeri 1' e eşitse, bu sütun ELECTRE yöntemi açısından uygun sıra aracılığıyla üstündür.

Örneğin E matrisini aşağıdaki gibi hesaplanmışsa,

$$E = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 \\ 0 & - & 1 \\ 0 & 0 & - \end{bmatrix}$$

e_{12} =1, bu durumda 1. alternatif 2. alternatife göre üstündür.

e_{13} =1, bu durumda 1. alternatif 3. alternatife göre üstündür.

e_{23} =1, bu durumda 2. alternatif 3. alternatife göre üstündür.

Buna göre önem derecesi bakımından a_1, a_2, a_3 şeklinde sıralama yapılabilir.

Eğer bu aşamada üstünlükler net olarak anlaşılamıyorsa, net uyumluluk ve net uyumsuzluk indekslerinin hesaplanması gerekmektedir.

Net uyumluluk indeksi: $$c_k = \sum_{l=1}^{m} c_{kl} - \sum_{l=1}^{m} c_{lk} \qquad , l \neq k \tag{5.20}$$

Net Uyumsuzluk İndeksi: $$d_k = \sum_{l=1}^{m} d_{kl} - \sum_{l=1}^{m} d_{lk} \qquad , l \neq k \tag{5.21}$$

Hesaplanan değerlerden c_k<0 ve/veya d_k>0 değerini alan seçenek elenmelidir. c_k'lar büyükten küçüğe, d_k'lar küçükten büyüğe sıralanır. Ve nihai sıralama elde edilmiş olur**.**

c_k değeri ne kadar büyük olursa ve d_k değeri ne kadar küçük olursa o seçeneğin tercih edilebilirlik derecesi artmaktadır [9].

5.5 ELECTRE Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları

- Kalitatif ve kantitatif verilerin karışık olarak değerlendirilmesini sağlayan kuvvetli bir yöntemdir [40].
- Diğer yöntemlerin aksine yüksek düzeyde kaynak gereksinimi yoktur [42].
- Birçok durumda baskın olmayan alternatifler alt kümesi verilebilir ve alternatiflerin kesin ve güçlü bir ön sıralamasını vermeyebilir fakat mevcut verilerin kalitesine göre alternatif seçim problemi için daha gerçekçi sonuçlar verebilir.

Dezavantajları

- ELECTRE yöntemi bazen seçilen alternatifleri belirlemede yeterli değildir. Sadece lider alternatifler üretir.
- Bu yöntemde daha az elverişli olan alternatifler ortadan kaldırılarak problemin çözümü için daha açık bir görünüme sahip alternatifler seçilir. Bu yüzden birkaç kriterli ve çok alternatifli problemlerde kullanılması daha elverişli sonuçlar vermektedir [40].
- Çözüm alanı içinde birden fazla alternatif olduğunda seçimin nasıl yapılacağı konusunda eleştiriler çıkmaktadır. Ancak alternatiflerin birbirlerine olan üstünlüklerini belirleyen net uyumluluk ve net uyumsuzluk indeksleri bulunarak bu sorun ortadan kalkmaktadır.
- C ve D matrisleri ikili karşılaştırma ile değerlendirme yaptığından dolayı alternatif sayısının artmasıyla karşılaştırmalar yapılırken karmaşıklık ortaya çıkmakta ve karşılaştırma süresi uzamaktadır [41].

BÖLÜM 6

TOPSIS YÖNTEMİ

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi Yoon ve Hwang tarafından 1981 yılında ELECTRE yöntemine bir alternatif olarak ELECTRE yönteminin temelleri üzerine geliştirilmiştir.

6.1 Tanımı ve Özellikleri

TOPSIS yöntemi ELECTRE yönteminin temeli üzerine geliştirilmiştir. Bu nedenle iki yönteminde ilk iki aşaması aynıdır. İki yöntemde de karar matrisi standartlaştırılarak başlanır ve ikinci aşamada kriterlerin ağırlık değerlerini karar vericiden alır. Bu aşamadan sonra yöntemler farklılaşır. TOPSIS ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak alternatifin en iyi olduğunu gösterirken, ELECTRE alternatiflerden birinin diğerine olan üstünlüğüne göre eleme yapar [46].

TOPSIS yöntemi karar noktalarının ideal çözüme yakınlığı prensibine dayanır. Bu prensibe göre seçilmiş alternatif, ideal çözüme en yakın mesafede, negatif ideal çözüme ise en uzak mesafede yer almaktadır. Bu mesafelerin iki yönlü olması ile sadece maksimize edilecek durumlar değil minimize edilmesi gereken durumlar da göz önünde bulundurulur.

TOPSIS yöntemi, her bir değerlendirme kriterinin monoton artan veya azalan bir eğilime sahip olduğunu varsaymaktadır. Bu sebeple ideal ve negatif ideal çözümleri bulmak kolaydır. Bulunan bu çözümlerle alternatiflerin sıralaması yapılmaktadır [47].

Yöntem kullanılarak alternatif seçeneklerini belirli kriterler doğrultusunda ve kriterlerin alabileceği maksimum ve minimum değerler arasında ideal duruma göre karşılaştırılması gerekmektedir [48].

6.2 Uygulama Alanları

TOPSIS yöntemi de diğer iki yöntem de olduğu gibi ÇKKV yöntemlerinden biri olarak, kariyer planlama, sermaye yatırımı, başvuru değerlendirme, tedarikçi seçimi, portföy seçimi, risk analizi, ürün tasarımı, tesis yeri seçimi, ulaştırma problemleri, çevresel kararlar, eğitim alanındaki kararlar, bankacılık sektörü, bilgi seçimi gibi alanlarda kullanılabilmektedir.

Literatürde, Köse ve Bülbül (2009), Türk bankacılık sektörünün 2008 küresel krizi sürecinde 2005-2008 döneminde finansal performansını TOPSIS yöntemi kullanarak değerlendirdikleri çalışmalarında, finansal oranları kullanarak söz konusu dönemlerde bankaların derecelendirmelerini yapmışlardır. Türk bankacılık sektöründe yer alan yabancı bankaların krizden daha az etkilendikleri, ancak kamu ve özel sermayeli Türk Bankalarının krizden olumsuz etkilendikleri sonucuna ulaşmışlardır.

Dumanoğlu (2010), 2004-2009 yıllarında arasında İMKB' de işlem gören on beş çimento şirketinin mali performansını TOPSIS yöntemiyle değerlendirdiği çalışmasında, bu şirketlerden bazılarının performans değerlendirmedeki sırasını koruduğu, bazılarının iyileşirken bazılarının da kötüleştiği sonucuna ulaşmıştır.

Alp ve Engin (2011), trafik kazalarının nedenleri ve sonuçları arasındaki ilişkiyi TOPSIS ve AHP yöntemlerini kullanarak analiz etmiştir. Çalışmanın başında, trafik kazalarının nedenlerinin, sonuçları üzerine etkilerinin farklı düzeylerde olduğu tahmin edilmiştir. Ancak bilirkişi uzmanlara yapılan anketlerin analizinin TOPSIS ve AHP yöntemleriyle gerçekleştirildikten sonra bulunan sonuçlar incelendiğinde kaza nedenlerinin sonuçları üzerindeki etkilerinin önemli kabul edilebilecek farklılık göstermediği her iki yöntem tarafından ortaya konulmuştur.

6.3 TOPSIS Yönteminin Aşamaları

6.3.1 Karar Matrisinin (A) Oluşturulması

TOPSIS yönteminin bu adımı ELECTRE yöntemiyle aynıdır. Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar alternatifleri (m) sütunlarında ise karar vermede kullanılacak kriterler (n) yer almaktadır.

Aşağıda gösterilen A matrisi TOPSIS uygulaması için oluşturulan başlangıç matrisidir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \tag{6.1}$$

6.3.2 Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması

Normalleştirilmiş, diğer bir deyişle standartlaştırılmış karar matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanarak ve aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{m} a_{kj}^2}} \tag{6.2}$$

Hesaplamalar sonucu R matrisi aşağıdaki gibi elde edilir.

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \tag{6.3}$$

6.3.3 Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması

Karar vericiye göre değerlendirme kriterlerinin önemi farklı olabilir. Bu farklılıkları çözüme yansıtabilmek için ağırlıklı standart karar matrisi hesaplanır. Bu aşamada öncelikli olarak

karar verici değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıklarını (w_i) belirlemelidir. Bundan sonra R matrisinin her bir sütunu, karar verici tarafından belirlenen bu önem ağırlıkları ile çarpılarak V matrisi oluşturulur. V matrisi aşağıdaki gibidir.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{ve} \quad \sum_{i=1}^{n} w_i = 1 \qquad (6.4)$$

6.3.4 İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması

TOPSIS yöntemi, her bir değerlendirme kriterinin monoton artan veya azalan bir fayda eğilimine sahip olduğunu varsaymaktadır.

İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme kriteri minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir.

A^* seti için V matrisinin her bir sütunundaki en büyük değer, A^- seti için V matrisinin her bir sütunundaki en küçük değerler seçilerek oluşturulur.

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} \,\middle|\, j \in J), (\min_i v_{ij} \,\middle|\, j \in J') \right\} \qquad (6.5)$$

(6.5) 'den bulunacak set $A^* = \left\{ v_1^*, v_2^*, ..., v_n^* \right\}$ şeklinde gösterilebilir.

Negatif ideal çözüm seti ise, V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme kriteri maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. Negatif ideal çözüm setinin bulunması (6.6) daki formülde gösterilmiştir.

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} \,\middle|\, j \in J), (\max_i v_{ij} \,\middle|\, j \in J') \right\} \qquad (6.6)$$

(6.6) dan bulunacak set $A^- = \left\{ v_1^-, v_2^-, ..., v_n^- \right\}$ şeklinde gösterilebilir [49].

Her iki formülde de J fayda (maksimizasyon), J' ise kayıp (minimizasyon) değerini göstermektedir.

Gerek ideal gerekse negatif ideal çözüm seti, değerlendirme kriteri sayısı yani m elemandan oluşmaktadır.

6.3.5 Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması

TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme kriteri değerinin ideal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için Euclidian uzaklık yaklaşımından yararlanılmaktadır. Buradan elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise İdeal Ayırım (S_i^*) ve Negatif İdeal Ayırım (S_i^-) Ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. İdeal ayırım (S_i^*) ölçüsünün hesaplanması (6.7) formülünde, negatif ideal ayırım (S_i^-) ölçüsünün hesaplanması ise (6.8) formülünde gösterilmiştir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^*)^2} \tag{6.7}$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2} \tag{6.8}$$

Burada hesaplanacak S_i^* ve S_i^- sayısı doğal olarak karar noktası (alternatif) sayısı kadar olacaktır.

6.3.6 İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Her bir karar noktasının (alternatifin) ideal çözüme göreli yakınlığının (C_i^*) hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır. İdeal çözüme göreli yakınlık değerinin hesaplanması aşağıdaki gibidir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \tag{6.9}$$

Burada C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında değer alır ve $C_i^* = 1$ ilgili karar noktasının ideal çözüme, $C_i^* = 0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir.

6.4 TOPSIS Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları

TOPSIS yöntemi ELECTRE yönteminin temeline göre geliştirilmiştir. Bu yöntemin bir üstünlüğü her bir alternatifin kendi değerini almasıdır. Bu nedenle, alternatifler arasındaki faklılıklar ve kriterlerin birbirlerinden ne kadar farklı oldukları konusunda iyi bir görüş elde edilebilmektedir. Kolay uygulanabilir ve grafiksel olarak kolay görülebilir yöntemdir [45].

BÖLÜM 7

UYGULAMA ve SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

İstatistik bölümü çok geniş bir iş alanına sahiptir. Bu iş alanlarının birkaçının şartlarını sağlayan mezun, bu alanlardan hangisini seçeceğine karar verirken güçlük çekebilmektedir. Çünkü seçeceği alternatif mezunun kariyerini etkileyecektir.

Kariyer, iş hayatında belirlenen amaçların bütünüdür. Kariyer, çalışmalar yanında alınan eğitimler ve kendini kişisel ve mesleki olarak geliştirme sürecinin tamamıdır. Kariyerin bir sonu yoktur. İş hayatı boyunca yapılanlar ve planlananlar bu sürece dahildir.

Lisans eğitiminin bitmesiyle, birçok iş alanına sahip bir bölüm bitirmiş mezunların çoğu hangi alana yönelecekleri ve hangi sektörü seçecekleri konusunda kararsız kalmaktadırlar. Seçenek fazla olunca kişiler kendi kriterlerine göre önlerine çıkan alternatiflerden en iyisini seçmeye çalışırlar.

Bu bölümde çalışmanın önceki bölümlerinde anlatılan teorik bilgilerden yola çıkarak istatistik bölümünden mezun olmuş bir kişi için uygun iş alternatifi seçimi gerçekleştirilecektir. Kişinin karşısında dört farklı alternatif vardır. Bunlar, “Bankada Uzman Yardımcısı” pozisyonu, “Üniversitede Araştırma Görevlisi” pozisyonu , “Belediyede İstatistikçi” pozisyonu ve “Özel Şirkette İstatistikçi” pozisyonudur. Kişi bu dört farklı iş için gerekli şartları sağlayacaktır fakat hangisini seçeceğine karar verirken zorlanmaktadır. Bu karar problemi AHP, ELECTRE I ve TOPSIS yöntemleriyle ayrı ayrı çözülmüş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Böylelikle kişi için nihai karara ulaşılmıştır.

7.1 Araştırmanın Amacı ve Önemi

Araştırmanın amacı, çok kriterli karar verme yöntemlerinde AHP, ELECTRE I ve TOPSIS yöntemlerinin karşılaştırılması ve istatistik bölümü mezunu bir kişi için önündeki iş

alternatiflerinden kendisine uygun olanı seçme problemini bu üç yöntemle çözerek, sonuçların karşılaştırılmasıdır.

Araştırma kapsamında AHP, ELECTRE I ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak seçim işlemi gerçekleştirilirken, uygulanan bu üç karar verme yöntemine ait sonuçlar karşılaştırılarak birbirleriyle ne ölçüde tutarlılık gösterdikleri de ortaya konmuştur.

7.2 Araştırmanın Kapsamı

Araştırma, istatistik bölümünden yeni mezun olmuş bir kişinin karşısındaki dört iş alternatifinin uygunluk sıralamasının yapılmasını ve böylelikle içlerinden en uygununu seçme işlemini kapsamıştır. Seçim AHP, ELECTRE I ve TOPSIS yöntemleriyle yapılmış böylelikle sonuçlar karşılaştırılmıştır. Kişi için en uygun işi seçme çok önemlidir. Çünkü vereceği karar kişinin kariyerini etkileyecektir. Dolayısıyla, uygulama kariyer planlamasını amaçlamıştır.

Bu amaçla öncelikle amaç ortaya konmuş ve mezunların iş seçimine etki eden faktörler araştırılarak karar verme süreci başlatılmıştır.

7.3 Araştırmanın Yöntemi

Yöntem olarak çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP ,ELECTRE I ve TOPSIS yöntemleri seçilmiştir. AHP yöntemi çok sayıda denklem ve matematiksel işlem içerdiğinden dolayı bu yöntemin çözüm aşamasında oldukça kolaylık sağlayan Expert Choice deneme sürümü kullanılmıştır. ELECTRE I ve TOPSIS yöntemlerinin hesaplamaları için ise Microsoft Excel 2007 programı kullanılmıştır.

Expert Choice, yatırım portföy analizi ve ortak karar destek sağlayıcı bir yazılımdır. 1983'te Expert Choice (EC) firması tarafından geliştirilen bu yazılım, şirketlere dünya çapında iş ve devlet organizasyonları ile ilgili portföy analizi, proje önceliklendirme, kaynak tahsisi, toplam kalite, fayda maliyet analizleri, analitik planlama, kredi analizleri, üretim süreç yönetimi pazarlama stratejilerinin formüle edilmesi gibi konularda destek sağlamaktadır. EC yazılım paketi AHP'nin yazılım programı olarak, karmaşık problemlerin analizinde kullanılan bir karar destek aracıdır [44].

7.4 Araştırmanın Örneklemi ve Verilerin Toplanması

Araştırma, istatistik bölümünden yeni mezun olan bir kişinin karşısındaki dört alternatif işten en uygununu seçme amaçlıdır. İş seçim kriterlerinin belirlenmesi için karar verici dahil olmak üzere istatistik bölümünden yeni mezun olan 50 kişiye araştırma amacı anlatılarak Ek-A' daki anket yüz yüze yapılmıştır. Verilen cevaplar düzenlenerek seçimdeki kriterler belirlenmiştir. Kriter belirlemek için karar vericinin yanı sıra diğer kişilerinde fikirlerinin alınmasının sebebi karar verici için önemli olan fakat o an aklına gelmeyen kriterlerinde göz ardı edilmemesidir.

Uygulamada gerçek bir kişisel karar verme problemi üzerinde durulmuştur. İstatistik bölümünden yeni mezun olan bir kişi, önündeki dört iş alternatifinden hangisini seçeceğine karar vermekte zorlanmaktadır.

Bu dört iş alternatifi aşağıda belirtilmiştir.

- Bankada Uzman Yardımcısı pozisyonu
- Üniversitede Araştırma Görevlisi pozisyonu
- Belediyede İstatistikçi pozisyonu
- Özel Şirkette İstatistikçi pozisyonu

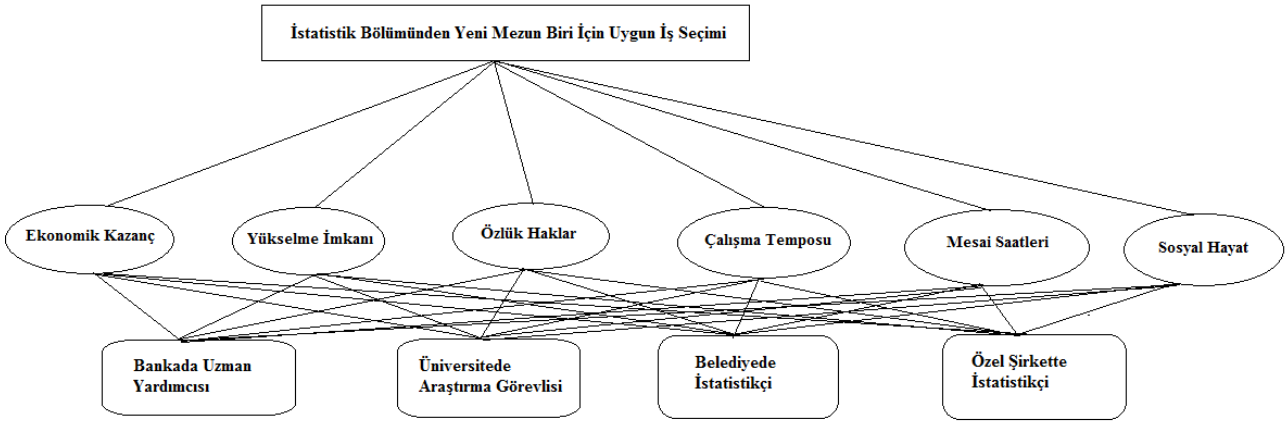
7.5 En Uygun İş Alternatifi Seçiminde Kullanılan Değerlendirme Kriterleri

İstatistik bölümünden yeni mezun olan 50 kişiye (karar verici dahil) Ek-A'daki anket yapılmış katılımcıların tamamının ankette verilen kriterleri işaretlediği görülmüştür. Diğer seçeneğine yazılan şehir ve aileye yakınlık kriterleri, bu iş alternatifinin karar vericinin ailesiyle birlikte ikamet ettiği şehirde olması sebebiyle uygulamaya dahil edilmemiştir. Anket çalışması sonucunda iş seçimindeki kriterler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- **Ekonomik Kazanç:** İşverenin çalıştırdığı kişilere hizmet karşılığında her ay verdikleri ücreti ifade etmektedir. Kişilerin iş hayatına atılmalarının ve hayatlarına devam etmelerinin temel nedeni, yaşamlarını istedikleri gibi devam ettirebilmek amacıyla para kazanmaktır.
- **Yükselme İmkânı:** Hizmet süresinin artmasıyla veya işyerinde belirlenen şartların sağlanmasıyla birlikte gerçekleşen kademe değişiklikleridir.
- **Özlük Haklar:** Kişilerin çalışmaya başladığı kadro veya pozisyonun getirdiği, kanunların öngördüğü şartlara bağlı olan tüm haklardır. Grev hakkı ve istifa hakkı bu

haklara örnek gösterilebilir. Özlük haklarının iyi olması da kişiler için önemli bir kriterdir.

- **Çalışma Temposu:** Çalışma yoğunluğunu ifade etmektedir. Mesai saatleri içindeki yoğunluğun getirdiği yorgunluğu göz önüne alarak iş seçmede bu kriteri de önemli görmüşlerdir.
- **Mesai Saatleri:** Günlük iş başlangıç ve paydos saatlerini ifade etmektedirler. Bazı işyerlerinde paydos saati gelmesine rağmen işler uzamakta ve mesai saati artmaktadır. Bu durumları göz önünde bulundurarak kişilerin iş seçerken göz önünde aldığı kriterlerden biri olmaktadır.
- **Sosyal Hayat:** Kişiler, çalışmaya başladıktan sonra iş koşullarına bağlı olarak zamanlarının çoğunu işte veya iş ile ilgili durumlarla geçirme sebebiyle eskisi gibi sosyal olamamaktadırlar. Tabi ki bu iş alanına göre değişmektedir. Bazı işyerlerinde özellikle özel sektörde hafta sonu bile mesai yapan kişiler vardır. Dolayısıyla sosyal hayat kriteri, iş seçmede önemli bir kriter olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 7.1 Problem kriterlerinin hiyerarşik yapısı

Bu dört iş alternatifiyle ilgili kriterlerin değerlendirilmesi için kişinin karar vereceği kurumlarda aynı pozisyonda en az iki yıl çalışan personellerle görüşülerek, hem AHP yönteminde kriter bazda alternatiflerin karşılaştırılması için hem de ELECTRE I ve TOPSIS yönteminin uygulaması için personellerden sözel kriterlere 10 üzerinden puan verilmesi

istenmiştir. Ekonomik Kazanç personelin her ay verdiği hizmet karşılığında, net bir rakam olmamakla beraber genelde eline geçtiği miktardır.

Kriterlerden sadece ekonomik kazanç sayısal kriterdir.

Anket yapılan personeller kendi işlerini, belirlenen kriterlere göre değerlendirmişlerdir. En az iki yıl çalışma şartının konmasının sebebi değerlendirmelerin daha gerçekçi ve tutarlı olması içindir. Her kurum içindeki personellerin görüş birliğine vardığı puanlar aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

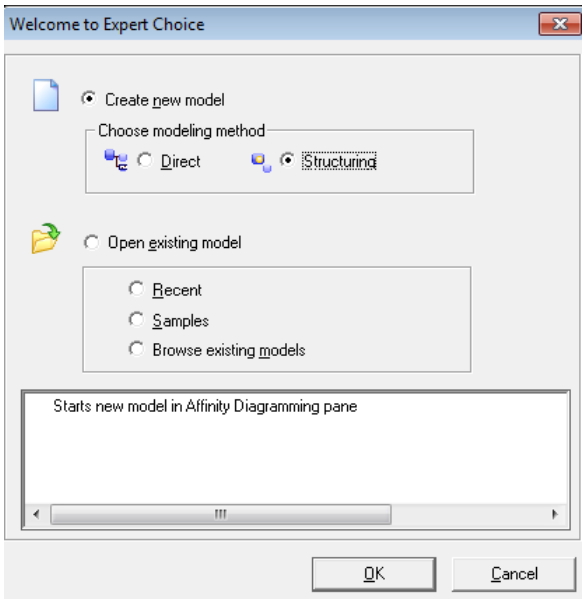
Çizelge 7.1 Kriterlerin değerleri

	Ekonomik Kazanç	Yükselme İmkanı	Özlük Haklar	Çalışma Temposu	Mesai Saatleri	Sosyal Hayat
Bankada Uzman Yrd.	2450	8	8	5	4	6
Üniversitede Ar.Gör.	2000	7	7	3	6	3
Belediyede İstatistikçi	2200	5	8	7	8	9
Özel Şirkette İstatistikçi	1550	6	4	5	4	7

7.6 Expert Choice Programı Kullanılarak AHP Yönteminin Uygulanması

Bu bölümde, Expert Choice programı kullanılarak AHP yöntemiyle karar verme gerçekleştirilecektir. Bu amaçla öncelikle programa ait ekran görüntüleri sırasıyla aktarılmıştır.

Programı açtığımızda karşımıza çıkan ilk ekran, karar probleminin tanımlama ekranıdır. Burada yer alan menüler yardımıyla istenilen model oluşturma yöntemine karar verilmektedir.

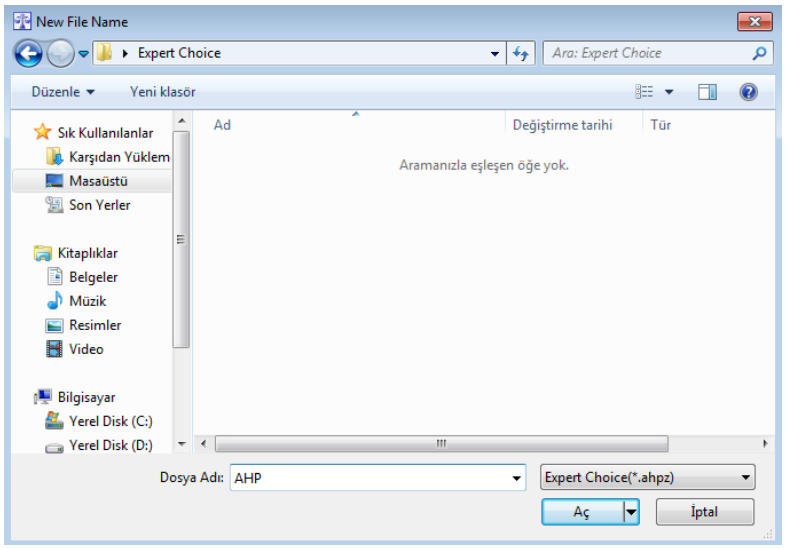


Şekil 7.2 Expert Choice programı model yöntemi seçim ekranı

Expert Choice programıyla amacın, kriterlerin ve alternatiflerin tanımlanmasında, ilişkilendirilmesinde ve ikili karşılaştırmalarının yapılmasına olanak verilmektedir. Structuring seçeneği ile yapısal tanımlama yapılmaktadır. Direct seçeneği kullanılarak da amaç, kriterleri ve alternatifleri tanımlamak mümkündür.

Ayrıca, karar problemi tanımlanırken bu iki seçenek arasında geçiş yapmak da mümkündür.

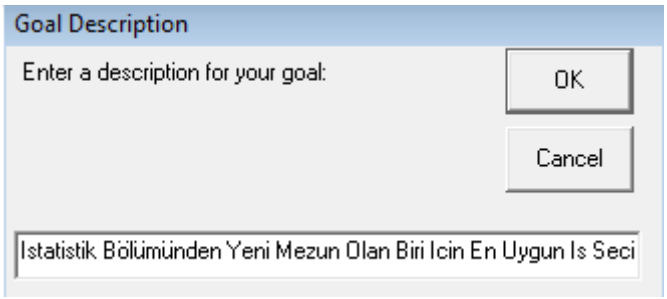
Uygulama kapsamında problem tanımlaması gerçekleştirilirken Structing seçeneği kullanılmıştır. Structing seçeneğinin seçilmesiyle (Şekil 7.3) deki ekran görüntüsü karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 7.3 Expert Choice programı kayıt yeri seçimi

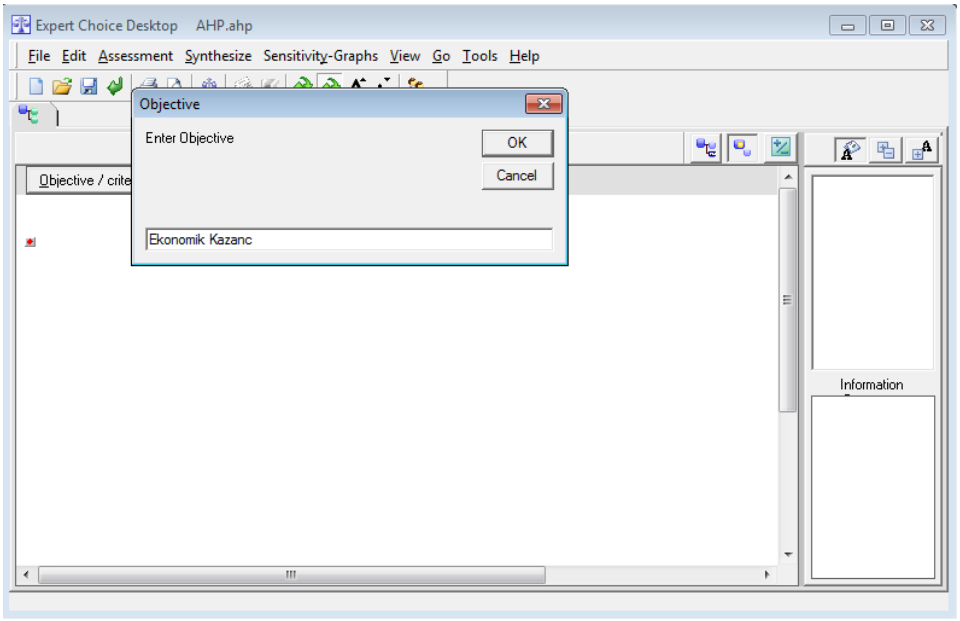
(Çizelge 7.3) deki ekranda Expert Choice uygulamasının kaydedileceği yer seçilerek dosyaya isim verilmektedir. Dosya ismi ve yer seçildikten sonra Aç komutuna basıldığında karşımıza Goal Description kutucuğu çıkar. Bu kutucuğa uygulama amacı yazılıp Ok komutuna basılır. Böylelikle uygulamanın amacı programda tanımlanmış olur.

Uygulamanın amacı “Istatistik Bölümünden Yeni Mezun Olan Biri Icin En Uygun Is Secimi” yazıldığında çıkan ekran aşağıdaki gibi olmaktadır.



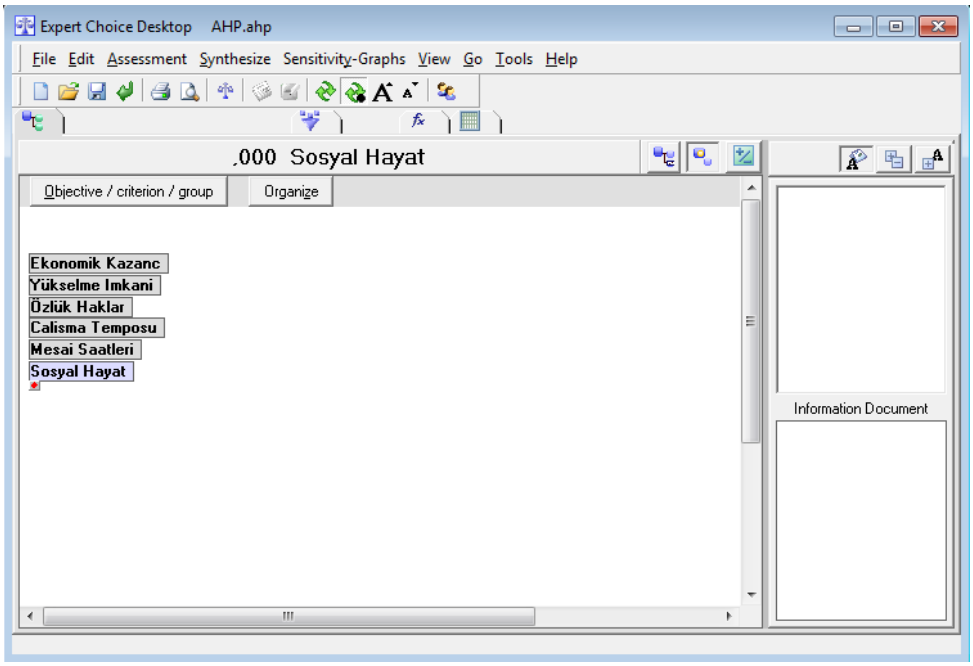
Şekil 7.4 Expert Choice programı uygulama amacı tanımlama ekranı

Uygulama amacı tanımlandıktan sonra karşımıza aşağıdaki ekran çıkar. Bu ekrandaki “objective/criterion/ group” seçeneğine tıklayarak kriter girişleri yapılır.



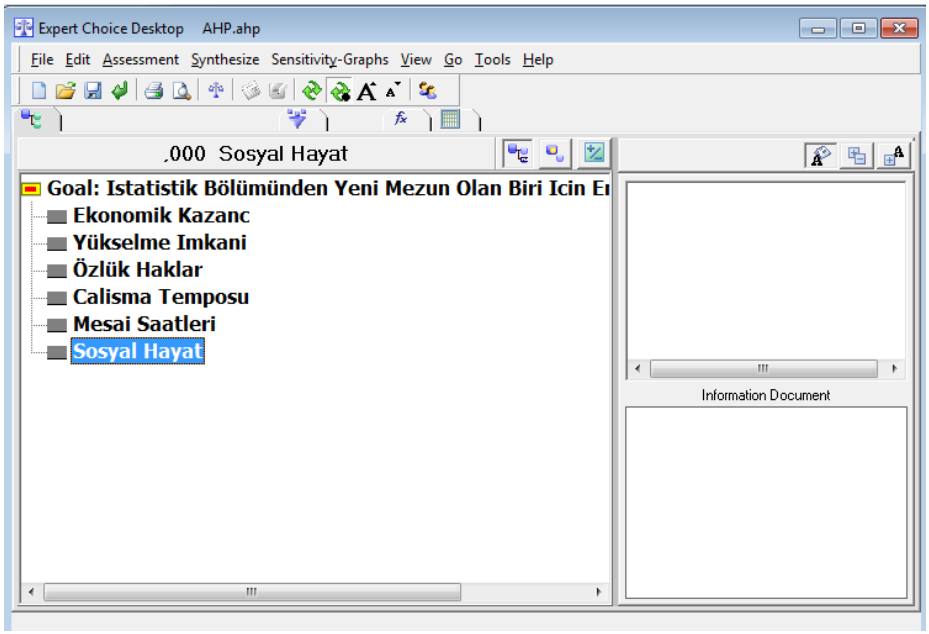
Şekil 7.5 Expert Choice programı kriter giriş ekranı

Belirlenen kriterler tek tek programa girildikten sonra (Şekil 7.6) daki ekran görüntüsü elde edilmektedir.



Şekil 7.6 Expert Choice programı kriter ekranı

Kriter girişlerinin ardından ekranın sağ üst köşesinde yer alan ağaç diagramı seçeneği ile kriterlerin amaç problemi altında ağaç penceresi şeklinde görüntülenmesi sağlanır.

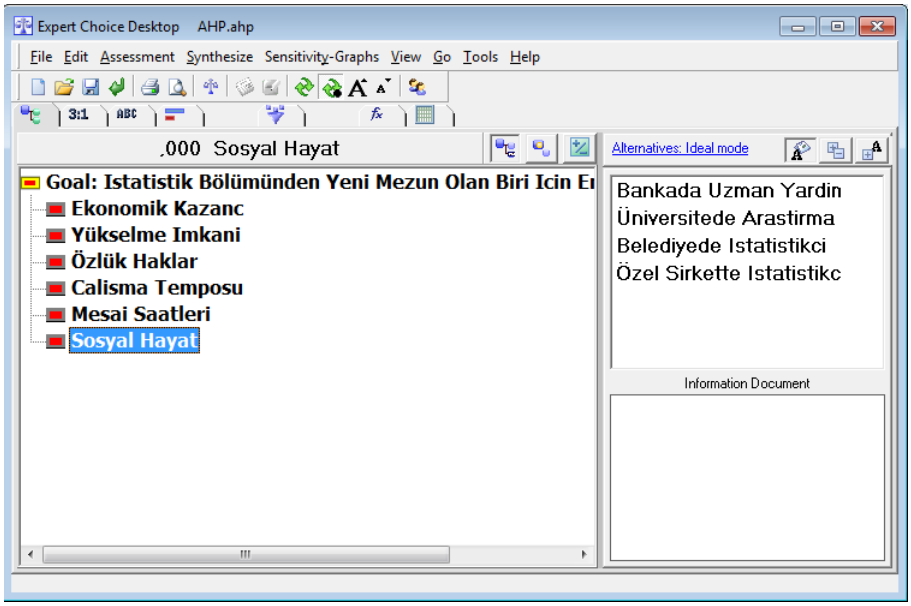


Şekil 7.7 Expert Choice programı diagram sekmesi ekranı

Bu aşamanın ardından alternatif tanımlamaları yapılacaktır. Yukarıdaki şekilde sağ üst köşede yer alan butonu vasıtasıyla ekranın sağ bölümünde yer alan kutucuğa sırayla alternatif girişleri yapılmıştır. Alternatifler daha önceki bölümde de belirtildiği üzere dört iş alternatifi

olup sırasıyla “Bankada Uzman Yardımcısı”, “Üniversitede Araştırma Görevlisi”, “Belediyede İstatistikçi”, “Özel Şirkette İstatistikçi” olarak tanımlamıştır.

Alternatif girişleri yapıldıktan sonra elde edilen ekran görüntüsü aşağıdaki gibidir.



Şekil 7.8 Expert Choice programı alternatiflerin giriş ekranı

Bu aşamanın ardından, sıra kriterlerin ve alternatiflerin arasındaki ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasına gelir.

7.6.1 İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması ve Analizi

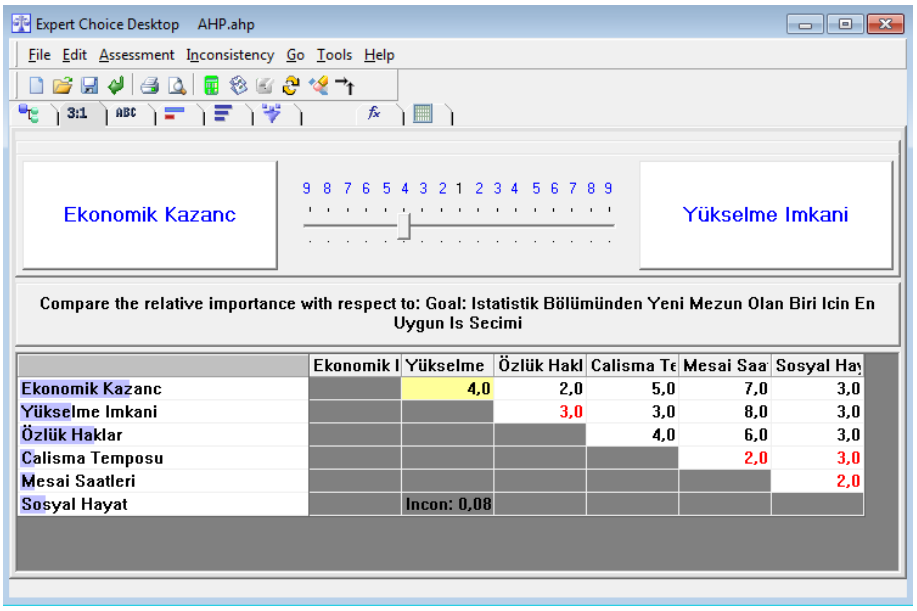
Bu bölümde kriter ağırlıklarının hesaplanabilmesi ve veri tablolarının oluşturulabilmesi için öncelikle Expert Choice programı aracılığıyla ikili karşılaştırma matrisleri hazırlanacaktır.

7.6.1.1 Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterlerin ikili karşılaştırılması aşamasında, karar vericiye Ek-B’de verilen anket yollanarak kendi değerlendirmelerini, başkalarının etkisinde kalmadan gerçekçi bir şekilde yapabilmesi için yalnız doldurması istenmiştir.

Veri girişleri Expert Choice Programında “3:1” olarak aktarılan (Pairwise Numerical Comparisons) seçeneği ile gerçekleştirilir. Veri girişlerinin ardından kriterlerin karşılaştırılması için ikili karşılaştırma matrislerinin Expert Choice programında otomatik olarak oluşturulduğu görülür. Veri girişleri 

sekmesiyle de yapılabilir.



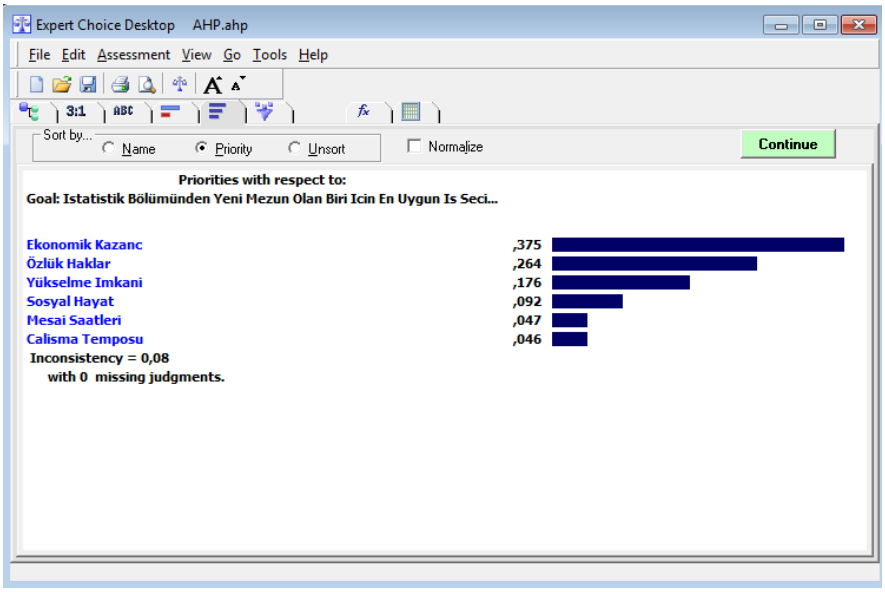
Şekil 7.9 Expert Choice programı tutarsızlık oranı matris ekranı

Yukarıdaki şekle bakıldığında tutarsızlık oranının 0,08 olduğu görülür. Bu oranın 0,10'dan düşük olması da kriterlerin karşılaştırılmasında AHP yöntemine göre tutarlı davranıldığını ifade eder.

Karşılaştırmalar yapılırken, satırdaki kriter sütundaki kriterden daha önemliyse örneğin 4 değeri verilirken, sütundaki kriter satırdaki kriterden daha önemliyse 1/4 şeklinde değerlendirilir. İkili karşılaştırmalar matrisinin sütunundaki kriterlerin satırdaki kriterlere göre daha önemli olduğunu gösteren 1/4, 1/3 şeklindeki değerler ise Expert Choice programında kırmızı renk ile 4, 3 şeklinde yazılmaktadır.

Tutarsızlık Oranı, ikili karşılaştırma değerleri matrise girilirken Expert Choice programı tarafından söz konusu matris için otomatik olarak hesaplanmaktadır.

Aşağıdaki ekranda verilerin girilmesiyle program tarafından hesaplanan kriterlerin göreli önem değerleri görülmektedir.



Şekil 7.10 Expert Choice programı Kriterlerin göreli önem değerleri

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi en önemli kriter 0,375 değeri ile ekonomik kazançtır. Bu kriteri 0,264 ile özlük hakları, 0,176 ile yükselme imkanı, 0,092 ile sosyal hayat, 0,047 ile mesai saatleri izlemiştir. En düşük önemli kriter ise 0,046 ile çalışma temposu kriteridir.

7.6.1.2 Kriter Bazında Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması ve Analizi

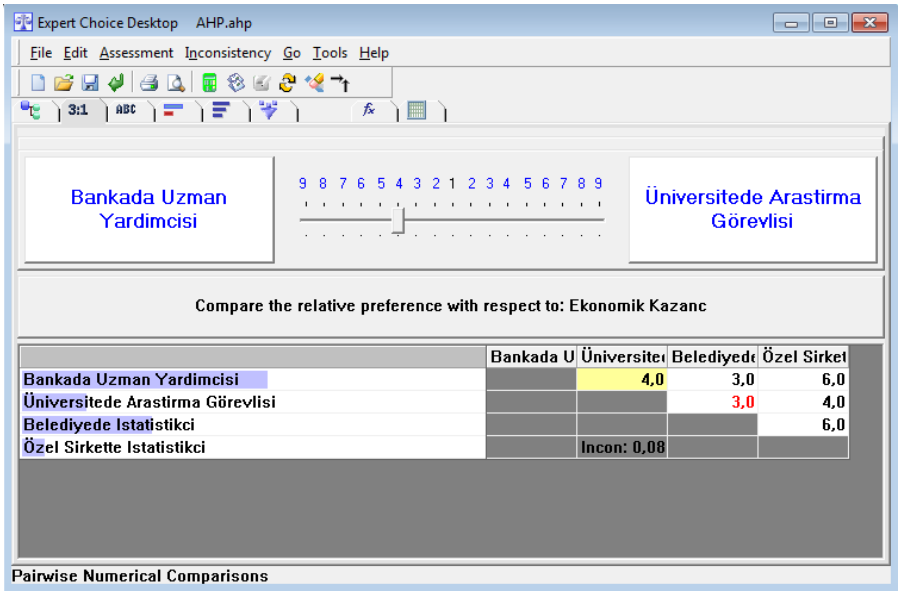
Kriter bazında iş alternatifleri, deneyimli personellerin verdiği puanlamalara bakılarak, daha önce AHP alanında birçok çalışma yapmış bir uzman ile birlikte karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın daha önceki bölümlerinde belirlenen alternatiflerin her bir kriter bazında ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulabilmesi için kriterlerin tanımlı olduğu ekrana gelinerek öncelikle ilgili kriter seçilir ve daha sonra da “sayısal ikili karşılaştırma veri girişi ekranına” geçilir. Bu şekilde (Çizelge 7.11) deki ekran görüntüsünde belirtildiği gibi bir karşılaştırma matrisine ulaşılmış olunur.

Çalışmanın bu bölümünde, her bir kriter bazında alternatifler karşılaştırılacak, matrisleri hazırlanarak ikili karşılaştırmaları gerçekleştirilecektir.

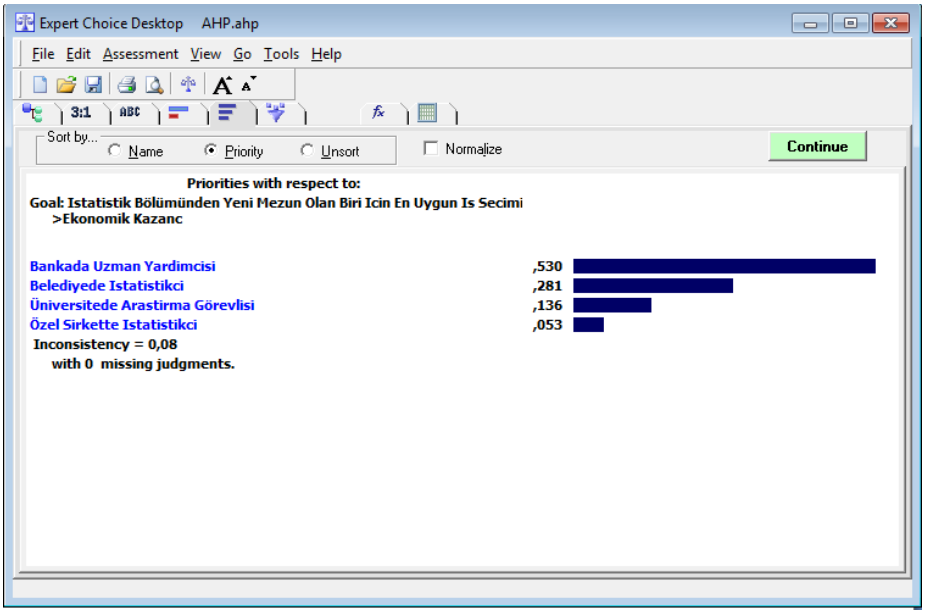
Sırasıyla alternatiflerin ikili karşılaştırmalarına ait sonuçlar verilmiştir.

7.6.1.2.1 Ekonomik Kazanç Kriteri Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması



Şekil 7.11 Expert Choice programı ekonomik kazanç matris ekranı

Yukarıdaki ekran görüntüsünden görüldüğü gibi tutarsızlık oranı değeri 0,08 olarak hesaplanmıştır. Bu oranın %10'dan düşük olması da kriterlerin karşılaştırılmasında AHP yöntemine göre yeterince tutarlı davranıldığını ifade eder.

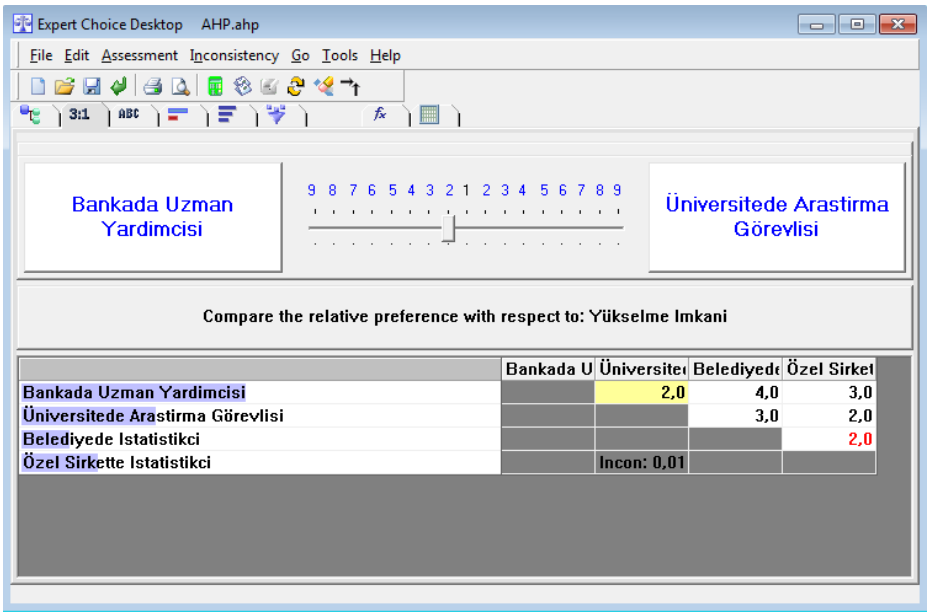


Şekil 7.12 Expert Choice programı ekonomik kazanç kriteri göreli baskınlık değerleri

(Şekil 7.12) deki ekran görüntüsünde ise ikili karşılaştırmalar matrisine veri girişleri yapıldıktan sonra Expert Choice tarafından hesaplanan alternatiflerin göreli baskınlık değerleri bazında en önemli alternatif 0,530 değeri ile "Bankada Uzman Yardımcısı" olarak

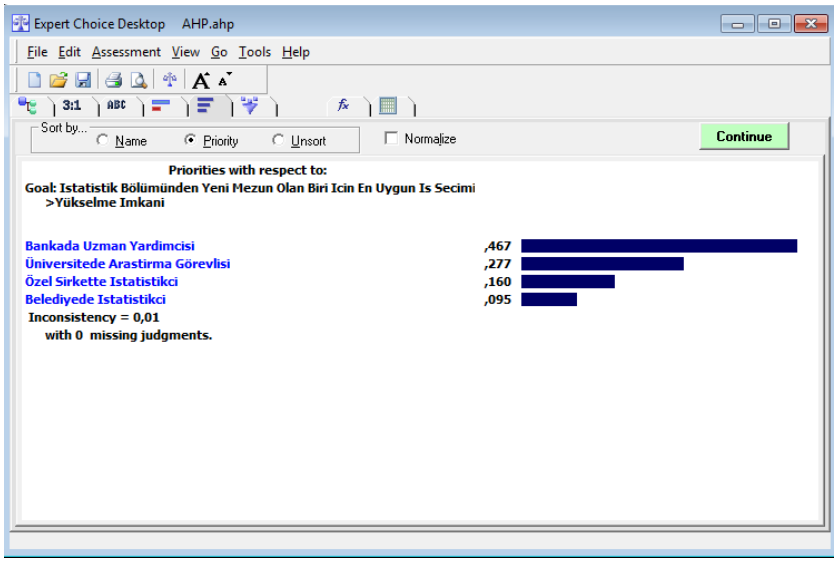
hesaplanmıştır. Ardından 0,281 değeri ile "Belediyede İstatistikçi" alternatifi gelmektedir. 3.sırada 0,136 ile "Üniversitede Araştırma Görevlisi" alternatifi vardır. En düşük baskınlık değerine sahip alternatif ise 0,053 ile "Özel Şirkette İstatistikçi" olarak hesaplanmıştır. Ayrıca karşılaştırma yapılmayan kriterin olmadığı da görülmektedir.

7.6.1.2.2 Yükselme İmkanı Kriteri Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması



Şekil 7.13 Expert Choice programı yükselme imkanı matris ekranı

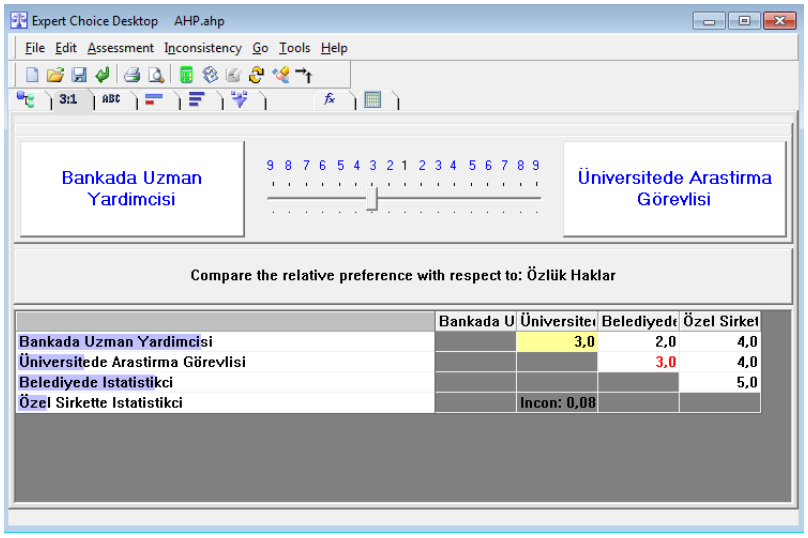
Yukarıdaki ekran görüntüsünden görüldüğü üzere, tutarsızlık oranı değeri 0,01 olarak hesaplanmıştır. Bu oranın %10'dan düşük olması kriterlerin karşılaştırılmasında AHP yöntemine göre yeterince tutarlı davranıldığını ifade eder.



Şekil 7.14 Expert Choice programı yükselme imkanı kriteri göreli baskınlık değerleri

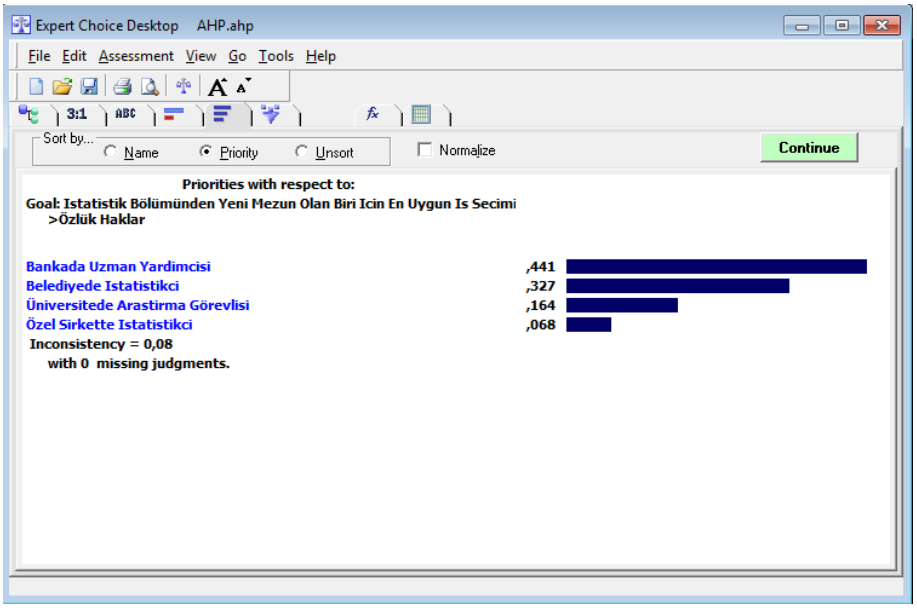
Yukarıdaki ekran görüntüsünde ise ikili karşılaştırmalar matrisine veri girişleri yapıldıktan sonra Expert Choice tarafından hesaplanan alternatiflerin göreli baskınlık değerleri bazında en önemli alternatif 0,467 değeri ile "Bankada Uzman Yardımcısı" olarak hesaplanmıştır. Ardından 0,277 değeri ile "Üniversitede Araştırma Görevlisi" alternatifi gelmektedir. 3.sırada 0,160 değeri ile "Özel Şirkette İstatistikçi" alternatifi vardır. En düşük baskınlık değerine sahip alternatif ise 0,095 ile "Belediyede İstatistikçi" olarak hesaplanmıştır. Ayrıca karşılaştırma yapılmayan kriterin olmadığı da görülmektedir.

7.6.1.2.3 Özlük Haklar Kriteri Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması



Şekil 7.15 Expert Choice programı özlük haklar matris ekranı

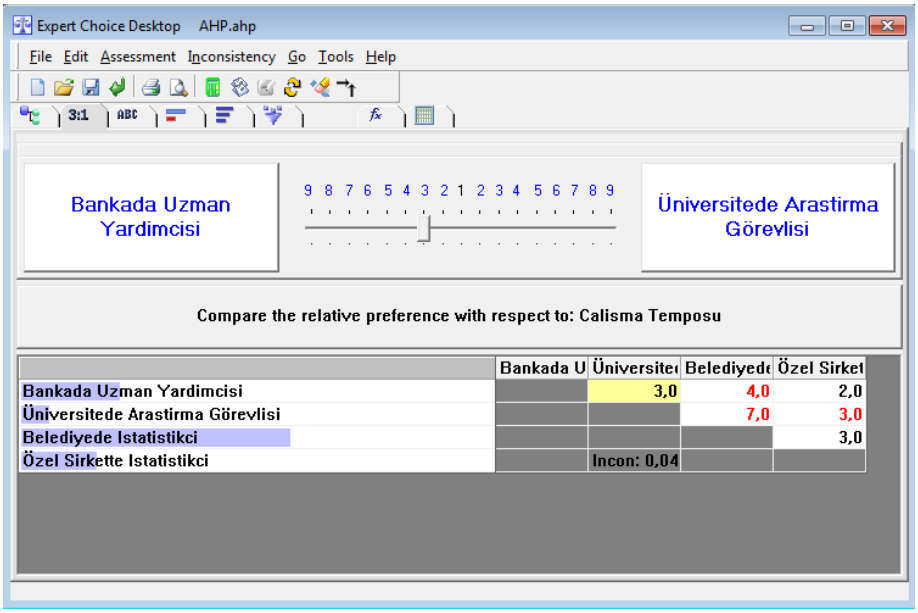
(Şekil 7.15) de görüldüğü gibi, tutarsızlık oranı değeri 0,08 olarak hesaplanmıştır. Bu oranın %10'dan düşük olması kriterlerin karşılaştırılmasında AHP yöntemine göre yeterince tutarlı davranıldığını ifade eder.



Şekil 7.16 Expert Choice programı özlük haklar kriteri göreli baskınlık değerleri

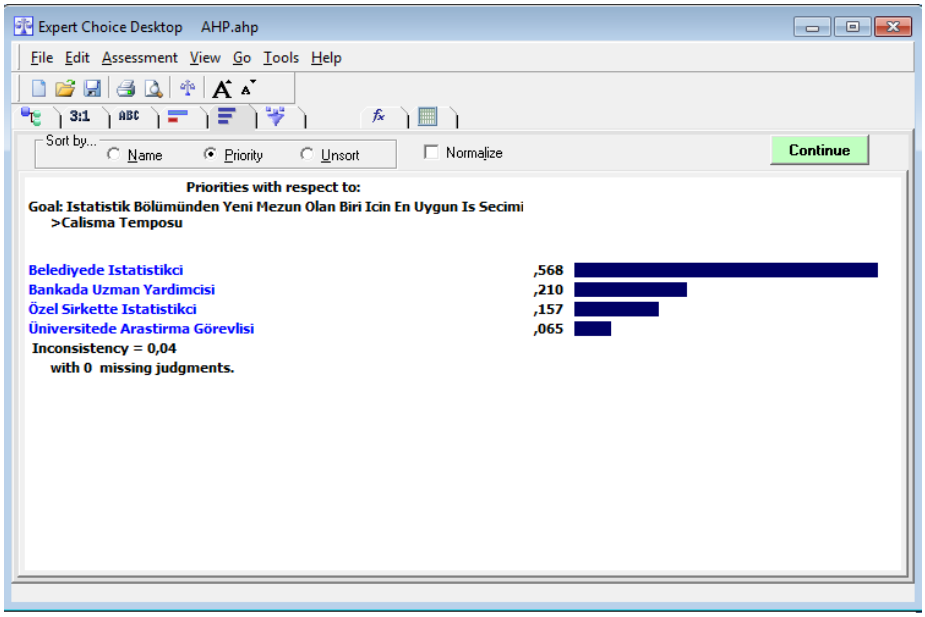
Yukarıdaki ekran görüntüsünde ise ikili karşılaştırmalar matrisine veri girişleri yapıldıktan sonra Expert Choice tarafından hesaplanan alternatiflerin göreli baskınlık değerleri bazında en önemli alternatif 0,441 değeri ile "Bankada Uzman Yardımcısı" olarak hesaplanmıştır. Ardından 0,327 değeri ile "Belediyede İstatistikçi" alternatifi gelmektedir. 3.sırada 0,164 değeri ile "Üniversitede Araştırma Görevlisi" alternatifi vardır. En düşük baskınlık değerine sahip alternatif ise 0,068 ile "Özel Şirkette İstatistikçi" olmak olarak hesaplanmıştır. Ayrıca karşılaştırma yapılmayan kriterin olmadığı da görülmektedir.

7.6.1.2.4 Çalışma Temposu Kriteri Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması



Şekil 7.17 Expert Choice programı çalışma temposu matris ekranı

Yukarıdaki ekran görüntüsünde görüldüğü gibi, karşılaştırmanın yapılmasıyla tutarsızlık oranı değeri 0,04 olarak hesaplanmıştır. Bu oranın %10'dan düşük olması kriterlerin karşılaştırılmasında AHP yöntemine göre yeterince tutarlı davranıldığını ifade eder.

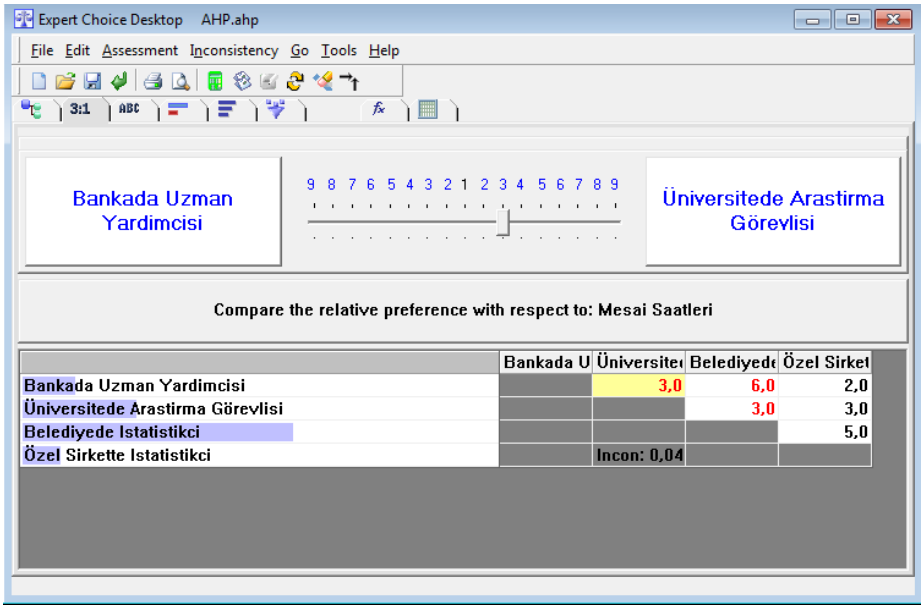


Şekil 7.18 Expert Choice programı çalışma temposu kriteri göreli baskınlık değerleri

Yukarıdaki ekran görüntüsünde ise, ikili karşılaştırmalar matrisine veri girişleri yapıldıktan sonra Expert Choice tarafından hesaplanan alternatiflerin göreli baskınlık değerleri bazında en önemli alternatif 0,568 değeri ile "Belediyede İstatistikçi" olarak hesaplanmıştır. Ardından

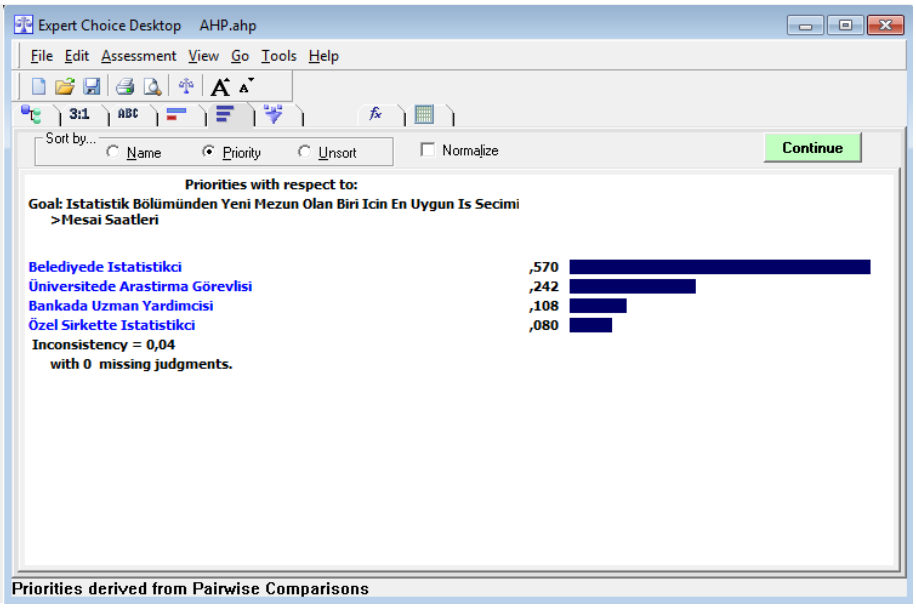
0,210 değeri ile “Bankada Uzman Yardımcısı” alternatifi gelmektedir. 3.sırada 0,157 değeri ile “Özel Şirkette İstatistikçi” alternatifi vardır. En düşük baskınlık değerine sahip alternatif ise 0,065 ile “Üniversitede Araştırma Görevlisi” olarak hesaplanmıştır. Ayrıca karşılaştırma yapılmayan kriterin olmadığı da görülmektedir.

7.6.1.2.5 Mesai Saatleri Kriteri Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması



Şekil 7.19 Expert Choice programı mesai saatleri matris ekranı

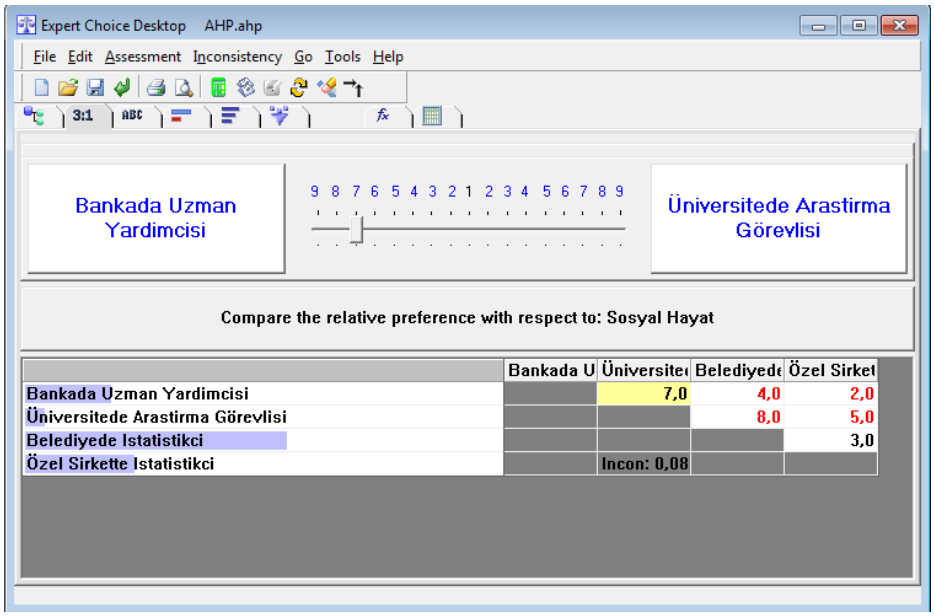
Yukarıdaki ekran görüntüsünde görüldüğü gibi, karşılaştırmanın yapılmasıyla tutarsızlık oranı değeri 0,04 olarak hesaplanmıştır. Bu oranın %10’dan düşük olması kriterlerin karşılaştırılmasında AHP yöntemine göre yeterince tutarlı davranıldığını ifade eder.



Şekil 7.20 Expert Choice programı mesai saatleri kriteri göreli baskınlık değerleri

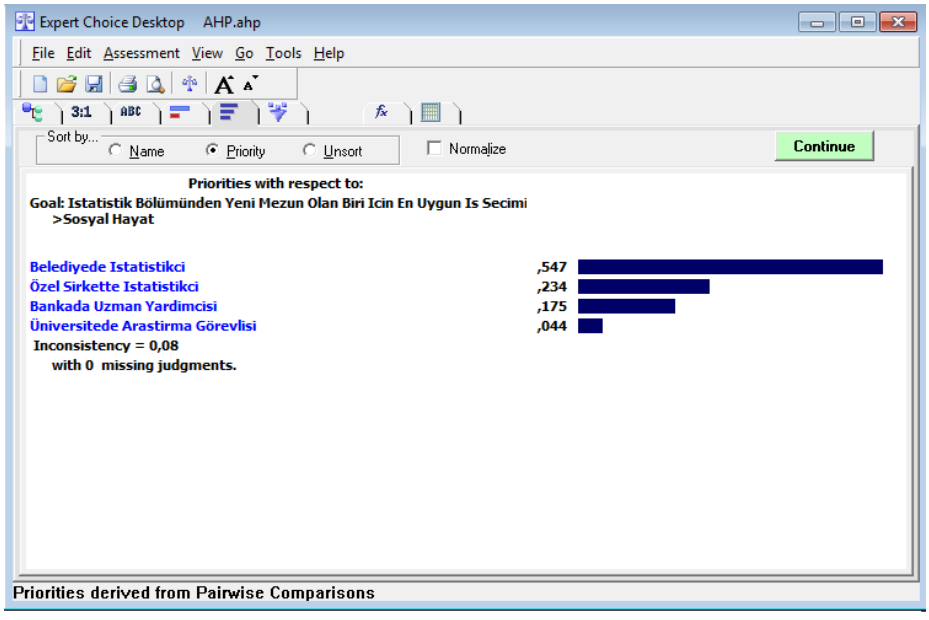
Yukarıdaki ekran görüntüsünde ise, ikili karşılaştırmalar matrisine veri girişleri yapıldıktan sonra Expert Choice tarafından hesaplanan alternatiflerin göreli baskınlık değerleri bazında en önemli alternatif 0,570 değeri ile “Belediyede İstatistikçi” olarak hesaplanmıştır. Ardından 0,242 değeri ile “Üniversitede Araştırma Görevlisi” alternatifi gelmektedir. 3.sırada 0,108 değeri ile “Bankada Uzman Yardımcısı” alternatifi vardır. En düşük baskınlık değerine sahip alternatif ise 0,080 ile “Özel Şirkette İstatistikçi” olarak hesaplanmıştır. Ayrıca karşılaştırma yapılmayan kriterin olmadığı da görülmektedir.

7.6.1.2.6 Sosyal Hayat Kriteri Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması



Şekil 7.21 Expert Choice programı sosyal hayat matris ekranı

Yukarıdaki ekran görüntüsünde görüldüğü gibi, karşılaştırmanın yapılmasıyla tutarsızlık oranı değeri 0,08 olarak hesaplanmıştır. Bu oranın %10'dan düşük olması kriterlerin karşılaştırılmasında AHP yöntemine göre yeterince tutarlı davranıldığını ifade eder.



Şekil 7.22 Expert Choice programı sosyal hayat kriteri göreli baskınlık değerleri

Yukarıdaki ekran görüntüsünde ise ikili karşılaştırmalar matrisine veri girişleri yapıldıktan sonra Expert Choice tarafından hesaplanan alternatiflerin göreli baskınlık değerleri bazında

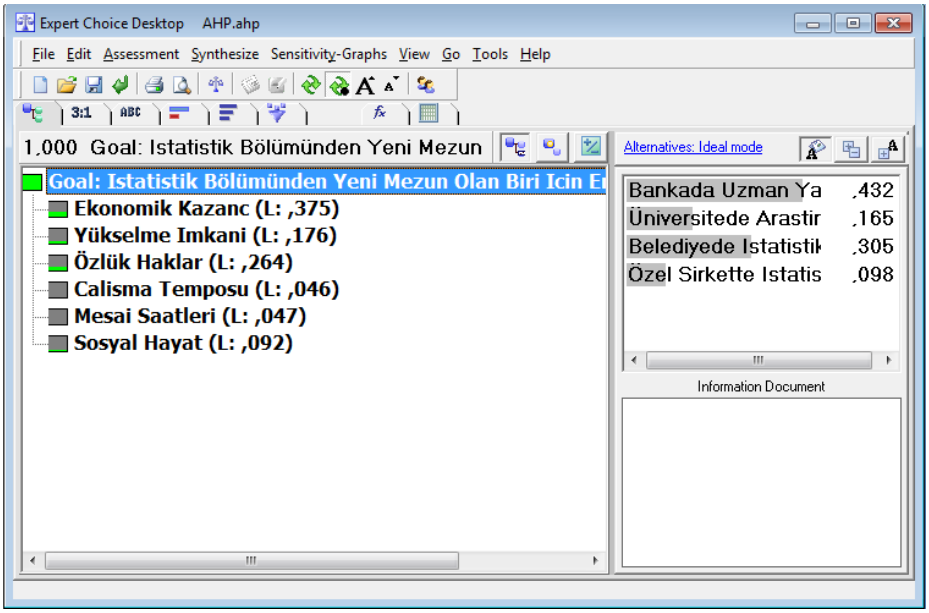
en önemli alternatif 0,547 değeri ile “Belediyede İstatistikçi” olarak hesaplanmıştır. Ardından 0,234 değeri ile “Özel Şirkette İstatistikçi” alternatifi gelmektedir. 3.sırada 0,175 değeri ile “Bankada Uzman Yardımcısı” alternatifi vardır. En düşük baskınlık değerine sahip alternatif ise 0,044 ile “Üniversitede Araştırma Görevlisi” olarak hesaplanmıştır. Ayrıca karşılaştırma yapılmayan kriterin olmadığı da görülmektedir.

7.6.1.3 Alternatiflere Ait Sıralanmanın Belirlenmesi

Expert Choice programında, tüm kriterler ve alternatifler tanımlanıp, kriterlerin birbirleriyle ve her bir kriter bazında da alternatiflerin birbirleriyle karşılaştırılması yapıldıktan, kriterlerin ve alternatiflerin göreli baskınlık değerleri belirlendikten ve her bir ikili karşılaştırma matrisine ilişkin tutarlılık oranı da sağlandıktan sonra sıra belirlenen amacı en iyi ve en uygun şekilde gerçekleyecek alternatifin seçilmesine gelmektedir.

Program aracılığıyla birçok farklı şekilde alternatif sıralamalarına ulaşmak ve farklı karşılaştırmalar yapmak mümkündür.

(Çizelge 7.23) deki ekranda görüldüğü gibi amaç ve kriterler üzerine tıkladığımız zaman sağdaki pencereden tıkladığımız durum için alternatiflerin sıralamasını görmek mümkündür. Bu sayede karar verici hangi kriterde sıralamanın nasıl olacağını kolaylıkla görebilmektedir.



Şekil 7.23 Expert Choice programı alternatif sıralama ekranı

Buna göre, istatistik bölümünden yeni mezun olan karar verici için en uygun iş 0,432 değeri ile “Bankada Uzman Yardımcısı” alternatifi olarak hesaplanmıştır. Ardından 0,305 değeri ile

“Belediyede İstatistikçi” alternatifi gelmektedir. 3.Sırada 0,165 değeri ile “Üniversitede Araştırma Görevlisi” alternatifi vardır. En düşük baskınlık değerine sahip alternatif ise 0,098 ile “Özel Şirkette İstatistikçi” olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, kişinin kriterlere verdiği önem derecelerine göre kendisi için nihai kararı “Bankada Uzman Yardımcısı” pozisyonu oluşturacaktır.

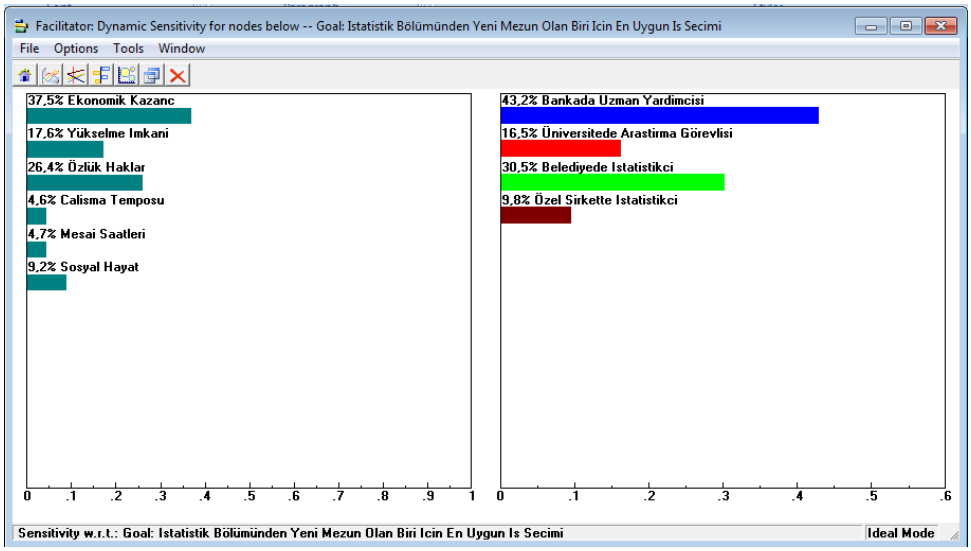
7.6.1.4 Duyarlılık Analizi

Expert Choice programının sağladığı kolaylıklardan birisi de alternatiflerin belirlenmesinin ardından duyarlılık analizinin yapılmasına imkan tanımaktır.

Duyarlılık analizi, ikili karşılaştırmaların oluşturulmasında yargıların kişiden kişiye farklılık gösterebileceği veya daha önce belirli bir yargıda bulunan kişilerin zamanla düşüncelerinin farklılaşabileceği varsayımına dayanmaktadır [16].

Uygulama probleminde kriterlere verilen ağırlıkların değişmesi sonucunda alternatiflerin sıralamasının nasıl değiştiğini görebilmek için bu analizden faydalanılmaktadır.

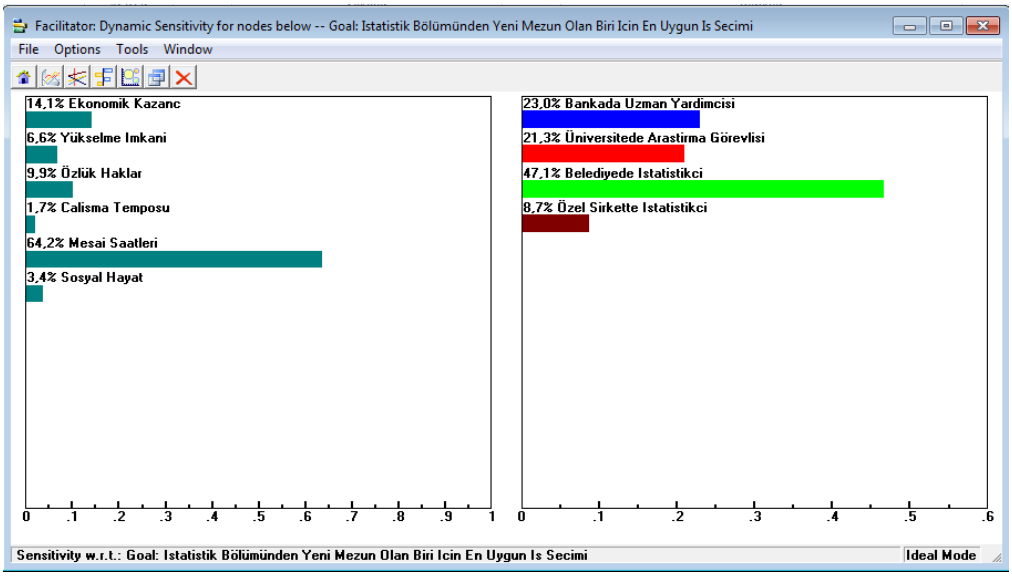
Bu kapsamda Expert Choice programı aracılığıyla “Sensitivity-Graph” menüsü altında yer alan “Dynamic” seçeneği kullanılarak aşağıdaki ekran görüntüsüne ulaşılmaktadır.



Şekil 7.24 Expert Choice programı dynamic graph seçeneği ekran görüntüsü

Bu analiz aracılığıyla kriterlerin göreli önem değerlerinin değişmesiyle alternatiflerin sıralamasında nasıl bir değişiklik olacağı görülebilmektedir.

(Şekil 7.25) de görüldüğü gibi mesai saatleri kriterinin göreli önem değerinin arttırılmasıyla (bu durumda diğer kriterlerin göreli önemlerinde azalma meydana gelecektir.) "Belediyede İstatistikçi" alternatifi en uygun alternatif durumuna gelmektedir.



Şekil 7.25 Expert Choice programı dynamic graph seçeneği ekran görüntüsü-2

Benzer şekilde, farklı kriterler içinde alternatiflerin, ağırlık sıralarında nasıl değişiklik gösterdikleri analiz yardımıyla görülebilmektedir.

Dolayısıyla karar verici bir kriter için fikrini değiştirdiğinde bütün yöntemi tekrarlamak yerine bu analiz ile sonucun nasıl değişiklik göstereceğini kolaylıkla görebilecektir.

7.7 ELECTRE Yöntemi Uygulaması

ELECTRE I uygulamasında, önceki bölümlerde bahsedilen formüller kullanılarak uygulama gerçekleştirilmiştir. Bütün işlemler Excel programında yapılmıştır.

7.7.1 Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar alternatifleri, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak kriterler yer almaktadır. Ekonomik kazanç kriteri sayısal değerken diğer kriterler sözel değerdir. ELECTRE yönteminin uygulaması için bu sözel değerleri sayısal değerlere çevirmek gerekir. Bu yüzden her bir iş alternatifinde çalışan deneyimli personellere Ek-C deki anket uygulanmıştır. Ankette personellerin sözel kriterlere 10 üzerinden puan verilmesi istenmiştir. Bu personeller kendi işlerini, belirlenen kriterlere

göre değerlendirmişlerdir. Personellerin görüş birliğine vardığı puanlar (Çizelge 7.27) de verilmiştir.

Ayrıca ELECTRE yöntemi uygulaması için karar vericiye Ek- A'daki ankette kriterleri toplamı 100 olacak şekilde ağırlıklandırması istenmiştir. (Uygulamada toplam 1 olarak alınır fakat karar vericiye kolaylık olması açısından toplam puanın 100 olması istenmiştir.)

Karar vericinin verdiği puanlar (Çizelge 7.2) da verilmiştir.

Çizelge 7.2 Karar vericinin puan dağılımı

Ekonomik Kazanç	30	0,30
Yükselme İmkanı	22	0,22
Özlük Hakları	24	0,24
Çalışma Temposu	9	0,09
Mesai Saatleri	5	0,05
Sosyal Hayat	10	0,10
Toplam	100	1

A matrisi karar vericinin verdiği ağırlıklar ve personelin verdiği puanlar ile oluşturulan başlangıç matrisidir.

Çizelge 7.3 Başlangıç karar matrisi

	KRİTERLER VE AĞIRLIKLAR(W)					
	Ekonomik Kazanç	**Yükselme İmkanı**	**Özlük Haklar**	**Çalışma Temposu**	**Mesai Saatleri**	**Sosyal Hayat**
	W=0,30	W=0,22	W=0,24	W=0,09	W=0,05	W=0,10
Alternatifler		10 üzerinden	10 Üzerinden	10 üzerinden	10 üzerinden	10 üzerinden
Bankada Uzman Yardımcılığı	2450	8	8	5	4	6
Üniversitede Ar.Gör.	2000	7	7	3	6	3
Belediyede İstatistikçi	2300	5	8	7	8	9
Özel Şirkette İstatistikçi	1550	6	4	5	4	7
TOPLAM	8200	26	27	20	22	25

7.7.2 Standart Karar Matrisinin Oluşturulması

Matris elemanları aşağıdaki formül yardımıyla oluşturulmaktadır.

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{m} a_{kj}^2}} \qquad (7.1)$$

Sütundaki her bir değer, o sütunda bulunan her değerin karelerinin toplamının kareköklerine bölünmesiyle başlangıç karar matrisi normalleştirilir.

Örneğin bankada uzman yardımcısı alternatifinin, ekonomik kazanç kriterinin standartlaştırılmış değeri,

$\frac{2450}{\sqrt{2450^2 + 2000^2 + 2300^2 + 1550^2}} = 0,5824$ şeklinde bulunur.

Çizelge 7.4 Standart karar matrisi

	Ekonomik Kazanç	**Yükselme İmkanı**	**Özlük Haklar**	**Çalışma Temposu**	**Mesai Saatleri**	**Sosyal Hayat**
Bankada Uzman Yrd	0,5824	0,6065	0,5758	0,4811	0,3481	0,4535
Üniversitede Ar.Gör.	0,4754	0,5307	0,5039	0,2887	0,5222	0,2268
Belediyede İstatistikçi	0,5468	0,3790	0,5758	0,6736	0,6963	0,6803
Özel Şirkette İstatistikçi	0,3684	0,4548	0,2879	0,4811	0,3481	0,5813

7.7.3 Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar vericiye göre değerlendirme kriterlerinin önemi farklı olabilir. Bu farklılıkları çözüme yansıtabilmek için ağırlıklı standart karar matrisi hesaplanır. Bu aşamada karar verici tarafından belirlenen, kriterlerin önem ağırlıkları (w_i) kullanılır. Standart karar matrisinin her bir sütunu karar verici tarafından belirlenen bu önem ağırlıkları ile çarpılarak Ağırlıklı Standart Karar Matrisi (Y) oluşturulur.

$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$ olmalıdır.

Çizelge 7.5 Ağırlıklı standart karar matrisi

	Ekonomik Kazanç	**Yükselme İmkanı**	**Özlük Haklar**	**Çalışma Temposu**	**Mesai Saatleri**	**Sosyal Hayat**
Ağırlıklar	W=0,30	W=0,22	W=0,24	W=0,09	W=0,05	W=0,10
Bankada Uzman Yrd.	0,1747	0,1334	0,1382	0,0432	0,0174	0,0453
Üniversitede Ar. Gör.	0,1426	0,1167	0,1209	0,0259	0,0261	0,0226
Belediyede İstatistikçi	0,1640	0,0833	0,1382	0,0606	0,0348	0,0680
Özel Şirkette İstatistikçi	0,1105	0,1001	0,0690	0,0432	0,0174	0,0581

7.7.4 Uyumluluk(C_{kl}) ve Uyumsuzluk(D_{kl}) Setlerinin Belirlenmesi

Uyumluluk setleri Y matrisinden faydalanılarak aşağıdaki formül yardımıyla bulunur.

$$C_{kl} = \{ \text{j},\ y_{kj} \geq y_{lj} \}, \tag{7.2}$$

Formül temelde, satır elemanlarının birbirlerine göre büyüklüklerinin karşılaştırılmasına dayanır. Fakat burada kriterlerin anlamlarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Örneğin maliyet gibi bir kriter olduğunda formül $y_{kj} < y_{lj}$ şeklinde olacaktır.

Uyumsuzluk setleri için ise aşağıdaki formül kullanılır.

$$D_{kl} = \{ \text{j},\ y_{kj} < y_{lj} \} \tag{7.3}$$

ELECTRE yönteminde her uyumluluk setine bir uyumsuzluk seti karşılık gelir. Uyumsuzluk setinin elemanları, ilgili uyum setine ait olmayan elemanlardır. Uygulamanın uyumluluk ve uyumsuzluk setleri Y matrisinden yola çıkarak (Çizelge 7.6) daki gibi oluşturulmuştur.

Çizelge 7.6 Uyumluluk ve uyumsuzluk setlerinin belirlenmesi

C(Banka,Üniversite)	1,2,3,4,6	D(Banka,Üniversite)	5
C(Banka,Belediye)	1,2,3	D(Banka,Belediye)	4,5,6
C(Banka,Özel)	1,2,3,4,5	D(Banka,Özel)	6
C(Üniversite,Banka)	5	D(Üniversite,Banka)	1,2,3,4,6
C(Üniversite,Belediye)	2	D(Üniversite,Belediye)	1,3,4,5,6
C(Üniversite,Özel)	1,2,3,5	D(Üniversite,Özel)	4,6
C(Belediye,Banka)	3,4,5,6	D(Belediye,Banka)	1,2
C(Belediye,Üniversite)	1,3,4,5,6	D(Belediye,Üniversite)	2
C(Belediye,Özel)	1,3,4,5,6	D(Belediye,Özel)	2
C(Özel,Banka)	4,5,6	D(Özel,Banka)	1,2,3
C(Özel,Üniversite)	4,6	D(Özel,Üniversite)	1,2,3,5
C(Özel,Belediye)	2	D(Özel,Belediye)	1,3,4,5,6

7.7.5 Uyumluluk (C) ve Uyumsuzluk Matrislerinin (D) Oluşturulması

Uyumluluk matrisinin (C) oluşturulması için uyum setlerinden yararlanılır. Matris elemanları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$c_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j \qquad (7.4)$$

Yani uyum setlerinde numarası verilen kriterlerin ağırlık değerleri toplanarak uyumluluk setleri içinde setlerin toplam ağırlıkları bulunur.

Çizelge 7.7 Uyumluluk (C) matrislerinin oluşturulması

C(Banka,Üniversite)	1,2,3,4,6	0,30+0,22+0,24+0,09+0,10	**0,95**
C(Banka,Belediye)	1,2,3	0,30+0,22+0,24	**0,76**
C(Banka,Özel)	1,2,3,4,5	0,30+0,22+0,24+0,09+0,05	**0,90**
C(Üniversite,Banka)	5	0,05	**0,05**
C(Üniversite,Belediye)	2	0,22	**0,22**
C(Üniversite,Özel)	1,2,3,5	0,30+0,22+0,24+0,05	**0,81**
C(Belediye,Banka)	3,4,5,6	0,24+0,09+0,05+0,10	**0,48**
C(Belediye,Üniversite)	1,3,4,5,6	0,30+0,24+0,09+0,05+0,10	**0,78**
C(Belediye,Özel)	1,3,4,5,6	0,30+0,24+0,09+0,05+0,10	**0,78**
C(Özel,Banka)	4,5,6	0,09+0,05+0,10	**0,24**
C(Özel,Üniversite)	4,6	0,09+0,10	**0,19**
C(Özel,Belediye)	2	0,22	**0,22**

Uyumsuzluk Matrisinin elemanları ise,

$$D_{kl} = \frac{\sum_{j} \left| Y_{kj^*} - Y_{lj^*} \right|}{\sum \left| Y_{kj} - Y_{lj} \right|} \qquad (7.5)$$

formülü ile bulunmaktadır.

Örneğin, D(Banka, Üniversite)=5 için bakıldığında,

$$\frac{|0,0174-0,0261|}{|0,1747-0,1426|+|0,1334-0,1167|+|0,1382-0,1209|+|0,0432-0,0259|+|0,0174-0,0261|+|0,0453-0,0226|} = 0,075783972$$

şeklinde hesaplanır.

Hesaplanan uyumsuzluk matris elemanları (Çizelge 7.8) de verilmiştir.

Çizelge 7.8 Uyumsuzluk (D) matrislerinin oluşturulması

D(Banka, Üniversite)	5	**0,075783972**
D(Banka, Belediye)	4,5,6	**0,486052409**
D(Banka, Özel)	6	**0,071309192**
D(Üniversite, Banka)	1,2,3,4,6	**0,924216027**
D(Üniversite,Belediye)	1,3,4,5,6	**0,792417650**
D(Üniversite, Özel)	4,6	**0,325724861**
D(Belediye, Banka)	1,2	**0,513947590**
D(Belediye, Üniversite)	2	**0,207582349**
D(Belediye, Özel)	2	**0,071367884**
D(Özel, Banka)	1,2,3	**0,928690807**
D(Özel, Üniversite)	1,2,3,5	**0,674275138**
D(Özel, Belediye)	1,3,4,5,6	**0,908794788**

7.7.6 Uyumluluk Üstünlük (F) ve Uyumsuzluk Üstünlük (G) Matrislerinin Oluşturulması

Bu adım için uyumluluk ve uyumsuzluk matrislerinden uyum ve uyumsuzluk eşik değerleri hesaplanır. Uyumluluk eşik değeri, uyumluluk setlerinin ağırlıklar ortalamasıdır. (Çizelge 7.9) de hesaplanmıştır.

Çizelge 7.9 Uyumluluk eşik değerinin hesaplanması

C(Banka, Üniversite)	0,95	**D(Banka, Üniversite)**	0,075783972
C(Banka, Belediye)	0,76	**D(Banka, Belediye)**	0,486052409
C(Banka, Özel)	0,90	**D(Banka, Özel)**	0,071309192
C(Üniversite, Banka)	0,05	**D(Üniversite, Banka)**	0,924216027
C(Üniversite,Belediye)	0,22	**D(Üniversite,Belediye)**	0,792417650
C(Üniversite, Özel)	0,81	**D(Üniversite, Özel)**	0,325724861
C(Belediye, Banka)	0,48	**D(Belediye, Banka)**	0,513947590
C(Belediye,Üniversite)	0,78	**D(Belediye,Üniversite)**	0,207582349
C(Belediye, Özel)	0,78	**D(Belediye, Özel)**	0,071367884
C(Özel, Banka)	0,24	**D(Özel, Banka)**	0,928690807
C(Özel, Üniversite)	0,19	**D(Özel, Üniversite)**	0,674275138
C(Özel, Belediye)	0,22	**D(Özel, Belediye)**	0,908794788
TOPLAM	6,29		5,980162667
ORTALAMA **(Eşik Değer)**	0,524166666		0,498346888

Buna göre uyumluluk ve uyumsuzluk matrislerinin her elemanı eşik değerle karşılaştırılarak uyum üstünlük ve uyumsuzluk üstünlük matrisleri oluşturulur. C değerleri için eşik değerden büyük olan değerler için EVET, küçük olan değerler için ise HAYIR cevabı verilir. D değerleri için eşik değerden küçük olan değerlere EVET, büyük olan değerlere ise HAYIR cevabı verilir.

Her bir değer için karşılaştırma yapıldığında üstünlük matrisleri (Çizelge 7.10) daki gibi olmaktadır.

Çizelge 7.10 Üstünlük matrislerinin oluşturulması

C(Banka, Üniversite)	1,2,3,4,6	0,95	**EVET**	**D(Banka, Üniversite)**	5	0,075783972	**EVET**
C(Banka, Belediye)	1,2,3	0,76	**EVET**	**D(Banka, Belediye)**	4,5,6	0,486052409	**EVET**
C(Banka, Özel)	1,2,3,4,5	0,90	**EVET**	**D(Banka, Özel)**	6	0,071309192	**EVET**
C(Üniversite, Banka)	5	0,05	**HAYIR**	**D(Üniversite, Banka)**	1,2,3,4,6	0,924216027	**HAYIR**
C(Üniversite,Belediye)	2	0,22	**HAYIR**	**D(Üniversite,Belediye)**	1,3,4,5,6	0,792417650	**HAYIR**
C(Üniversite, Özel)	1,2,3,5	0,81	**EVET**	**D(Üniversite, Özel)**	4,6	0,325724861	**EVET**
C(Belediye, Banka)	3,4,5,6	0,48	**HAYIR**	**D(Belediye,Banka)**	1,2	0,513947590	**HAYIR**
C(Belediye,Üniversite)	1,3,4,5,6	0,78	**EVET**	**D(Belediye,Üniversite)**	2	0,207582349	**EVET**
C(Belediye, Özel)	1,3,4,5,6	0,78	**EVET**	**D(Belediye, Özel)**	2	0,071367884	**EVET**
C(Özel, Banka)	4,5,6	0,24	**HAYIR**	**D(Özel, Banka)**	1,2,3	0,928690807	**HAYIR**
C(Özel, Üniversite)	4,6	0,19	**HAYIR**	**D(Özel,Üniversite)**	1,2,3,5	0,674275138	**HAYIR**
C(Özel, Belediye)	2	0,22	**HAYIR**	**D(Özel, Belediye)**	1,3,4,5,6	0,908794788	**HAYIR**
ORTALAMA (EŞİK DEĞER)		0,524166666				0,498346888	

7.7.7 Toplam Üstünlük Matrisinin (E) Oluşturulması

Bu aşamada hem C, hem de D matrisi için EVET olarak sonuçlanmış satırlar seçilerek toplam üstünlük durumu oluşturulur. Bu tabloya bakılarak alternatiflerin birbirlerine mutlak üstünlükleri hakkında yorum yapılabilmektedir.

7.7.8 Uygunluğu Az Olan Alternatiflerin Elenmesi

Toplam üstünlük matrise göre kesin bir karar verilemeyeceğinden dolayı bu aşamada aşağıdaki formüller yardımıyla net uyumluluk ve net uyumsuzluk indeksleri oluşturulur.

$$c_k = \sum_{l=1}^{m} c_{kl} - \sum_{l=1}^{m} c_{lk} \qquad (7.6)$$

$$d_k = \sum_{l=1}^{m} d_{kl} - \sum_{l=1}^{m} d_{lk} \qquad (7.7)$$

$C_{Banka} = (c_{Banka,Üniversite} + c_{Banka,Belediye} + c_{Banka,Özel}) - (c_{Üniversite,Banka} + c_{Belediye,Banka} + c_{Özel,Banka})$

C_{Banka} =(0,95+0,76+0,90)-(0,05+0,48+0,24)= **1,84**

$C_{Üniversite} = (c_{Üniversite,Banka} + c_{Üniversite,Belediye} + c_{Üniversite,Özel}) - (c_{Banka,Üniversite} + c_{Belediye,Üniversite} + c_{Özel,Üniversite})$

$C_{Üniversite}$ =(0,05+0,22+0,81)-(0,95+0,78+0,19) = **-0,84**

$C_{Belediye} = (c_{Belediye,Banka} + c_{Belediye,Üniversite} + c_{Belediye,Özel}) - (c_{Banka,Belediye} + c_{Üniversite,Belediye} + c_{Özel,Belediye})$

$C_{Belediye}$ =(0,48+0,78+0,78)-(0,76+0,22+0,22)= **0,84**

$C_{Özel} = (c_{Özel,Banka} + c_{Özel,Üniversite} + c_{Özel,Belediye}) - (c_{Banka,Özel} + c_{Üniversite,Özel} + c_{Belediye,Özel})$

$C_{Özel}$ =(0,24+0,19+0,22)-(0,90+0,81+0,78) = **-1,84**

$D_{Banka} = (d_{Banka,Üniversite} + d_{Banka,Belediye} + d_{Banka,Özel}) - (d_{Üniversite,Banka} + d_{Belediye,Banka} + d_{Özel,Banka})$

D_{Banka} =(0,076+0,487+0,071)-(0,924+0,514+0,929)= **-1,733**

$D_{Üniversite} = (d_{Üniversite,Banka} + d_{Üniversite,Belediye} + d_{Üniversite,Özel}) - (d_{Banka,Üniversite} + d_{Belediye,Üniversite} + d_{Özel,Üniversite})$

$D_{Üniversite}$ =(0,924+0,792+0,326)-(0,076+0,208+0,674) = **1,084**

$D_{Belediye} = (d_{Belediye,Banka} + d_{Belediye,Üniversite} + d_{Belediye,Özel}) - (d_{Banka,Belediye} + d_{Üniversite,Belediye} + d_{Özel,Belediye})$

$D_{Belediye}$ =(0,513+0,208+0,071)-(0,486+0,792+0,909)= **-1,394**

$D_{Özel} = (d_{Özel,Banka} + d_{Özel,Üniversite} + d_{Özel,Belediye}) - (d_{Banka,Özel} + d_{Üniversite,Özel} + d_{Belediye,Özel})$

$D_{Özel}$ =(0,929+0,674+0,909)-(0,071+0,326+0,071)= **2,044**

Bu indekslerden C değeri en büyük, D değeri en küçük olan alternatif birinci sırada seçilmiştir. Sonuçlar (Çizelge 7.11) de gösterilmiştir.

Çizelge 7.11 Electre yöntemi alternatiflerin sıralanması

	C Değeri	**D Değeri**	
Bankada Uzman Yrd.	1,84	-1,733	1.SIRADA
Belediyede İstatistikçi	0,84	-1,394	2.SIRADA
Üniversitede Ar.Gör.	-0,84	1,084	3.SIRADA
Özel Şirkette İstatistikçi	-1,84	2,044	4.SIRADA

Çizelgede de görüldüğü gibi istatistik bölümünden yeni mezun olmuş ve verilen iş alternatiflerinin koşullarını sağlayabilecek kişi için en uygun alternatif "Bankada Uzman Yardımcısı" pozisyonudur. Bunu belediyede istatistikçi, üniversitede araştırma görevlisi ve özel bir şirkette istatistikçi pozisyonu izlemektedir.

7.8 TOPSIS Yöntemi Uygulaması

TOPSIS uygulamasında, teoride bahsedilen formüller kullanılarak uygulama gerçekleştirilmiştir. Bütün işlemler Excel programında yapılmıştır. TOPSIS yönteminin karar matrisinin standartlaştırılması ve ağırlıklandırılması ELECTRE yönteminin aynısıdır.

7.8.1 Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar alternatifleri, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak kriterler yer almaktadır. Ekonomik kazanç kriteri sayısal değerken diğer kriterler sözel değerdir. TOPSIS yönteminin uygulaması için, ELECRTE yönteminde de olduğu gibi bu sözel değerleri sayısal değerlere çevirmek gerekir. Bu yüzden her bir iş alternatifinde çalışan deneyimli personele uygulanan Ek-C deki anket sonuçları kullanılmıştır. Ankette personellerin sözel kriterlere 10 üzerinden puan verilmesi istenmiştir. Bu personeller kendi işlerini, belirlenen kriterlere göre değerlendirmişlerdir. Personellerin görüş birliğine vardığı puanlar (Çizelge 7.11) de verilmiştir.

Ayrıca TOPSIS yöntemi uygulaması için karar vericiye Ek- A'daki ankette kriterleri toplamı 100 olacak şekilde ağırlıklandırması istenmiştir. (Uygulamada toplam 1 olarak alınır fakat karar vericiye kolaylık olması açısından toplam puanın 100 olması istenmiştir.)

ELECTRE yönteminde de kullandığımız karar vericinin verdiği ağırlıklar (Çizelge 7.11) da verilmiştir.

A matrisi karar vericinin verdiği ağırlıklar ve personelin verdiği puanlar ile oluşturulan başlangıç matrisidir.

Çizelge 7.11 Topsis yöntemi başlangıç karar matrisi

	KRİTERLER VE AĞIRLIKLAR(W)					
	Ekonomik Kazanç	**Yükselme İmkanı**	**Özlük Haklar**	**Çalışma Temposu**	**Mesai Saatleri**	**Sosyal Hayat**
	W=0,30	W=0,22	W=0,24	W=0,09	W=0,05	W=0,10
Alternatifler		10 üzerinden	10 Üzerinden	10 üzerinden	10 üzerinden	10 üzerinden
Bankada Uzman Yardımcılığı	2450	8	8	5	4	6
Üniversitede Ar.Gör.	2000	7	7	3	6	3
Belediyede İstatistikçi	2300	5	8	7	8	9
Özel Şirkette İstatistikçi	1550	6	4	5	4	7
TOPLAM	8200	26	27	20	22	25

7.8.2 Standart Karar Matrisinin Oluşturulması

Matris elemanları aşağıdaki formül yardımıyla oluşturulmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{m} a_{kj}^2}} \qquad (7.8)$$

Sütundaki her bir değer, o sütunda bulunan her değerin karelerinin toplamının kareköklerine bölünmesiyle başlangıç karar matrisi normalleştirilir.

Çizelge 7.12 Topsis yöntemi standart karar matrisi

	Ekonomik Kazanç	**Yükselme İmkanı**	**Özlük Haklar**	**Çalışma Temposu**	**Mesai Saatleri**	**Sosyal Hayat**
Bankada Uzman Yrd	0,5824	0,6065	0,5758	0,4811	0,3481	0,4535
Üniversitede Ar.Gör.	0,4754	0,5307	0,5039	0,2887	0,5222	0,2268
Belediyede İstatistikçi	0,5468	0,3790	0,5758	0,6736	0,6963	0,6803
Özel Şirkette İstatistikçi	0,3684	0,4548	0,2879	0,4811	0,3481	0,5813

7.8.3 Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar vericiye göre değerlendirme faktörlerinin önemi farklı olabilir. Bu farklılıkları çözüme yansıtabilmek için ağırlıklı standart karar matrisi hesaplanır. Bu aşamada karar verici tarafından belirlenen, kriterleri önem ağırlıklarını (w_i) kullanılır. Standart matrisinin her bir sütunu karar verici tarafından belirlenen bu önem ağırlıkları ile çarpılarak TOPSIS yöntemi için Ağırlıklı Standart Karar Matrisi (V) oluşturulur.

$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$ olmalıdır.

Çizelge 7.13 Topsis yöntemi ağırlıklı standart karar matrisi

	Ekonomik Kazanç	**Yükselme İmkanı**	**Özlük Haklar**	**Çalışma Temposu**	**Mesai Saatleri**	**Sosyal Hayat**
Ağırlıklar	W=0,30	W=0,22	W=0,24	W=0,09	W=0,05	W=0,10
Bankada Uzman Yrd.	0,1747	0,1334	0,1382	0,0432	0,0174	0,0453
Üniversitede Ar. Gör.	0,1426	0,1167	0,1209	0,0259	0,0261	0,0226
Belediyede İstatistikçi	0,1640	0,0833	0,1382	0,0606	0,0348	0,0680
Özel Şirkette İstatistikçi	0,1105	0,1001	0,0690	0,0432	0,0174	0,0581

7.8.4 İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması

İdeal çözüm (A^*) seti için V matrisinin her bir sütunundaki en büyük değer, negatif ideal çözüm (A^-) seti için V matrisinin her bir sütunundaki en küçük değer seçilir ve setler aşağıdaki gibi elde edilir.

$$A^* = \{0,1747; 0,1334; 0,1382; 0,0606; 0,0348; 0,0680\}$$

$$A^- = \{0,1105; 0,0833; 0,0690; 0,0259; 0,0174; 0,0226\}$$

7.8.5 Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması

Her bir alternatif için değerlendirme kriterlerinin ideal ve negatif ideal çözüm setinden sapmaları bulunur.

İdeal çözümden sapmaları aşağıdaki formül ile bulunur.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^*)^2} \tag{7.9}$$

Negatif ideal çözümden sapmaları aşağıdaki formülle bulunur.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2} \tag{7.10}$$

Örneğin "Bankada Uzman Yardımcısı" alternatifi için,

$$S_{Banka}^* = \sqrt{\begin{matrix}(0,1747-0,1747)^2+(0,1334-0,1334)^2+(0,1382-0,1382)^2+\\(0,0432-0,0606)^2+(0,0174-0,0348)^2+(0,0453-0,0680)^2\end{matrix}} = 0,033478501$$

$$S_{Banka}^- = \sqrt{\begin{matrix}(0,1747-0,1105)^2+(0,1334-0,0883)^2+(0,1382-0,0690)^2+\\(0,0432-0,0259)^2+(0,0174-0,0174)^2+(0,0453-0,0226)^2\end{matrix}} = 0,110611347$$

şeklinde S değerleri bulunmuştur. Her bir alternatif için ayırım ölçümleri hesaplandığında (Çizelge 7.14) daki değerler bulunmuştur.

Çizelge 7.14 Topsis yöntemi ayırım ölçüleri

Alternatifler	İdeal Ölçüden Sapma(*)	Negatif İdeal Ölçüden Sapma(-)
Bankada Uzman Yrd.	0,0334785010	0,110611347
Üniversitede Ar. Gör.	0,070352896	0,070110484
Belediyede İstatistikçi	0,051234754	0,105919309
Özel Şirkette İstatistikçi	0,103550471	0,042915964

7.8.6 İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Burada ideal ve negatif ideal ölçümlerinden yararlanılır. Her bir alternatif için (7.11) deki formül uygulanarak bulunan değerler (Çizelge 7.15) de gösterilmiştir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \qquad (7.11)$$

Örneğin “Bankada Uzman Yardımcısı” alternatifi için,

$C_{Banka}^* = \frac{0,110611347}{0,110611347 + 0,0334785010}$ =0,767655379 şeklinde bulunur.

Çizelge 7.15 İdeal çözüme göre yakınlık değerleri

Alternatiflerin İdeal Çözüme Göre Yakınlık Değerleri	
Bankada Uzman Yrd.	0,767655379
Üniversitede Ar. Gör.	0,500623472
Belediyede İstatistikçi	0,673983904
Özel Şirkette İstatistikçi	0,293008865

Bu değerlerin büyüklüklere göre alternatifler sıralanır.

Çizelge 7.16 Topsis yönteminde alternatiflerin sıralanması

Alternatifler	**İdeal Çözüme Yakınlık Değerleri**	**Sıralama**
Bankada Uzman Yrd.	0,767655379	1. Sırada
Belediyede İstatistikçi	0,673983904	2.Sırada
Üniversitede Ar. Gör.	0,500623472	3.Sırada
Özel Şirkette İstatistikçi	0,293008865	4.Sırada

7.9 Uygulama Sonuçlarının Karşılaştırılması

AHP uygulamasında her bir kriterin birbiriyle karşılaştırılması yapılmış ve oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi AHP yöntemine göre tutarlı bulunmuştur. Daha sonra her bir kriter bazında alternatiflerin ikili karşılaştırılması yapılmış ve bu matrislerin de tutarsızlık oranı Saaty' nin önerdiği 0,10 tutarsızlık oranından düşük çıkmıştır. Tüm sonuçlar birleştirildiğinde "Bankada Uzman Yardımcısı" pozisyonu 0,432 önem değeri ile en uygun alternatif olarak seçilmiştir. Bu sebeple iş fırsatlarından en uygununu seçecek olan kişi AHP yöntemi ile karar vermek istediğinde "Bankada Uzman Yardımcısı" alternatifi bu kişi için nihai karar olacaktır. Bundan sonra seçilebilecek alternatifler 0,305 önem değeri ile "Belediyede İstatistikçi", 0,165 önem değeri ile "Üniversitede Araştırma Görevlisi" ve 0,098 önem değeri ile "Özel Şirkette İstatistikçi" pozisyonu şeklinde sıralanmaktadır.

ELECTRE uygulamasında başlangıç matrisi oluşturulduktan sonra yöntemin sekiz adımı gerçekleştirilerek en son toplam üstünlük matrisinde alternatifler üstünlüklerine göre sıralanmıştır. Buna göre "Bankada Uzman Yardımcısı" alternatifi yine birinci sıradadır. Bunu "Belediyede İstatistikçi", "Üniversitede Araştırma Görevlisi" ve Özel Şirkette İstatistikçi" alternatifleri izlemektedir.

TOPSIS uygulamasında başlangıç karar matrisi oluşturulduktan sonra yöntemin altı aşaması gerçekleştirilerek en son ideal çözüme yakınlık derecelerine bakılarak alternatifler sıralanmıştır. Buna göre "Bankada Uzman Yardımcısı" alternatifi yine birinci sıradadır. Bunu "Belediyede İstatistikçi", "Üniversitede Araştırma Görevlisi" ve Özel Şirkette İstatistikçi" alternatifleri izlemektedir.

Görüldüğü gibi her üç yöntem de karar verici için en uygun alternatifi, "Bankada Uzman Yardımcısı" pozisyonu olarak belirlemiştir. Buna göre, kriterlere verdiği ağırlıklara göre karar verici için nihai kararı oluşturacak alternatif "Bankada Uzman Yardımcısı" pozisyonudur. Yöntem sonuçlarında ortaya çıkan alternatif sıralaması aynıdır. Bu, yöntemler uygulanırken karar vericinin ve ilgili kişilerin sürece dahil edilmesiyle nitel kriterlerin kişi ve kişilerin gerçek düşüncelerini yansıttığını gerçeğe yakın olduğunu ve yöntemlerin birbirini desteklediğini göstermektedir. Ayrıca aynı sonucun çıkması, uygulamada görüldüğü gibi mikro ölçekte karar verme problemlerinde üç yöntemin de uygulanabileceğini göstermiştir. Yöntemlerden çıkan sonuçların sıralamasının bile aynı olması yöntemlerin birbirini desteklediğini gösterir.

Bilindiği gibi TOPSIS yöntemi ELECTRE yönteminin temelleri üzerine geliştirilmiştir. ELECTRE yönteminde, çıkan nihai karar veya sıralama AHP yönteminde çıkan nihai karar veya sıralamadan farklı çıksaydı bunun nedeni olarak, ELECTRE yöntemindeki uyumluluk ve uyumsuzluk setleri belirlenirken uyumluluk tarafına eşit olan değerlerin de ekleniyor olması bu setlerin değerlerini etkilediğini, ortalama değerlerin eşik değer olarak kabul edilmesi ve uygulanması olduğunu söyleyebiliriz. Çünkü bu eşik değerleri keyfi değerlerdir ve değiştirilmesi durumunda sonuç da değişebilecektir. Ayrıca nitel kriterlere değer verilirken karar vericinin gerçeğe yakın değerler vermemesi de bunun sebeplerinden biri olabilir.

BÖLÜM 8

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kişiler, gruplar veya kurumların hayatları boyunca karşılaştıkları, söz konusu alternatiflerden en uygun olanının seçilmesi olarak ele alınan karar verme problemleri senelerdir incelenen ve gelişen bir konudur. Karar verirken bu kararı etkileyen kriter veya kriterler göz önüne alınmaktadır. Tek bir kritere göre karar almak kolaydır. Örneğin, dışarı çıkarken ne giyeceğimiz konusunda hava durumuna bakmak yeterli olacaktır. Fakat hayatın karmaşıklığı içinde, hayatı, zamanı veya parayı etkileyecek konularda karar alınırken genellikle birden fazla kriter göz önüne alınmak zorunda kalınır. Bu durumda karar alma problemi zorlaşacaktır. Bu yüzden çok kriterli karar verme yöntemleri geliştirilmiştir.

Karar verme probleminin ilk adımı problemi tüm açıklığıyla ortaya koymaktır. Problem belirlendikten sonra alternatifler ve bu alternatifleri seçerken dikkate alınacak kriterler belirlenir ve uygun yöntem seçilerek karar verme problemi sonuca bağlanır.

Karar verme sürecinde yardımcı olacak birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu çalışmamızda, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ,ELECTRE ve TOPSIS yöntemleri ele alınmıştır.

Bu yöntemlerden AHP, son yıllarda önemi gittikçe artan, gerçek hayatta birçok karar verme probleminin çözümünde kullanılan ve her alanda uygulaması yapılabilen çok kriterli karar verme yöntemidir. Uygulaması kolay ve anlaşılırdır. Yöntem, karar verme problemlerinin çözümünde hem nicel hem de nitel kriterlerin sürece dahil edilmesine imkan tanır. AHP aynı zamanda grup halinde karar verilmesi gereken durumlarda etkin olması ve kendi içinde tutarlılığının olması bakımından da önemlidir.

Ayrıca AHP ile duyarlılık analizi yapma imkanı vardır. AHP duyarlılık analizi, belli bir kritere verilen önem değerinin arttırıldığında ya da azaltıldığında nihai kararın nasıl değişeceğini gösterir. Bu analiz, AHP yönteminin ELECTRE yöntemine karşı bir üstünlük olarak kabul edilir.

AHP yönteminin uygulanmasında dikkat edilmesi gereken en önemli konu amacın, kriterlerin ve alternatiflerin konu hakkında bilgi sahibi olan kişiler tarafından belirlenmesi ve ikili karşılaştırılmalar yapılırken tutarlı davranılmasıdır.

AHP yöntemi sonucunda "Bankada Uzman Yardımcısı" pozisyonu en iyi alternatif olarak gösterilmiştir.

ELECTRE yöntemi kolay uygulanabilir, ikili eleme yöntemine dayanan ve sonuçta üstün olan adayları bir çekirdek olarak gösterebilen bir yöntemdir. ELECTRE yöntemi sonucunda "Bankada Uzman Yardımcısı" pozisyonu en iyi alternatif olarak gösterilmiştir.

TOPSIS yönteminin başlangıcının ELECTRE gibi olmasının sebebi TOPSIS'in ELECTRE 'nin temeli üzerine geliştirilmiş bir yöntem olmasıdır. TOPSIS de kolay uygulanabilir, kolay anlaşılabilir, ideal çözüme en yakın negatif ideal çözüme en uzak alternatifi en iyi alternatif olarak seçen, grafiksel olarak kolay görülebilir bir yöntemdir. TOPSIS sonucunda da "Bankada Uzman Yardımcısı" pozisyonu en iyi alternatif olarak gösterilmiştir.

Yöntemlerin karar verme mantığı genelde ortak olsa da, sonuca ulaşmada işlem akışı, karar verici sayıları ve sıralamadaki küçük farkları yakalama becerileri ile tutarlılık testlerine imkân vermesi gibi özellikleriyle değişim göstermektedirler.

Uygulama sonucunda açıkça görülüyor ki AHP' nin ELECTRE ve TOPSIS yöntemine olan bir üstünlüğü duyarlılık analizinin yapılabilmesi ve her aşamada tutarsızlığın kontrol edilebilmesidir. Böylelikle karar verme süreci tamamlandıktan sonra bile karar verici yargılarında yaptığı değişikliklerin sonucu nasıl etkilediğini tüm işlemleri baştan yapmadan kolayca görebilmektedir.

AHP, duyarlılık analizi ile ELECTRE ve TOPSIS uygulamasını desteklemiştir. Bu üç yöntemin aynı sıralama ile aynı sonucu vermesi de kararın güvenilirliğini arttırmıştır. Böylelikle yöntemlerin birlikte kullanılması daha etkin ve güvenilir bir karara ulaşılmasını sağlamıştır.

Üç yönteminde ürettiği sonuçlar itibariyle farklı bakış açıları geliştirmesi açısından, maliyet ve zaman problemi de yaratmamasından ve bütün süreci bir sistematik içerisine sokmasından dolayı üçünü birlikte uygulayarak sonuçları ortaya koymak daha faydalı olacaktır.

Bu çalışmada, AHP, ELECTRE ve TOPSIS yöntemlerini ele alınarak, istatistik bölümünden yeni mezun olan kişi için kariyer planlamasındaki karar verme sürecinde yardımcı olunmaya çalışılmıştır. Yapılan AHP, ELECTRE ve TOPSIS analizleri sonucunda, yöntemler aynı sonucu

vermiş ve istatistik bölümünden yeni mezun kişi için en uygun iş alternatifi olarak “Bankada Uzman Yardımcısı” pozisyonu bulunmuştur. Diğer alternatifler “Belediyede İstatistikçi ” , “Üniversitede Araştırma Görevlisi” ve “Özel Şirkette İstatistikçi” olarak sıralanmıştır. Bu sıralama sonucunda kişi için nihai karar kriterlere verdiği öneme göre kendine en uygun olan alternatif olan “Bankada Uzman Yardımcısı ” pozisyonudur.

Bu çalışma, meslek seçimi, kariyer planlaması ve farklı bölümler için iş alternatifleri arasından en uygununu seçme problemlerinin yanı sıra AHP, ELECTRE ve Expert Choice programı kullanımı konusunda ilgilenen kişilere kaynak olabilir.

Çalışmada sonuçların mantıklı çıkması ve yöntemin uygulama kolaylığı bu alanda benzer çalışmalar için öncelik ve zemin oluşturacaktır.

KAYNAKLAR

[1] Evren, R. ve Ülengin, F., (1992). Yönetimde Karar Verme, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul.

[2] Kuruüzüm, A. ve Atsan, N., (2001). "Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları", Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi, (1), 83-105.

[3] Topçu, Y., (2000). Çok Ölçütlü Sorun Çözümüne Yönelik Bir Bütünleşik Karar Destek Modeli, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[4] Emhan, A., (2007). "Karar Verme Süreci ve Bu Süreçte Bilişim Sistemlerinin Kullanılması", Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 6(21): 212-224.

[5] Saaty T.L., (1990). "How to Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process", European Journal of Operational Research, 48:9-26.

[6] Korhonen, P., Moskowitz, H. ve Wallenius, J., (1992), "Multiple Criteria Decision Making-A Review, European Journal of Operational Research, 63: 361-375.

[7] Timor, M., (2011). Analitik Hiyerarşi Prosesi, 1.Basım, Türkmen Kitapevi, İstanbul.

[8] Cinemre, N., (2011). Yöneylem Araştırması, 2.Basım, Evrim Yayınevi, İstanbul.

[9] Triantaphyllou, E., (2000). "Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comperative Study", Kluwer Academic Publishers,Dordrecht, 3:13.

[10] Yaralıoğlu, K., (2001). " Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Prosesi", Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 16(1): 129-142.

[11] Saaty, T.L., (1994). " How to Make a Decision : The Analytic Hierarchy Process " Interfaces, 24(6): 19-43.

[12] Dağdeviren, M., Akay, D. ve Kurt M., (2004). "İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması", Gazi Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(2): 131-138.

[13] Saaty, T.L. ve Vargas, L.G., (1998). " Diagnosis With Dependent Symptoms :Bayes Theorem and The Analytic Hierarchy Process ", 46(4): 491-502.

[14] Chin K.S., Chiu S. ve Tummala V.M.R., (1999). "An Evaluation of Success Factors Using the AHP to Implement ISO 14001-Based EMS", The International Journal of Quality and Reliability Management, 16(4): 341-361.

[15] Yetim, S., (2004). " Tek Değişkenli Reel Değerli Fonksiyonlarda Türev Kavramına Etki Eden Bazı Matematik Kavramların Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Analizi ". Kastamonu Eğitim Dergisi, 12(1): 137-156.

[16] Saaty, T.L., (1990). Multicriteria Decision Making : The Analytic Hierarchy Process, RWS Publications, 2nd Edition, Pittsburgh.

[17] Ramanathen, R. ve Ganesh, L.S., (1995). " Using AHP for Resource Allocation Problems", European Journal of Operational Research,80(2): 410-417.

[18] Yoo, K.E., ve Choi, Y.C., (2006). "Analytic Hierarchy Process Approach for Identifying Relative Importance of Factors to Improve Passenger Security Checks at Airport", Journal of Air Transport Management 12: 135-142.

[19] Ahire, S.L. ve Rana, D.S., (1995). "Selection of Total Quality Management Pilot Projects Using on Multiple Criteria Decision Making Approach ", The International Journal of Quality and Reliability, 15(1): 21-43.

[20] Cox, M.A.A, (2007). "Examining Alternatives in the Interval Analytic Hierarchy Process Using Complete Enumeration", European Journal of Operational Research,180: 957-962.

[21] An, S-H., Kım, G-H. ve Kang, K-I., (2007). " A Case-Based Reasoning Cost Estimating Model Using Experience by Analytic Hierarchy Process ". Building and Environment, 42: 2573-2579.

[22] Ayağ, Z., Özdemir, R.G. ve Uğuz H., (2004). "ERP Yazılımlarının Değerlendirilmesine Yönelik Bir Karar Destek Sistemi (A Decision Support System For Evaluating ERP Packages)", Proceeding of the Operation Research and Industrial Engineering XXIV. National Congress- YA/EM'2004, 15-18 June Çukurova University, Adana, 550.

[23] Özdemir, A., (2010). "Ürün Grupları Temelinde Tedarikçi Seçim Probleminin Ele Alınması ve Analitik Hiyerarşi Süreci İle Çözümlenmesi", Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 12(1): 55-84.

[24] Badri, M.A., (2001). "A combined AHP–GP model for quality control systems", International Journal of Production Economics, 72(1): 27-40.

[25] Yurdakul, M., (2004). "Selection of computer-integrated manufacturing Technologies using a combined analytic hierarchy process and goal programing model", Robotics Computer-Integrated and Manufacturing, 20: 329-340.

[26] Dağdeviren, M. ve Eren, T., (2001). " Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması ", Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 16(2): 41-52.

[27] Chan, F.T.S ve Kumar, N., (2007). " Global Supplier Development Considering Risk Factors Using Fuzzy Extended AHP-Based Approach ", Omega The International Journal of Management Science, 35: 417-431.

[28] Royendegh, B.D. ve Erol, S., (2004). " Performance Measurement in Iran of Amir Kabir University Faculties Using Hierarchical DEA/AHP Methodology ",YA/EM 2004 Yöneylem Araştırması / Endüstri Mühendisliği XXIV.Ulusal Kongresi, 15-18 Haziran, 2004, Gaziantep – Adana.

[29] Saaty T.L. ve Vargas L.G., (1987). "Uncertainty and Rank Order in the Analytic Hierarchy Process", European Journal of Operational Research, 32:107-117.

[30] Saaty, T.L., (1986). "Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process", Management Science , 32(7): 841-855.

[31] Saat, M., (2000). " Çok Amaçlı Karar Vermede Bir Yaklaşım: Analitik Hiyerarşi Yöntemi ", Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2): 149-163.

[32] Zahedi, F., (1986). "The Analytical Hierarchy Process A Survey of the Method and its Applications", Interfaces, 50-73.

[33] Timor, M., (2004). " Şehir içi Alışveriş Merkezi Yer Seçimi Faktörlerinin Yardımıyla Sıralanması ", Yönetim Dergisi, 15(48): 8.

[34] Eraslan, E. ve Algün, O., (2005). "İdeal Performans Değerlendirme Formu Tasarımında Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yaklaşımı**",** Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 20(1): 95-106.

[35] Eminov, M. ve Ballı, S., (2004). "Karmaşık Problemler İçin Belirsizlik Altında Çok Kriterli Bulanık Karar Verme", YA/EM 2004- Yöneylem Araştırması /Endüstri Mühendisliği XXIV. Ulusal Kongresi, 15-18 Haziran, 2004, Gaziantep – Adana.

[36] Yerli, R., (2006). Kamu Çalışanlarını Motive Eden Faktörlerin Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Önceliklendirilmesi ve Bir Kamu Kuruluşunda Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[37] Soner, S. ve Önüt, S., (2006). " Multi-Criteria Supplier Selection : An Electre- AHP Application ", Journal of Engineering and Natural Sciences, Sigma, 4:110-120.

[38] Sekreter, M.S., Akyüz, G. ve Çetin, E.İ., (2004). " Şirketlerin Derecelendirilmesine İlişkin Bir Model Önerisi : Gıda Sektörüne Yönelik Bir Uygulama ", Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi, 8: 139-155.

[39] Daşdemir İ., ve Güngör, E., (2002). "Çok Boyutlu Karar Verme Metotları ve Ormancılıkta Uygulama Alanları", ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi,3.

[40] Roy, B., (1991). The Outranking Approach and the Foundation of ELECTRE Methods, Theory and Decision, 31: 49-73.

[41] Yürekli, H., (2008). Taaruz Helikopter Seçiminde Electre Yönteminin Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

[42] Vahdani, B., Jabbari, A. H. K., Roshanaei, V. ve Zandieh, M., (2010). "Extension of the ELECTRE Method for Decision-Making Problems with Interval Weights and Data", International Journal of Advanced Manufacturing Technologies, 50: 793-800.

[43] http://www.bakterim.net/universiteler/93868-istatistikci-nedir-egitimi-imkanları-ve-calisma-alanlari-nedir.html (10.05.2012)

[44] http://expertchoice.com/how-our-software-helps/ (10.05.2012)

[45] Opricovic, S., ve Tzeng, G.H., (2004). "Compromise Solution by MCDM methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS", European Journal of Operational Research, 156(2): 445-455.

[46] Dumanoğlu, S., (2010). "İMKB' de İşlem Gören Çimento Şirketlerinin Mali Performansının TOPSIS Yöntemi ile Değerlendirilmesi", Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, 19(2):313-339.

[47] Yurdakul, M. ve İç, T., (2003). "Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü Analizine Yönelik TOPSIS Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma", Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18(1): 1-18.

[48] Alp, S. ve Engin, T., (2011). "Trafik Kazalarının Nedenleri ve Sonuçları Arasındaki İlişkinin TOPSIS ve AHP Yöntemleri Kullanılarak Analizi ve Değerlendirilmesi", İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 19:65-87.

[49] Alptekin, N., (2009). " Performance Evaluation of Turkısh Type a Mutual Funds And Pension Stock Funds by Using TOPSIS Method", International Journal of Economics and Finance 1:11-22.

EK-A

KRİTER BELİRLEME ANKETİ

İŞ SEÇİMİNDE KRİTER BELİRME ANKETİ

Anketimize vereceğiniz cevaplar en uygun iş seçimi için alternatiflerin sıralanmasına yardımcı olmak amacıyla yüksek lisans tez çalışmamda kullanılmak üzere değerlendirilecektir.

1.Üniversiteden mezun olduğunuzda iş ararken dikkat ettiğiniz kriterler nelerdir?

Ekonomik Kazanç ☐

Yükselme İmkanı ☐

Özlük Haklar ☐

Çalışma Temposu ☐

Mesai Saatleri ☐

Sosyal Hayat ☐

Diğer.....

Teşekkür ederim.

EK-B

KARAR VERİCİYE UYGULANAN ANKET VE CEVAPLARI

İş Seçim Tercihi Yapacak Bir İstatistik Mezununa Uygulanan Anket

Aşağıda verilen soruları ikili karşılaştırma matrisinde işaretleyiniz. İşaretleme yaparken; size göre sağ tarafta yer alan bir kriter, sol tarafta yer alan kriterden daha önemli ise işaretlemenizi sağ tarafa, sol tarafta yer alan kriter, sağ tarafta yer alan kritere göre daha önemli ise işaretlemenizi sol tarafa, eğer tercihleriniz fark etmez ise; eşit derecede önemli anlamına gelen 1 bölümünü işaretleyiniz.

SORULAR

1.İş seçimi yaparken ekonomik kazanç kriteri, yükselme imkanı kriterine göre ne kadar önemlidir?

2.İş seçimi yaparken ekonomik kazanç kriteri, özlük haklar kriterine göre ne kadar önemlidir?

3.İş seçimi yaparken ekonomik kazanç kriteri, çalışma temposu kriterine göre ne kadar önemlidir?

4.İş seçimi yaparken ekonomik kazanç kriteri, mesai saatleri kriterine göre ne kadar önemlidir?

5.İş seçimi yaparken ekonomik kazanç kriteri, sosyal hayat kriterine göre ne kadar önemlidir?

6.İş seçimi yaparken yükselme imkanı kriteri, özlük haklar kriterine göre ne kadar önemlidir?

7. İş seçimi yaparken yükselme imkanı kriteri, çalışma temposu kriterine göre ne kadar önemlidir?

8. İş seçimi yaparken yükselme imkanı kriteri, mesai saatleri kriterine göre ne kadar önemlidir?

9. İş seçimi yaparken yükselme imkanı kriteri, sosyal hayat kriterine göre ne kadar önemlidir?

10.İş seçimi yaparken özlük haklar kriteri, çalışma temposu kriterine göre ne kadar önemlidir?

11. İş seçimi yaparken özlük haklar kriteri, mesai saatleri kriterine göre ne kadar önemlidir?

12. İş seçimi yaparken özlük haklar kriteri, sosyal hayat kriterine göre ne kadar önemlidir?

13.İş seçimi yaparken çalışma temposu kriteri, mesai saatleri kriterine göre ne kadar önemlidir?

14.İş seçimi yaparken çalışma temposu kriteri, sosyal hayat kriterine göre ne kadar önemlidir?

15.İş seçimi yaparken mesai saatleri kriteri, sosyal hayat kriterine göre ne kadar önemlidir?

Soru Numarası		**9**	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
1	**Ekonomik Kazanç**						X												**Yükselme İmkanı**
2	**Ekonomik Kazanç**								X										**Özlük Hakları**
3	**Ekonomik Kazanç**					X													**Çalışma Temposu**
4	**Ekonomik Kazanç**			X															**Mesai Saatleri**
5	**Ekonomik Kazanç**							X											**Sosyal Hayat**
6	**Yükselme İmkanı**											X							**Özlük Hakları**
7	**Yükselme İmkanı**							X											**Çalışma Temposu**
8	**Yükselme İmkanı**		X																**Mesai Saatleri**
9	**Yükselme İmkanı**							X											**Sosyal Hayat**
10	**Özlük Haklar**						X												**Çalışma Temposu**
11	**Özlük Haklar**				X														**Mesai Saatleri**
12	**Özlük Haklar**							X											**Sosyal Hayat**
13	**Çalışma Temposu**										X								**Mesai Saatleri**
14	**Çalışma Temposu**											X							**Sosyal Hayat**
15	**Mesai Saatleri**										X								**Sosyal Hayat**

16. Aşağıdaki tabloda verilen kriterleri sizin için önem derecesine göre toplamı 100 olacak şekilde ağırlıklandırınız.

Ekonomik Kazanç	30
Yükselme İmkanı	22
Özlük Haklar	24
Çalışma Temposu	9
Mesai Saatleri	5
Sosyal Hayat	10
TOPLAM	100

Teşekkür Ederim.

EK-C

DENEYİMLİ PERSONELLERE UYGULANAN ANKET VE CEVAPLARI

Deneyimli Personeller Tarafından Cevaplandırılan Anket

Aşağıdaki tabloda verilen sözel kriterlerin altına çalıştığınız yerin koşullarına göre 10 üzerinden puan veriniz. Sayısal kriter olarak alınan ekonomik kazanç kısmına ise ayda genellikle elinize geçen miktarı yazınız. Puanlamanızın gerçeği doğru bir şekilde yansıtması doğru bir analiz sonucu için gerekli olduğundan dikkatle yapmanızı rica ederim.

İş Alternatifleri	Ekonomik Kazanç	Yükselme İmkanı	Özlük Haklar	Çalışma Temposu	Mesai Saatleri	Sosyal Hayat
Bankada Uzman Yardımcısı	2450	8	8	5	4	6
Üniversitede Araştırma Görevlisi	2000	7	7	3	6	3
Belediyede İstatistikçi	2200	5	8	7	8	9
Özel Sektörde İstatistikçi	1550	6	4	5	4	7

Teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Duygu CENGİZ

Doğum Tarihi ve Yeri :10.05.1987 Eskişehir

Yabancı Dili :İngilizce

E-posta :dyg_msu@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	İstatistik	Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi	2009
Lise	Fen	Tekirdağ Anadolu Lisesi	2005