

**BULANIK TOPSIS VE AHP YÖNTEMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASINA YÖNELİK
HAYVANCILIK ALANINDA BİR UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Görkem ÖZKAN

DANIŞMAN

Prof. Dr. İsmet DOĞAN

HAZİRAN, 2013

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BULANIK TOPSIS VE AHP YÖNTEMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASINA YÖNELİK HAYVANCILIK ALANINDA
BİR UYGULAMA

Görkem ÖZKAN

DANIŞMAN
Prof. Dr. İsmet DOĞAN

İSTATİSTİK ANABİLİM DALI

HAZİRAN, 2013

TEZ ONAY SAYFASI

Görkem ÖZKAN tarafından hazırlanan “Bulanık TOPSIS Ve AHP Yöntemlerinin Karşılaştırılmasına Yönelik Hayvancılık Alanında Bir Uygulama” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca/...../.....tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İstatistik Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. İsmet DOĞAN

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Sinan SARAÇLI
AKÜ, Fen Edebiyat Fakültesi

Üye : Prof. Dr. İsmet DOĞAN
AKÜ, Tıp Fakültesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. İbrahim Kılıç
AKÜ, Veteriner Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. Mevlüt DOĞAN
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım
bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

Gün/Ay/Yıl

İmza

Ad ve Soyad

ÖZET

BULANIK TOPSİS VE AHP YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASINA YÖNELİK HAYVANCILIK ALANINDA BİR UYGULAMA

Görkem ÖZKAN

İstatistik Anabilim Dalı

Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

2013

Danışman: Prof. Dr. İsmet DOĞAN

Kişi veya kurumların yaşamları boyunca çözüm bekleyen bir dizi sorunları vardır. Sorunlar, zaman ve ortama göre farklı biçimlerde ortaya çıkmakta dolayısıyla da çözüm yöntemleri farklılıklar göstermektedir. Çözüm bekleyen sorunların açık olarak tanımlanması, sorunun kısa sürede hatasız veya kabul edilebilir bir hata payına göre çözümünü olanaklı kılar. Tanımı yeterli bir şekilde yapılmış olan sorunların çözümünde kullanılabilecek farklı özellikleri olan seçeneklerin olması durumunda bir karar verme işlemi, dolayısıyla da her alınan kararın belli bir veya birden çok ölçüye göre olumlu veya olumsuz sonuçları söz konusudur. Karar verme, tercihler yapma sanatı olduğundan verilen kararların sonuçları arasında farklılıklar olabilir.

Çalışmanın amacı, optimal karar verme yöntemlerinden olan ve bulanık ortamlarda grup kararı vermede yararlanılan Bulanık TOPSİS ve AHP yöntemini tanıtmak ve hayvan yetiştiriciliğine yönelik bir uygulamayla yöntemin diğer alanlarda olduğu gibi bu alanda da kullanılabilirliğine açıklık kazandırmaktır. Bu amaçla çalışmada, halen koyun yetiştiriciliği ile ilgili bir çalışma kapsamında tutulan kuzulara ait veriler dikkate alınmıştır. Kuzuların, doğum ağırlığı, 6. ay doğum ağırlığı, 12. ay doğum ağırlığı, sütten kesim ağırlığı, canlı ağırlık artışı, genel görünümü ve yapağı kalitesi özelliklerinden

yararlanılarak Bulanık TOPSİS ve AHP yöntemi aracılığı ile dikkate alınan 24 kuzunun ekonomik değer açısından en iyiden en kötüye doğru sıralanması sağlanmıştır. Ancak yetiştiricinin isteği ve ihtiyacına göre bu adayların ilk 10 tanesini veya daha azını seçme imkânı da vardır. Karar kriterlerinin değerlendirilmesinde konu hakkında uzman olan veteriner hekimlerden oluşturulan üç farklı karar vericiden faydalanılmıştır. Karar vericiler tarafından yapılan değerlendirmelerden elde edilen veriler üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüş ve Bulanık TOPSİS ile AHP yönteminin algoritmalarında kullanılmıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar dikkate alındığında birçok alanda kullanım olanağı bulmuş olan Bulanık TOPSİS ve AHP yönteminin hayvan yetiştiriciliği ile ilgili verilecek kararlarda da kullanıma uygun yöntemler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2013, 76 sayfa

Anahtar Kelimeler: Bulanık Kümeler, Bulanık Mantık, Bulanık TOPSİS Yöntemi, AHP Yöntemi, Karar Verme, Hayvan Seçimi.

ABSTRACT

AN APPLICATION IN THE FIELD OF ANIMAL BREEDING IN ORDER TO COMPARE FUZZY TOPSIS AND AHP METHODS

Görkem ÖZKAN

Department Of Statistics

Afyon Kocatepe University, Institute Of Natural And Applied Sciences

2013

Supervisor: Professor Dr. İsmet DOĞAN

There are a lot of problems of a person or a foundation waiting for solution during their life. Problems occur in a different form according to the time and occasion. Therefore, the solutions of these problems are different from each other. To be identified of the problems enable the solution in a short time correct or acceptable tolerance. The deciding process, which made an adequate case for the options in a process of making decision, therefore there is a positive or negative results of every decision according to the one or more custom- made. Owing to the fact that making decision is the art of making choices, there would be differences between the results of decisions.

The aim of the study is to creat a product or a service. It is an important subject whether it fulfills the requirements or not. As in the other field about production, in animal production economy and quality are important, too. The optimal definition is preferred in animal husbandry.

For this purpose the data of lambs which are still kept within the scope of a study about raising sheep are taken into account. Lambs, which are taken into account have been sorted from 24 lambs best to worst correctly by the methods of Fuzzy TOPSIS and AHP with utilizing from the features of birth weight 6 months of birth weight, 12 months of

birth weight, weaning weight, live weight gain, general appearance and quality of wool. It has been consulted from three decision-makers which is established by doctors of veterinary experts in the evaluation of decision criterias. The data obtained from assessments made by decision-makers is transformed triangular fuzzy numbers and used at the algorithm of the methods of Fuzzy TOPSIS and AHP.

When the results of the study to be considered, there is a conclusion that the methods of Fuzzy TOPSIS and AHP, which had been found opportunity of usage in lots of fields, is a suitable method about the usage of making decision which is given about animal husbandry.

2013, 76 pages

Key Words: Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Method of Fuzzy TOPSIS, Method of AHP, Decision Making, Animal Selection.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Prof. Dr. İsmet DOĞAN'a, araştırma ve yazım süresince yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Fatih ECER ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Serdar KOÇAK'a, her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma, arkadaşlarıma ve varlıklarıyla her zaman bana destek veren aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Görkem ÖZKAN
AFYONKARAHİSAR 2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1 GİRİŞ.....	1
2 LİTERATÜR BİLGİLERİ	4
2.1 Bulanık Küme Teorisi.....	4
2.1.1 Bulanık Küme Üyelik Fonksiyonları.....	6
2.1.2 Bulanık Kümelerde İşlemler.....	8
2.1.3 Bulanık Sayılar	8
2.1.4 Üçgen Bulanık Sayılar.....	9
2.1.5 İki Üçgen Bulanık Sayı Arasındaki Uzaklığın Bulunması.....	10
2.1.6 Bulanık Matris	10
2.2 KARAR VERME.....	11
2.2.1 Karar Verme Süreci	12
2.2.2 Karar Verme Türleri	13
2.2.3 TOPSIS.....	17
2.2.4 AHP	22
3 MATERYAL VE METOD	38
3.1 Hayvan Islahı	39
3.1.1 Bulanık TOPSIS	43
3.2 METOD	48
3.2.1 Bulanık TOPSIS Yöntemi İle Hayvan Seçimi.....	48
3.2.2 AHP Yöntemi İle Hayvan Seçimi	56
4 BULGULAR	71
4.1 BTOPSIS Yöntemi ile Adayların Sıralanması.....	71
4.2 AHP Yöntemi İle Adayların Sıralanması.....	72
4.3 BTOPSIS ve AHP Yöntemlerinin Aday Sıralamalarının Karşılaştırılması.....	73
5 SONUÇ.....	75
6 KAYNAKLAR.....	77

ÖZGEÇMİŞ.....	89
EKLER	90

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
BÇKKV	: Bulanık Çok Kriterli Karar Verme
BNİÇ	: Bulanık Negatif İdeal Çözüm
BPIÇ	: Bulanık Pozitif İdeal Çözüm
BTOPSIS	: Bulanık TOPSIS
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
max	: Maksimum
min	: Minimum
TOPSİS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Üyelik Fonksiyonu Yapısı	7
Şekil 2.2 “ $\tilde{A}$ ” Üçgen Bulanık Sayısının Grafik Gösterimi.....	9
Şekil 2.3 AHP Hiyerarşi Yapısı	25
Şekil 3.1 Çizelge 3.1’ deki Dilsel Değerlerin Üyelik fonksiyonları	45
Şekil 3.2 Çizelge 3.2’deki Dilsel Değerlerin Üyelik Fonksiyonları.....	46
Şekil 3.3 Hayvan Seçimin Hiyerarşik Yapısı.....	51
Şekil 3.4 Expert Choice Programı Tutarsızlık Oranı Matris Ekranı	59
Şekil 3.5 Expert Choice Programı Kriterlerin Görelî Önem Değerleri Ekranı	60
Şekil 3.6 Expert Choice Programı Dynamic Graph Seçeneği Ekran Görüntüsü (1).....	69
Şekil 3.7 Expert Choice Programı Dynamic Graph Seçeneği Ekran Görüntüsü (2).....	70
Şekil 4.1 Expert Choice Programı Alternatif Sıralaması Ekranı.....	72
Şekil 4.2 Expert Choice Programında Alternatiflerin Sıralaması	73

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 AHP Kriter Önem Dereceleri.....	27
Çizelge 3.1 Karar Kriterlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel Değerler ve Üçgen Bulanık Sayılar Olarak Karşılıkları	44
Çizelge 3.2 Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel Değerler Ve Üçgen Bulanık Sayılar Olarak Karşılıkları	45
Çizelge 3.3 Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi	58
Çizelge 3.4 Genel Görünüş Açısından Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi.....	62
Çizelge 3.5 Yapağı Tipi ve Rengi Açısından Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi	63
Çizelge 3.6 Doğum Ağırlığı Açısından Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi	64
Çizelge 3.7 Sütten Kesim Ağırlığı Açısından Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi	65
Çizelge 3.8 Altıncı Ay Canlı Ağırlık Açısından Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi.....	66
Çizelge 3.9 Bir Yaş Canlı Ağırlık Açısından Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi	67
Çizelge 3.10 Günlük Canlı Ağırlık Artışı Açısından Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi.....	68
Çizelge 4.1 Yakınlık Katsayıları ve Adayların Sıralaması.....	71
Çizelge 4.2 BTOPSIS ve AHP ile Aday Sıralamalarının Karşılaştırılması	74

1 GİRİŞ

Günlük yaşıntıda ortaya çıkan problemler sosyolojik, psikolojik, biyolojik olabildiği gibi genellikle ekonomik özellik taşırlar. Bu tür problemlerin nedenlerinin belirlenmesinde gerekli olan değişkenleri kesin olarak tanımlamak her zaman olanaklı değildir. Çünkü bu tür sorunların nedenleri fiziksel veya kimyasal olayların oluş nedenleri kadar açık bir biçimde ortaya konamaz. Ekonomik, sosyolojik, psikolojik ve biyolojik sebepler zaman ve ortama göre farklılaşmaktadır. Dolayısıyla, bu tür sorunların çözülmesinde kullanılabilecek birbirlerinden ayrı özellikleri olan seçeneklerin olması durumunda bir karar verme işlemi ortaya çıkar.

Her kararın bir sonucu vardır. Alınan kararların sonuçları karar verenler tarafından kesin olarak genellikle bilinemez. Bununla beraber, karar verenler olumsuz sonuçlar ile karşılaşmamak için gerekli olan güven payına sahip olmak isterler. Bu nedenle, karar vermede matematiğin belli konularından önemli ölçüde faydalanılmakta ve bu suretle olumsuz sonuçlar ile karşılaşma oranının azaltılmasına, diğer bir ifade ile güven payının arttırılmasına günümüzde sürekli olarak teorik ve pratik bilgilerin birlikte değerlendirmesi yapılarak ulaşılmaktadır.

Her alanda olduğu gibi hayvan yetiştiriciliği alanında da karar verme işleminin söz konusu olduğu durumlar bulunmaktadır. Hayvan yetiştiriciliği alanında karar verilmesi gereken en önemli konulardan bir tanesi de seçim ile ilgilidir. Hayvan seçimi gerek hastalıklara karşı direncin gerekse verimliliğin artırılmasında hayvan yetiştiricileri açısından önem arz etmektedir.

Çalışmanın amacı, kuzularda hayvan seçiminde dikkate alınan değişkenlerden yararlanarak büyüme bakımından kuzuların iyiden kötüye doğru sıralamasını Bulanık TOPSİS ve AHP yöntemi ile belirleyebilmektir. Çalışmada 24 kuzunun yedi ayrı özelliğiyle ilgili veriler kullanılmıştır. Dikkate alınan değişkenlere ait bu veriler bir kuzunun elde tutulmasında ya da kesime gönderilmesinde rol oynaması açısından önem

arz etmektedirler. Yapılan sıralamanın sonucu olarak yetiştirici elde tutmak istediği kuzu sayısına göre bir seçim yapabilecektir.

Çok kriterli karar vermede kullanılan Bulanık TOPSİS ve AHP yöntemlerinin karşılaştırılması ve hayvancılık sektöründe hangi yöntemin daha sağlıklı sonuçlar verdiğinin tespit edilebilmesi amacıyla hazırlanacak olan bu araştırma, karar verme tekniklerinin alternatif sayılarının fazla olduğu durumlarda karar verme mekanizmaları içerisindeki yerini belirlemek ve sonuca ne derece etkin ve hızlı bir şekilde ulaşıldığını ortaya koymak açısından önemlidir. Araştırma ile seçim işlemi yapılırken, karar verme tekniklerinin birbirleriyle ne ölçüde tutarlılık gösterdiği ortaya konulmaya çalışılacaktır. Ayrıca bu araştırmanın, karar verme tekniklerinin ilgili sektörlerde karar mekanizmaları içerisindeki önem ve etkilerini araştırmak isteyen araştırmacı ve yöneticilere de katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, Bulanık Küme Teorisi üzerinde durulmuştur. Bu bağlamda bulanık mantık ve bulanık kümelerden bahsedilmiştir.

İkinci bölümde, Karar Verme ana başlığı çerçevesinde yapılandırıldığından karar verme süreci ile karar verme türleri ele alınmıştır. Karar verme türleri; kriter sayısı açısından, mevcut bilgi açısından ve karar verici/vericiler açısından olmak üzere üç başlık altında değerlendirilmiştir. Daha sonra, çok kriterli karar verme yöntemleri olan Bulanık TOPSİS ve AHP yöntemlerinden bahsedilmiştir. Bulanık TOPSİS ve AHP yöntemi, algoritması ve yapılan hesaplamalar ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır.

Üçüncü bölüm, hayvan yetiştiriciliği alanında karar vermenin yoğun olarak kullanıldığı Hayvan Islahı anlatılmıştır. Hayvan ıslahının tanımı yapılmış, hayvan ıslahında kullanılan metotlar ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde, Bulanık TOPSİS Yöntemi ile Hayvan Seçimi adı altında oluşturulmuş olup, özellikle büyüme dikkate alınarak büyüme ile ilgili kuzu seçimi için gerekli olan kriterlerden bahsedilmiştir. Bu karar kriterlerine açıklık kazandırıldıktan

sonra Bulanık TOPSIS yöntemiyle değerlemenin yapılışı aşama aşama örnekler yardımıyla açıklanmış ve uygulama kapsamında yapılan değerlendirme sonuçları ortaya konulmuştur.

Beşinci bölüm, AHP Yöntemi ile Hayvan Seçimi adı altında oluşturulmuş olup, aynı şekilde büyüme kriteri dikkate alınarak karar kriterlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Daha sonra alternatiflerin ikili karşılatırılması yapılarak aşama aşama yöntemin uygulaması şekiller ve çizelgeler ile açıklanmıştır. Uygulama kapsamında değerlendirme sonuçları ortaya konmuştur.

Altıncı bölümde ise Bulanık TOPSIS ve AHP yöntemi ile yapılmış olan hayvan seçiminin sonuçları değerlendirilmiştir.

2 LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Bulanık Küme Teorisi

Bulanık küme teorisi, bulanık mantık sistemine dayalı olarak insan faktörünün içinde olduğu, belirsizlik, kişisel önyargı, davranış ve hedefler içeren gerçek yaşam problemleri için geçerli ve esnek bir çözüm yaklaşımıdır. Tam ve kesin olmayan bilgiler ışığında insanların tutarlı ve doğru kararlar vermesini sağlamakta ve bulanık mantık yardımıyla düşünme ve karar mekanizmalarının modellenmesi ile ilgilenmektedir (Türkbey 2003).

Klasik küme teorisinde evrenin elemanları bir A kümesine ait olanlar ve olmayanlar şeklinde birbirinden ayrık iki gruba ayrılırlar. Kümeye ait elemanlara “1”, olmayanlara “0” değerleri atanarak A kümesinin üye olup olmama durumları açıklanmaya çalışılır. Halbuki bulanık mantık yaklaşımında üye olanlar ve olmayanlar şeklinde kesin bir sınıflandırma yoktur. Bulanık kümelerde kümenin elemanları üyelik fonksiyonları ile tanımlanır. Bu fonksiyonlar, elemanlara $[0,1]$ aralığında reel değerler atayarak, elemanların A bulanık kümesi ile temsil edilen kavrama ne derece uygun olduklarını diğer bir deyişle A bulanık kümesi ile temsil edilen özellikleri ne derece taşıdıklarını gösterirler (Kaufman 1975).

Bulanık küme teorisi ile ilgili yapılan çalışmalar, dilsel değişkenlerin arkasında sayısal değerlerin bulunabileceğini, matematiğin dil ve insan zekasıyla ilişkilendirilebileceğini, birçok kavramın dilsel olarak daha iyi ifade edebileceğini ve gündelik hayatın daha iyi modellenebileceğini göstermiştir (Sarıtaş 2003). Bulanık kümelerin elemanları, 0 ve 1 arasında üyelik derecelerine sahip olup üyelik dereceleri, üyelik fonksiyonlarıyla belirlenir. Nesneler sınıflandırılırken bazen bu nesnelerin kümelere üyeliklerinin yapılabilmemesi konusunda kuşku doğar. Örneğin; hayvanların sınıflandırılmasında köpekler, atlar, kuşlar vb. bu kümeye dahil edilir ancak bitkiler, sıvılar gazlar vb. dahil edilmez. Fakat bakteri gibi bazı canlıların bu kümeye dahil edilip edilmemesi noktasında bir ikilem oluşur. “1” den çok büyük reel sayılar sınıfı”, “uzun insanlar sınıfı” gibi sınıflandırmalar matematiksel olarak bir sınıf ya da küme oluşturmaz. Fakat

kesin olarak bu gibi “sınıfların” insan düşüncesinde önemli rol oynadığı bir gerçektir (Zadeh 1965).

Klasik ve bulanık kümeler arasında önemli bir fark, klasik kümeler her zaman bir üyelik fonksiyonuna sahipken bulanık kümeler sonsuz sayıda üyelik fonksiyonu tarafından temsil edilebilirler. Bu durum bulanık kümelerin belirli bir duruma en esnek biçimde uygulanabilmesini sağlar. Klasik küme teorisinde, bir eleman bir kümeye kesin olarak ya girer ya da girmez. İkisinin ortasında bir durumdan söz edilemez. Bulanık küme teorisi ise, elemanların farklı üyelik dereceleriyle birden fazla kümeye girmesini sağlayan, klasik küme teorisinin genişletilmiş versiyonudur. Üyelik fonksiyonları bir elemanın bir kümeye ne kadar ait olduğunu gösteren değerlerdir. 0 olması durumu ait olmadığını, 1 olması durumu ise kesin olarak ait olduğunu gösterir. 1’e yakın değerler elemanın yüksek derecede kümeye ait olduğunu, 0’a yakın değerler ise düşük derecede ait olduğunu gösterir (Deniz 2006).

Bu şekilde tanımlanan üyelik derecelerinin her bir bulanık ifade için üç temel özelliği sağlaması tanım olarak gerekmektedir. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Bulanık kümenin normal olmasıdır ki; bunun için en azından o kümede bulunan elemanlardan bir tanesinin en büyük üyelik derecesi olan 1’e sahip olması gerekliliğidir.
2. Bulanık kümenin monoton olması gerekir ki bunun anlamı üyelik derecesi 1’e eşit olan elemana yakın sağda ve soldaki elemanların üyelik derecelerinin 1’e yakın olmasıdır.
3. Üyelik derecesi 1’e eşit olan elemandan sağa ve sola eşit mesafede hareket edildiği zaman bulunan elemanların üyelik derecelerinin birbirine eşit olmasıdır ki buna da bulanık kümenin simetrik özelliği adı verilir (Deniz 2006).

2.1.1 Bulanık Küme Üyelik Fonksiyonları

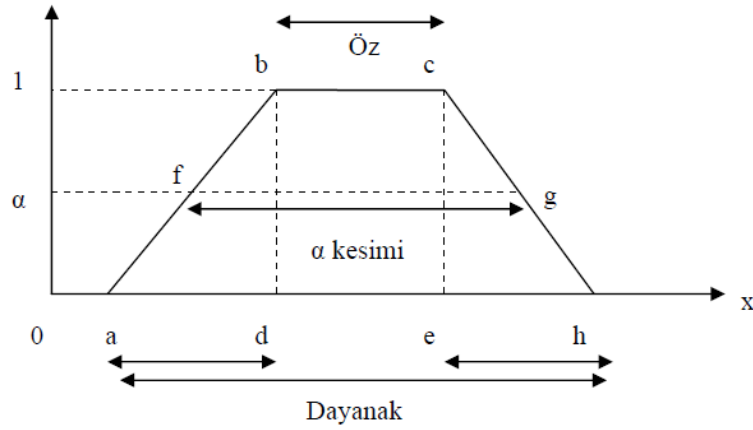
Klasik kümeler bulanık kümelerin özel hali olarak belirtilebilir. Klasik kümeler tüm üyelik derecesi “1” sayısı olan elemanlardan oluşan bulanık kümelerdir. Bulanık üyelik fonksiyonları kesikli ya da sürekli olabilir. Bulanık küme, her nesne için 0 ile 1 arasında bir üyelik derecesi atanmış bir karakteristik fonksiyon ile karakterize edilmektedir. Bulanık küme “ $\tilde{A}$ ” ile üyelik derecesi “ $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ” ile gösterilmektedir (Chen ve Hwang 1992).

Herhangi bir $\tilde{A}$ kümesinden $[0,1]$ aralığına tanımlanan her bir dönüşüme $\tilde{A}$ ’nın bir bulanık alt kümesi denir (Zadeh 1965).

$\tilde{A}$ bulanık kümesi aşağıdaki gibi tanımlanır (Evans ve ark. 1989).

$$\tilde{A} = \{ \{x, \mu_{\tilde{A}}(x)\}, x \in X \}$$

$\mu_{\tilde{A}}(x)$ $[0,1]$ aralığında reel bir sayıdır. Her “x” elemanının üyelik derecesi bu elemanın bulanıklık derecesini ifade eder. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ’in değeri “1” değerine yaklaştıkça bulanık üyelik derecesi artar. Üyelik derecesinin “1” değerine eşit olması, bu elemanın kesinlikle bu kümeye ait olduğunu gösterir. Bunun tam tersine, üyelik derecesinin “0” olması, bu elemanın kesinlikle bu kümenin elemanı olmadığını gösterir. Bu iki değer arasındaki değerler ise elemanların bu kümenin özelliklerini ne derece yansıttığının göreceli değerlendirilmesidir. Üyelik derecesinin bir alt küme içindeki değişimine ise üyelik fonksiyonu adı verilir. Şekil 2.1’de yamuk şekline ait üyelik fonksiyonlarının kısımları gösterilmektedir (Bali 2004).



Şekil 2.1 Üyelik Fonksiyonu Yapısı (Bali 2004)

Bulanık küme elemanlarının üyelik derecelerinin tanımlanması, gerçek hayattaki belirsizliğin matematiksel olarak modellenmesini, bu belirsizlikler arasında bulanık küme işlemlerinin yapılabilmesini ve sonuçta, analitik olarak ulaşılamayacak bulanık sonuçlara ulaşılabilmesini sağlamaktadır (Ökmen ve Öztaş 2009).

Bulanık küme kavramı için önemli olan bir diğer kavram ise dilsel değişken kavramıdır. Cebir değişkenleri sayısal değerler alırken, dilsel değişken kelime veya cümle şeklindeki metin değerler almaktadır. Bu değerlerin kümesi terim kümesi olarak adlandırılır. Terim kümesi içindeki her bir değer, temel değişkenlere dayanarak tanımlanmış bulanık bir değişkendir. Kısaca hiyerarşik olarak bakıldığında dilsel değişken→bulanık değişken→temel değişken (Deniz 2006).

Dilsel değişkenin “kilo” olarak belirlendiği varsayılırsa; bu dilsel değişkenin her biri bir bulanık kümeye karşılık gelen, terimleri, “kilolu”, “çok kilolu”, “orta kilolu”, “biraz kilolu”, “zayıf”, “çok zayıf” şeklinde olabilir. Her bir terim, 0 ile 100 arasında ölçeklendirilebilen temel değişkenlerin üzerinde tanımlanan bir değişkendir (Deniz 2006).

2.1.2 Bulanık Kümelerde İşlemler

“X” evrensel kümesinde x elemanının bulanıklık üyelik derecesini gösteren $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ şeklinde iki bulanık küme tanımlanmış olsun. Bulanık kümeye ait temel işlemler aşağıda gösterilmektedir (Ross 2004).

$$\begin{aligned}\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) &= \mu_{\tilde{A}}(x) \vee \mu_{\tilde{B}}(x) = \max \{ \mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x) \} & (\text{Birleşme}) \\ \mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) &= \mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{B}}(x) = \min \{ \mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x) \} & (\text{Kesişim}) \\ \mu_{\tilde{A}}(x) &= 1 - \mu_{\tilde{B}}(x) & (\text{Tümleme}) \\ \mu_{\tilde{A}}(x) &\subset \mu_{\tilde{B}}(x) & (\text{Kapsama}) \\ \mu_{\tilde{A} * \tilde{B}}(x) &= \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x) & (\text{Cebirsel Çarpım}) \\ \mu_{\tilde{A} + \tilde{B}}(x) &= \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x) & (\text{Cebirsel Toplama})\end{aligned}$$

2.1.3 Bulanık Sayılar

Bulanık sayı normal ve konveks olan bulanık bir kümedir (Aplak 2010).

Normallik: $\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$, en az bir $x \in R$

Konvekslik: $\mu_{\tilde{A}}(x_2) \geq \min [\mu_{\tilde{A}}(x_1), \mu_{\tilde{A}}(x_3)]$, $0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x) \leq 1$ ve $x_2 \in [x_1, x_3]$

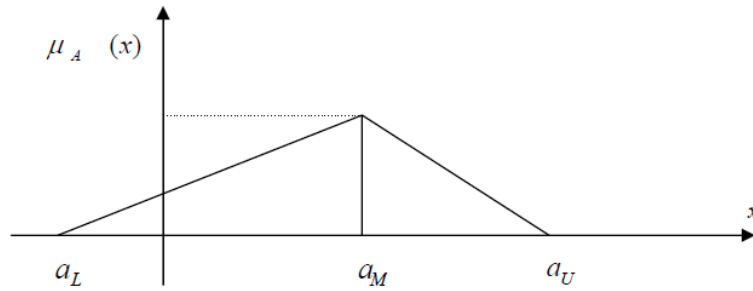
Bulanık sayılar, gerçekte sayıların kümesinde tanımlanan ve tüm değerler için “ α ” kesimleri $\alpha \in (0,1]$ kapalı gerçekte sayılar aralığında bulunan standart bulanık kümelerdir (Aplak 2010).

2.1.4 Üçgen Bulanık Sayılar

Bulanık sayıların özel bir çeşididir ve gerçek sayılara ait üçleme ile karakterize edilir; (a_L, a_M, a_U) (Aplak 2010).

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_L \\ \frac{(x - a_L)}{a_M - a_L}, & a_L \leq x \leq a_M \\ \frac{(a_U - x)}{a_U - a_M}, & a_M \leq x \leq a_U \\ 0, & x > a_U \end{cases} \quad a_L < a_M < a_U \quad \text{olduğu yerde}$$

Şekil 2-2’ de gösterilen bu üçlemeden “ a_M ” olarak gösterilen değer üyelik fonksiyonunun maksimum yüksekliğine ait dereceyi gösterir ($\mu_{\tilde{A}}(a_M) = 1$ gibi). “ a_L ” ve “ a_U ” değerleri değerlendirmenin en düşük ve en yüksek limitlerini gösterir (Aplak 2010).



Şekil 2.2 “ $\tilde{A}$ ” Üçgen Bulanık Sayısının Grafik Gösterimi (Aplak 2010)

$\tilde{A}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $\tilde{A}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ iki üçgen bulanık sayı olsun. Bu sayılar arasında temel işlemler aşağıdaki gibi gösterilebilir (Wang ve Chen 2008).

$$\tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (\text{Toplama})$$

$$\tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \otimes (l_2, m_2, u_2) = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2) \quad (\text{Çarpma})$$

2.1.5 İki Üçgen Bulanık Sayı Arasındaki Uzaklığın Bulunması

Vertex metodu, üçgen bulanık sayılar arasındaki mesafenin hesaplanması için kullanılan basit bir metottur. $\tilde{A}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $\tilde{A}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ iki üçgen bulanık sayı olsun. Bu iki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklık vertex metodunun aşağıda gösterilen formülü ile hesaplanır (Chen 2000).

$$D(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2) = \sqrt{\frac{1}{3}[(l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2]} \quad (2.1)$$

İki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklığı hesaplamada kullanılan vertex metodunun bazı özellikleri şunlardır (Chen 2000):

- $D(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2)$ öklit uzaklığına benzer.
- $\tilde{A}_1$ ve $\tilde{A}_2$ üçgen bulanık sayıları benzerdir $\Leftrightarrow D(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2) = 0$
- $\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \tilde{A}_3$ üçgen bulanık sayılar olsun. $\tilde{A}_2$ bulanık sayısı $\tilde{A}_1$ bulanık sayısına, $\tilde{A}_3$ bulanık sayısına kıyasla daha yakındır $\Leftrightarrow D(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2) < D(\tilde{A}_1, \tilde{A}_3)$.
- $0 = (0, 0, 0)$ orijin noktası olsun. $D(\tilde{A}_1, 0) < D(\tilde{A}_2, 0)$ ise $\tilde{A}_1$ bulanık sayısı orijine $\tilde{A}_2$ bulanık sayısına göre daha yakındır.

2.1.6 Bulanık Matris

En az bir elemanı bulanık sayı olan matrise bulanık matris denir. $\tilde{x}_{ij} (\forall i, j)$ bir bulanık sayıyı temsil etmek üzere bulanık matrisi aşağıdaki gibi gösterilebilir (Chen 2000):

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

2.2 KARAR VERME

Karar; hareket bekleyen bir durum karşısında verilen uygun bir tepkidir. Karar verme ise birçok alternatif arasından seçim yapma eylemidir (Duncan 1978).

Sözlük anlamıyla karar; sonunda şüphelerin, tartışmaların son bulduğu, seçilen yolun uygulanmaya başlandığı mantıksal sürecin nihai ürünüdür. Karar verme, ne yapacağımızı bilmediğimiz zaman yaptığımızdır. Karar vermek, seçenekler arasından en büyük faydayı sağlayacak olanı tercih etmektedir (Kurt 2003).

Karar verme başka bir tanımında üç boyut içinde ele alınmaktadır. Bu boyutlar şu şekilde özetlenebilir:

- Kararın içeriği; kararın ilgili olduğu etkenler.
- Karar verme süreci; kararın nasıl alındığı ve karar verme basamakları. Problemi tanımak, problemi tanımlamak, seçenekler oluşturmak, kararı ortaya koymak, kararı oluşturmak ve kararın geçerliliğini değerlendirmek.
- Karara katılma; kararın sadece ne ile ilgili ya da nasıl alındığı ile değil bunun yanında karara kimlerin katıldığı da önemlidir.

Karar verme, bir bakıma bilgiyi işlemektir. Yani yönetici kendisine gelen bilgi ve veriyi inceleyecek, analiz edecek, değerlendirecek, bunun sonucu bazı sorunları görerek sorun tanımlayacak veya amaç belirleyecektir (Koçel 2003).

Karar, hangi tipe girerse girsin bir sonucu ifade eder. Karar konusunun incelenebilmesi için sadece sonucu ifade eden seçim veya tercihin incelenmesi yeterli olmayacaktır. Resmin bütününe görebilmek için, seçim aşamasına gelinceye kadar nelerin olup bittiğine bakmak gerekmektedir. Karar verme, belirli bir başlangıç noktası olan, aşamaların birbirini izlediği ve sonunda bir tercihin yapılması ile sonuçlanan faaliyetler topluluğu, süreçtir (Koçel 2003).

Karar problemleri çoğu zaman, karmaşık ve çözümü zor olan problemlerdir. Çok sayıda seçeneğin ve değerlendirme kriterinin bulunması, her seçeneğin karar vericiye sağladığı faydaların farklı olması, karar verme için gerekli bilgilerin çoğu zaman kesin ve tam olarak bilinmemesi ve bu nedenle yanlış karar verme riskinin bulunması karar verme işlemini zorlaştırmaktadır (Yılmaz 2008). Bunun sonucu olarak günümüzde karar vericinin kararının bilimsel yöntemlerle desteklenmesini gerekli kılmaktadır. Bu yaklaşım, elde edilen sonuçların başkaları tarafından ulaşılabilmesini, olabildiğince kantitatif yöntemlere başvurulmasını, tüm hesaplamaların, varsayımların, verilerin ve yargıların açıkça belirtilerek eleştiriye açık olmasının sağlanabilmesini, objektif olmayı, kişilere, kişilerin unvanlarına veya çıkarlarına bağlanmamayı gerektirir (Canhasi 2010).

2.2.1 Karar Verme Süreci

Karar verme işlemindeki tutarlı yolların az olması, özellikle sezgilerin tek başına yeterli olmadığı durumlarda hangi kararın doğru olduğu sonucuna varma konusunda karar vericileri zor durumlara sokmaktadır (Saaty 1994).

Karar verme süreci; çeşitli şeyler arasından seçim ve tercih yapmakla ilgili bedensel ve zihinsel çabaların toplamıdır. Karar sürecini meydana getiren çalışmalar esas olarak düşünseldir. Konuyla ilgili fiziksel çalışmalar ise karar verilmesine yardımcı olacak bilgilerin toplanması ve işlenmesine ilişkin çabalardır (Tosun 1992).

Karar verme sürecinde izlenebilecek yaklaşımlardan biri olan kalitatif yaklaşım, temel bilgi ve deneyime dayalı olarak sezgi, yargı ve deneme aşamalarından oluşur. Karar vericinin sezgi gücüne bağlı olduğundan bir bilim olmaktan çok sanat özelliği taşır. Eğer karar verici, geçmişte benzer bir problemle karşılaşmışsa ya da problemi basit nitelikte ise kalitatif yaklaşımın izlenmesi yerinde olacaktır. Fakat karar vericinin benzer durumlara ilişkin deneyimleri yoksa ve karmaşık bir problemle karşılaşmışsa sezgi ve deneyimler yeterli olmayacaktır. Bu durumda kantitatif yaklaşıma başvurmak yerinde bir durum olacaktır. Kantitatif yaklaşımda olaylar tanımlanabilir ve ölçülebilir niteliktedir. Ayrıca bu yaklaşım, sayısal olgu ve verilerden hareketle çalışma konusu

sistem ve probleme ilişkin modeller kurulmasını içerir. Bu modeller, genellikle problemin amaçlarını, kısıtlarını ve amaçlar arası ilişkileri ortaya koyar. Modellerin analizi yoluyla da problemin en iyi çözümüne ulaşılmaya çalışılır. Kalitatif karar verme, karar vericilerin sezgisel becerilerine bağlı olmasına karşılık, kantitatif karar verme yaklaşımında yöneylem araştırması kapsamındaki yaklaşım ve tekniklerinin bilinmesi gerekir (Karakaya 2003).

Genel anlamda, bir karar sürecinde ele alınan karar problemi aşağıda belirtilen öğeleri içerir (Doğan 1985):

Karar verici: Belirli bir konuda karar verme durumunda olan kişi veya kişilerdir.

Amaç: Karar vericinin ulaşmak istediği hedef veya durumdur.

Karar kriteri (ölçütü): Karar vericinin seçim yaparken göz önünde bulundurduğu ölçü veya değer yargısıdır.

Alternatifler (seçenekler): Karar vericinin amacına ulaşması için kontrolünde olan ve izlenmesi gereken değişik hareket tarzları veya stratejilerdir.

Olaylar (karar ortamı): Karar vericinin kontrolü dışında olan fakat alternatifler arasında seçimini etkileyen faktörlerdir. Diğer bir deyişle, karar vericinin içinde bulunduğu karar ortamıdır.

Sonuçlar: Her bir alternatif ve olay bileşimi sonucu ortaya çıkan sonuç veya değerdir.

2.2.2 Karar Verme Türleri

Bu bölümde karar verme türleri kriter sayısı açısından iki kısımda incelenmiştir.

2.2.2.1 Tek Kriterli Karar Verme

Karar problemine ilişkin tek bir amaç söz konusudur. Bu nedenle de karar verici çeşitli kısıtlayıcı koşulları da göz önünde bulundurarak problemin niteliğine göre amacın en büyüklenmesine veya da en küçüklenmesine çalışacaktır. Karar verici böyle bir durumda karar probleminin çözümü için yöneylem araştırması konusu içindeki pek çok yöntemden (örneğin doğrusal programlama, doğrusal olmayan programlama gibi)

yararlanabilmekte ve amacını gerçekleştirecek en iyi optimal çözüme ulaşabilmektedir. Tek kriterli karar verme problemlerinin çözümü kolaydır. Ancak, gerçek hayatta karşılaşılan karar problemlerinde karar vericiler pek çok amacı optimize etmek durumundadır ve bu durumda karar verme olayı karmaşık bir yapıya dönüşmektedir (Karakaya 2003). Bu durum da çok kriterli karar verme yöntemlerinin gelişmesine yol açmıştır.

2.2.2.2 Çok Kriterli Karar Verme

Karar verme problemleri genellikle tek ve basit hedeflerden oluşmadıklarından dolayı basit karar verme yöntemleri yetersiz kalmaktadır. Bu noktada, bir çok faktörü ve alternatifi aynı anda ele alıp değerlendirebilen Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) devreye girmektedir (Demircioğlu 2010).

ÇKKV, bir karar vericinin birden fazla alternatif arasından genellikle birbiri ile çelişen kriterler altında yaptığı seçim işlemidir. ÇKKV yönteminde izlenen adımlar şu şekilde sıralanabilir:

- Konu ile ilgili kriter ve alternatifler belirlenir.
- Kriterlerin nispi önem dereceleri belirlenir.
- Her bir alternatif tüm kriterler bazında değerlendirilir ve alternatifler sıralanır (Ballı 2005).

ÇKKV yöntemleri, 1960'lı yıllarda karar vermeye yardımcı olacak bir takım araçların gerekli görülmesiyle geliştirilmesiyle başlanmıştır. ÇKKV yöntemlerini kullanmaktaki amaç alternatif ve kriter sayılarının fazla olduğu durumlarda karar verme mekanizmasını kontrol altında tutabilmek ve karar sonucunu mümkün olduğu kadar kolay ve çabuk elde etmektedir (Ballı 2005).

Gerçek hayatta bir karar verici, karar verme durumunda, önce problemi anlamaya ya da ortaya koymaya çalışır. Burada durumun ortaya konulması en önemli aşama olarak

değerlendirilebilir. Bu aşama çeşitli alternatifler, neticeler ve önemli kriterler, bilginin nitelik ve niceliği gibi konularda karar verilmesini kapsar. Daha sonra duruma en uygun ÇKKV yöntemi seçilir ve uygulanır (Polat 2000).

Uygulamada bulunurken ÇKKV sürecinde sıkça kullanılan kavramlar kısaca şu şekilde açıklanabilir:

Alternatifler: bir problemdeki tercih seçenekleridir. Ele alınan problemlerde yerine göre birkaç, yerine göre çok fazla sayıda alternatif olabilir. Bu alternatifler elenerek amaca en uygun olanı seçilir.

Kriter ve öz nitelik: kriter ve öz nitelik kavramları bazı farklar içerse de literatürde sıklıkla birbirlerinin yerine kullanılmaktadır. Öz nitelikler kriterlerin temel alt gruplarıdır. Kriterler, alternatifler temel özellikleri, kaliteleri veya verimlilik parametreleri olarak tanımlanır ve karar vericinin değer yargılarına bağlı olarak tanımlanıp ölçümlenirler.

Amaçlar: kriterlerin, karar vericilerin arzuları doğrultusunda yönlendirilmiş şekli olarak tanımlanabilir.

Hedefler: Amaçların daha da somutlaşarak belirli değerlere dönüşmüş şeklidir (Menteş 2000).

Karar matrisi: ÇKKV problemlerinde genellikle değişik alternatifler, olaylar ve bunların sonuçları bir matris biçiminde gösterilir (Doğan 1985).

ÇKKV’de kriterler arasındaki çelişkiler göz önüne alınarak en uygun kararın verilmesi amaçlanır. Her bir kriter sonuca pozitif katkı sağlayacak şekilde alternatifleri sonuçlara göre sıralar (Stern vd. 2000). Karar vericiler alternatifleri seçmek için kalitatif ve kantitatif değerlere ihtiyaç duyarlar (Mahdavi vd. 2008).

ÇKKV yöntemleri risk seviyeleri, belirsizlik ve değerlendirme konularında sistematik bir yaklaşım sağlamaktadır (Linkoy vd. 2006).

Bir karar probleminin matris şeklinde notasyonu da aşağıdaki şekilde olmaktadır. x_{ij} , $i=1,2,3,\dots,m$, $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere alternatiflere verilen oylardır. W , ağırlık vektörü ve w_j de kriterlerin/faktörlerin ağırlıkları olmaktadır.

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad W = [w_1 \quad w_2 \quad \cdots \quad w_n] \quad (2.2)$$

Genel olarak, kesin matematiksel değerlere ait bilgiler gerçek hayata ait durumların modellenmesi için yeterli olmamaktadır. İnsan muhakemelerinin ve yargılarının belirsiz ve muğlak olması gerçek hayata ait durumların kesin sayılarla sunulmasını mümkün kılmamaktadır. Kesin matematiksel değerler yerine, dilsel değişkenlerle yapılan değerlendirmelerin kullanılması daha gerçekçi bir yaklaşım sağlamaktadır. Bu yüzden ÇKKV problemlerinde kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması ve alternatiflerin derecelendirilmesi dilsel değişkenler kullanılarak yapılabilir (Bellman ve Zadeh 1970).

Dilsel değişkenler, değerlerinin dilsel terimlerle ifade edildiği değişkenlerdir (Zimmerman 2001). Dilsel değişkenlerin kullanılma konsepti, karar verme problemlerinin çok karmaşık ve klasik sayısal ifadelerle gerektiği gibi tanımlanamaması durumlarında çok faydalı olmaktadır (Lia ve Yang 2004).

ÇKKV problemlerinde dilsel (linguistic) değişkenlerle değerlendirilebilen faktörler göz önünde bulundurulabilmektedir. Bu dilsel verilerin karşılaştırılmasının yapılabilmesi için belirli bir ölçeğe göre her bir faktöre sayısal değerler verilmektedir. Dilsel tanımlamalar genellikle 5'li veya 7'li likert ölçeğine göre sayısallaştırılmaktadır. Bunu sebebi likert ölçeğinin verilen değerlere değil de verilen değerlerin aralıklarına göre önem kazanmasıdır. Örneğin çok az, az, orta, fazla, çok fazla gibi verilebilecek 5'li

dilsel değişkenlere karşılık gelecek sayılar 1, 2, 3, 4, 5 olabileceği gibi 3, 5, 7, 9, 11 de olabilmektedir. Likert tipi ölçek, bir aralık ölçeği olduğu için değerler arası aralıklar anlamlıdır fakat ölçeklere verilen sayısal değerlerin bir anlamı yoktur (Zhang 2007).

Literatürde bugüne kadar geliştirilmiş ve en sık kullanılan ÇKKV yöntemleri Basit Ağırlıklı Toplam Metodu (Farmer 1987), TOPSIS (Hwang and Yoon 1981), ELECTRE (Roy 1971) ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (Saaty 1980) olarak geçmektedir.

2.2.3 TOPSIS

‘m’ sayıda alternatifi ve ‘n’ sayıda kriteri olan çok amaçlı karar verme problemi n-boyutlu uzayda m noktaları ile gösterilebilir. Hwang ve Yoon (1981) TOPSIS yöntemini, çözüm alternatifinin pozitif-ideal çözüme en kısa mesafe ve negatif-ideal çözüme en uzak mesafe ilkesine göre oluşturmuşlardır. Daha sonraları bu düşünce Zeleny (1982) ve Hall (1989) tarafından da uygulanmış, Lai ve vd. (1994) tarafından geliştirilmiştir (Arslan 2010).

Pozitif ideal çözüme (PİÇ) ve negatif ideal çözüme (NİÇ) uzaklıkları birlikte değerlendirerek çözüm alternatiflerinin sıralanmasını ve karşılaştırmasını sağlayan bir yöntemdir. Pozitif ideal çözüm, fayda kriterini enbüyükleyen ve maliyet kriterini enküçükleyen çözümdür. Bahsedilen pozitif ideal çözüm (A^*) ve negatif ideal çözüm (A^-) aşağıdaki gibidir. Notasyonlarda kullanılan (x_j^*) tüm mümkün alternatifler arasında j.inci faktör için en iyi değeri ifade etmektedir. Aksine (x_j^-) ise tüm uygun alternatifler arasında j.inci faktörün en kötü değerini ifade etmektedir (Zhang 2007).

$$\begin{array}{ll} A^* = (x_1^*, \dots, x_j^*, \dots, x_n^*) & \text{Pozitif ideal çözüm} \\ A^- = (x_1^-, \dots, x_j^-, \dots, x_n^-) & \text{Negatif ideal çözüm} \end{array}$$

TOPSIS, yalnızca varsayımsal olarak en iyi olana en yakın çözümü vermekle yetinmez aynı zamanda varsayımsal olarak en kötü olana en uzak sonucu verir (Rao 2007). Birkaç

tane seçeneğin kriterlere ve bu kriterlerin ağırlıklarına göre birbiriyle karşılaştırılması ve iyiden kötüye doğru sıralanmasına yarayan, bir metottur (Arslan 2010).

TOPSIS uygulama adımları aşağıdaki gibidir (Zhang 2007).

- İlk adımda, karar vericiler dilsel değişkenlere karşılık gelen değerler yardımıyla faktörleri ve alternatifleri değerlendirirler. Karar vericilerin değerlendirmelerinin ortalaması alınarak ağırlık vektörü ve karar matrisi oluşturulur.
- İkinci adımda karar matrisinde yer alan farklı ölçüm birimlerindeki değerler normalleştirilmektedir. Normalleştirme işlemi iki şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bunlardan ilki vektör normalizasyonudur ve aşağıdaki formül ile gösterilmektedir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m ; \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.3)$$

İkinci yöntem ise aşağıda formülize edilmiş olan doğrusal normalizasyondur. Doğrusal normalizasyon aynı sınıftaki faktörlerin sınıflarında yer alan en yüksek değere bölünmesiyle sağlanmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m ; \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.4)$$

- Üçüncü adımda, ağırlık vektörü ile normalize karar matrisi çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi (V_{ij}) hesaplanır. Faktörler için belirlenmiş ağırlık vektörünün bir önceki adımda bulunan normalleştirilmiş değerleri içeren karar matrisi ile çarpılması anlamına gelmektedir ve notasyonu aşağıdaki şekildedir.

$$V_{ij} = w_j \cdot r_{ij} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m ; \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.5)$$

- Dördüncü adımda PİÇ ve NİÇ tanımlanır. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinde her faktöre denk gelen sütunun en büyük ve en küçük değerlerinin seçilmesi sonucu bu iki ideal çözüme ulaşılır. Daha sonra pozitif ve negatif ayırım ölçümleri (S_i^*, S_i^-) hesaplanır.

$$\begin{aligned}
 A^* &= \{v_1^*, \dots, v_j^*, \dots, v_n^*\} = \left\{ \left(\max_j v_{ij} \mid i=1, \dots, n \right) \mid j=1, \dots, m \right\} \\
 A^- &= \{v_1^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-\} = \left\{ \left(\min_j v_{ij} \mid i=1, \dots, n \right) \mid j=1, \dots, m \right\} \\
 S_i^* &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}; \quad i=1, 2, 3, \dots, m \\
 S_i^- &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}; \quad i=1, 2, 3, \dots, m
 \end{aligned} \tag{2.6}$$

- Beşinci adımda aşağıdaki formül yardımıyla yakınlık katsayıları (CC_i^*) hesaplanır. Sonuçta her alternatif için hesaplanmış olan yakınlık katsayıları arasından en büyük değere sahip olanı karar olarak seçilir.

$$CC_i^* = \frac{S_i^-}{(S_i^* + S_i^-)}; \quad i=1, 2, 3, \dots, m \tag{2.7}$$

2.2.3.1 Bulanık TOPSIS Uygulama Alanları

Bulanık TOPSIS metodu ile ilgili olarak özellikle son yıllarda yapılan çok sayıda çalışma bulunmaktadır.

Chen (2000), çalışmasında her alternatifin değerlendirilmesi ve her kriterin ağırlığı için “dilsel değişkenleri” üçgen bulanık sayılar olarak ifade etmiştir. Bu üçgen sayılar için uzaklık ve benzeri hesaplamaları yapmak için tepe noktası metodunu (vertex method) kullanarak TOPSIS metodunun adımlarını oluşturmuştur. Normalize yöntemi olarak Lineer normalizasyonu kullanmıştır. Uygulama olarak da personel seçimi belirlenmesi

problemini uygulamıştır.

Deng, Yeh ve Willis (2000) çalışmalarında TOPSIS yöntemi ile firmalar arası finansal karşılaştırma problemini ele almışlardır. TOPSIS'in önemine değinen yazarlar uygulama aşamasında Çin'de tekstil endüstrisinde faaliyet gösteren 7 farklı firmayı karlılık, verimlilik, pazar pozisyonu ve borç oranı olmak üzere 4 ana finansal kriter altında değerlendirerek sıralamışlardır.

Cheng vd. (2002), Chen ve Hwang (1992) tarafından geliştirilen bulanık TOPSIS yaklaşımı, Kanada'da katı atık israfının yönetimi için uygulanmıştır. Cheng vd. (2002) ayrıca aynı problemi, diğer çok ölçütlü karar verme araçları ile de çözmüşlerdir.

Yurdakul ve İç (2003), çalışmasında, Türkiye'de otomotiv sanayinde faaliyet gösteren ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda (İMKB) işlem görmekte olan beş büyük ölçekli otomotiv firmasının bilançolarını kullanarak bu firmaların derecelendirilmesine yönelik bir örnek çalışma yapmışlardır. Elde edilen performans puanları firmaların o yıllara ait hisse senetleri değerleri ile karşılaştırılmıştır. Hisse senedi değerleri ile yapılan karşılaştırmalar bize yöntemin başarısını göstermesi açısından önemlidir.

Wang ve Elhag (2006), Normalize yöntemi olarak lineer normalizasyon, Kriter ağırlıklandırmada bulanık sayı, veri türü olarak üçgen, sıralama yöntemi olarak vertex metodu yaklaşımını kullanmıştır. Uygulama olarak ta köprü riskinin belirlenmesi problemi üzerinde çalışmışlardır.

Ecer ve Küçük (2007), çalışmalarında, Bulanık TOPSIS modeliyle tedarikçileri değerlendirmeye yönelik farklı bir bakış açısı sunmaya çalışmışlardır. Bu amaçla bir mağazalar zincirine mal ve hizmet sunan tedarikçiler değerlendirilmiştir. Modelin özünde bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüm vasıtasıyla yakınlık katsayılarını hesaplanmışlardır. Hesaplanan yakınlık katsayılarına göre alternatifler sıralamışlardır. Bu çalışma, Bulanık TOPSIS modelinin tedarikçilerin değerlendirilmesinde ve seçiminde kullanılabileceğini göstermiştir.

Ecer (2007), çalışmasında, Bulanık TOPSİS modeliyle insan kaynağı seçiminde adayların değerlemesine yönelik bir uygulamayla yöntemin işleyişine açıklık kazandırmıştır. Bu amaçla, bir alışveriş merkezinde işletme yöneticilerinden oluşan jüriler mülakatlarda, karar kriterlerini ve bu karar kriterlerine göre satış elemanı adaylarını dilsel değişkenler yardımıyla değerlendirmişlerdir. Değerlendirmelerde elde edilen veriler üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüş ve Bulanık TOPSİS yönteminin algoritmasında kullanılmıştır. Satış elemanı adayları, hesaplanan yakınlık katsayılarına göre en iyiden en kötüye doğru sıralanmışlardır. Sonuç olarak, dilsel değişkenler yardımıyla değerlemelerin yapıldığı Bulanık TOPSİS yöntemi kullanılarak daha doğru ve etkin grup kararı vermek mümkün olmuştur.

Kaya vd. (2007), araştırmalarında, insanın yargı ve değerlendirmelerini de içeren çok kriterli karar probleminin bir makine seçim problemine nasıl uygulanabileceği incelenmişlerdir. Bu süreçte karar verme yöntemi olarak Bulanık TOPSİS yöntemini bir işletme için en uygun CNC makinesi belirlenmesi problemine uygulamışlardır.

İç ve Yurdakul (2008), Bu çalışmada bulanık sayıların kullanılmasının getireceği faydalar literatürde makine-ekipman seçimi çalışmalarında en sık rastlanan Bulanık ÇKKV yöntemleri olan Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) ve Bulanık TOPSİS (BTOPSIS) yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. On altı işleme merkezi ve yedi seçim kriteri içeren bir seçim problemi oluşturulmuştur. Bulanık sayılar için tamsayı, üçgen bulanık sayı ve trapez bulanık sayı tipleri kullanılarak seçim probleminde farklı işleme merkezi sıralamaları elde edilmiştir.

Ötkür (2008)'un çalışması, TOPSİS'in tedarikçi bütünleşmesi süreci ile ilgili olması açısından farklı bir uygulama niteliğindedir. Bu çalışmada Hyundai Türkiye Fabrikası'nda yerli tedarikçi geliştirme kapsamında, firmanın temel tedarikçileri arasında yapılan anket sonucuna göre TOPSİS modellemesi yapılmış ve 40 firma, literatürden de yararlanılarak oluşturulan karar kriterleri arasından değerlendirilerek en iyi bütünleşik firmalar sıralanmıştır.

Ertuğrul ve Karakaşoğlu (2009), Çimento sektöründe yapılan bir örnek uygulamada AHP ve TOPSİS yöntemleri kullanılmıştır. Çimento tedarikçisi seçiminde göz önünde

bulundurulması gereken kriterler tanımlanmış, AHP yöntemiyle kriterlerin ağırlıkları belirlenmiş ve bu ağırlıklar kullanılarak, hem AHP, hem de TOPSİS yöntemleriyle, çimento tedarikçisi firmalar, en iyiden en kötüye doğru sıralanmıştır.

Akyüz, Bozdoğan ve Hantekin (2011) finans alanında TOPSİS yöntemini uygulamışlardır. İMKB’de işlem gören bir anonim şirketinin 10 yıllık finansal performansını likidite oranları, finansal yapı oranları, faaliyet oranları ve karlılık oranları bazında değerlendirilerek karar matrisleri oluşturulmuş ve ilgili firmanın 10 yıla ait performans sıralaması ortaya çıkarılmıştır. Çonkar, Elitaş ve Atar (2011) da TOPSİS yöntemi ile İMKB’de yer alan firmaların finansal performansını ölçerek derecelendirme kuruluşlarınca belirlenen kurumsal yönetim notu ile karşılaştırarak TOPSİS’in gerçek değerlere göre analizini yapmışlardır.

2.2.4 AHP

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen çok ölçütlü karar verme tekniklerinden biridir. AHP karar almada, grup veya bireyin önceliklerini de dikkate alan, nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendiren matematiksel bir yöntemdir. AHP’ de karar vericinin amacı doğrultusunda faktörlerin ve faktörlere ait olan alt faktörlerin belirlenmesi ilk adımdır. AHP’ de öncelikle amaç belirlenir ve bu amaç doğrultusunda amacı etkileyen faktörler saptanmaya çalışılır, bu aşamada karar sürecini etkileyen tüm faktörlerin belirlenebilmesi için anket çalışmasına veya bu konuda uzman kişilerin görüşlerine başvurulabilir (Dağdeviren vd.2004).

AHP gerçek hayatta çok amaçlı kararları etkileyecek kriterler kümesini ve bu kriterlerin verilecek karardaki göreceli önemlerini uzmanların değerlendirmelerine dayanarak belirler. Böylece sistematik bir yaklaşımla sayısal performans ölçümleri, subjektif değerlendirmelerle birleştirilerek sağlıklı sonuçlar elde edilir. Bu yöntem kolay anlaşılır ve güçlü bir yöntem olduğundan birçok karar verme probleminde kullanılmıştır (Gencer vd. 2008).

Bu yöntem belirlilik veya belirsizlik altında alternatifler arasından seçim yapılırken, çok sayıda karar vericinin çok kriterli ve çok amaçlı karar verme durumunda kullanılır (Onursal 2009).

AHP, insan doğasında var olan ikili karşılaştırmalara dayanmaktadır. Seçenekler ve kriterlerin birbirlerine göre ne kadar önemli, tercih edilebilir veya baskın olduğunun değerlemesini yapar (Libeartore ve Nydick 2008).

AHP'nin temelinde sistem yaklaşımı kuramı mevcuttur. Klasik karar verme tekniklerinden farklı olarak çok amaçlı karar verme metotlarının temel özelliği olarak sadece nicel (kantitatif) değil aynı zamanda nitel (kalitatif) değerler de göz önüne alınır (Felek vd 2005).

AHP, karmaşık problemleri hiyerarşik bir yapıda ele alarak daha basit problem parçalarına indirger. Hiyerarşinin en tepesinde problemin amacı, en altında ise tespit edilmiş seçenekler bulunur. Problemin amacının altında belirlenen kriterler ve duruma göre karar vericiler tarafından belirlenmiş olan alt kriterler hiyerarşik yapıda yer alır. Hiyerarşik yapının detaylandırılması problemin çözümündeki belirsizliği ortadan kaldırılması açısından öneme sahiptir (Water ve Vries 2006). Bu da demektir ki; hiyerarşik yapıdaki belirlenen kriter ve alt kriterler ne kadar detaylı olursa elde edilen sonuçlara o kadar gerçekçi olur (Onursal 2009).

Saaty tarafından ortaya konulan AHP modeli, insanların nasıl karar vermeleri gerektiği hususunda bir yöntem kullanmaları zorunluluğu yerine, onları kendi karar verme mekanizmalarını tanıma imkânına kavuşturarak daha iyi karar vermelerini amaçlamaktadır. AHP yöntemi, karar vericinin karmaşık problemlerini belli ortak özellikler açısından grupsal bir yapıya kavuşturarak sonuca gitmektedir. Bu ortak özelliklere sahip gruplar yine kendi aralarında gruplandırılabilir (Felek vd. 2005).

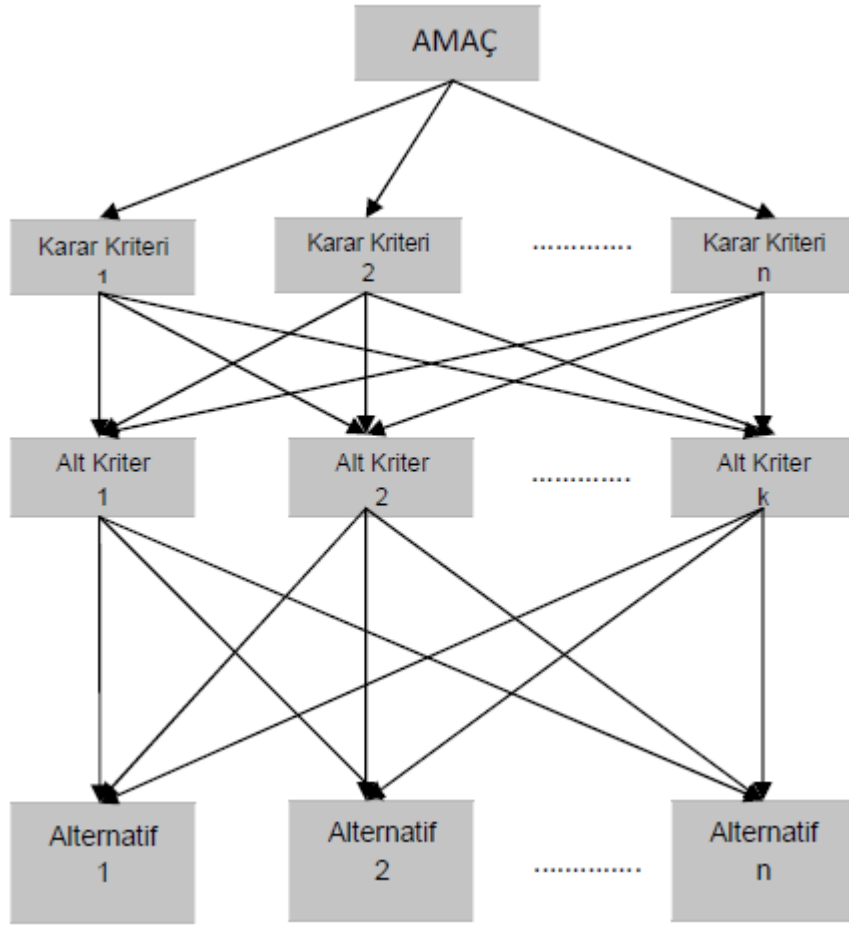
Yönetmelik yargıları kullanmak için AHP faydalanılabilir bir yaklaşımdır. Söz konusu yargılar belirli bir hiyerarşi içindeki elemanların birbirleri ile ikili olarak karşılaştırılmaları esasına dayanan ve her bir hiyerarşi için bir üst seviyeye etkide

bulunan kararlar bütünü olarak ifade edilebilir. İkili karşılaştırma terimi ise bir elemanın belirli bir hedef veya kriterler bağlamında göreceli önem derecesini ifade eder. Her bir ikili karşılaştırma, karşılaştırılan iki kriterin ağırlıklı oranlarının tahminini karar vericiye gösterir (Nydick ve Hill 1992).

Süreç, karar vericinin belirlediği her bir kriterin göreceli önemlerinin belirlmesine ve daha sonra her bir kritere göre karar alternatiflerinin arasında seçim yapmasına gereksinim duyar (Wang vd. 2008).

AHP karmaşık karar problemlerinin çözümü için güçlü bir yöntemdir. AHP yaklaşımı ile karmaşık her problem belirli alt problemlere ayrıştırılarak hiyerarşik seviyeler oluşturulur. Oluşturulan her seviye belirli bir kriter grubunu veya her alt problemin göreceli özelliklerini ifade eder. Hiyerarşideki en üst seviye problemin amacını, orta seviye hiyerarşideki stratejik veya operasyonel faktörleri ve en alt seviyedekiler ise alternatifleri veya amaca ulaşılmasında dikkate alınacak eylemleri temsil eder. AHP duyguları, sezgileri ve mantığı yapılandırılmış bir yaklaşımla düzenler ve bu yaklaşım ağırlıklı olarak sayılamayan nitelikteki ortamlarda fayda sağladığını kanıtlamıştır (Sambasivan ve Fei 2008).

AHP'nin ilk adımı, bir karar probleminin daha kolay kavranmasını ve değerlendirilmesini sağlayacak hiyerarşik bir düzende alt problemlere ayrıştırma sürecidir. Kısaca, karar hiyerarşisinin kurulması anlamına gelir. Karar hiyerarşisinin en tepesinde ana hedef yer almaktadır. Bir alt kademe kararın kalitesini etkileyecek kriterlerden oluşmaktadır. Bu kriterlerin ana hedefi etkileyebilecek özellikleri varsa, hiyerarşiye başka kademeler eklenebilir. Hiyerarşinin en altında karar alternatifleri yer almaktadır. Karar hiyerarşisinin kurulmasında hiyerarşinin seviye sayısı, problemin karmaşıklığına ve detay derecesine bağlıdır (Kuruüzüm ve Atsan 2001). AHP yönteminde kullanılacak ölçeğin kendi içerisinde tutarlı olması gerekmektedir. Şekil 2.3'de standart bir karar hiyerarşisi örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.3 AHP Hiyerarşi Yapısı

- AHP Hiyerarşi Yapısı

Hiyerarşi içine bulunan parçalar birbirleriyle ilgili olduğundan birbirleriyle olan ilişkisi rahatlıkla görülebilir.

AHP'nin hiyerarşik yapısındaki bu esneklik ve etkinlik karar vericiye karar sürecinde çok yardımcı olur. Kararları bu yapıda kurarak birçok veri türü bir araya getirilebilir, performans seviyelerindeki farklılıklar birbirine uygun hale getirilebilir ve farklı gözükten nesneler arasında karşılaştırma yapılabilir (Tekindal ve Erumit 2007).

Hiyerarşik yapı oluşturulurken izlenen adımlar aşağıdaki gibidir (Onursal 2009):

- Hedeflerin belirlenmesi
- Hedefleri gerçekleştirmek için gerekli kriterlerin belirlenmesi
- Her bir hedef için olası karar alternatiflerinin belirlenmesi
- Hiyerarşik modelin oluşturulması

AHP yöntemi üç temel süreci aşağıdaki gibidir (Sharma vd. 2008):

- Hiyerarşilerin oluşturulması süreci
- Üstünlüklerin belirlenmesi süreci
- Sonuçların hesaplanması süreci

AHP yönteminin uygulanmasında en önemli noktalardan biri de ağırlıkların belirlenmesidir. Karar vericilerin bilgi, tecrübe, konuya hâkimiyet gibi özellikleri bu noktada ön plana çıkmakta ve sağlıklı bir değerlendirme yapabilme konusunda önem kazanmaktadır (Onursal 2009).

Belirlenmiş olan hiyerarşide n adet kriter söz konusu ise $n \times n$ şeklinde karşılaştırma matrisi oluşturulur. Bu matris üzerinden gerekli işlemler yapılarak göreceli önem matrisi belirlenmiş olur (Labib ve Shah 2001).

AHP’de problemi oluşturan kriterler ve seçenekler belirlendikten sonra farklı kriterlerin aşağıda gösterildiği gibi ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Matristeki w_i / w_j terimi amaca ulaşmak için i . kriterin j . kriterden ne kadar daha önemli olduğunu ifade etmektedir (Yılmaz 2008). İkili karşılaştırma matrisi $n \times n$ boyutlu bir matristir. Her matriste iki ayrı kriter değerlendirildiği için, matrisin köşegenini oluşturan yani aynı kriterlerin birbirleriyle karşılaştırıldığı değerler 1 olmak durumundadır (Özcan 2012).

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad \frac{w_i}{w_j} = a_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

AHP yönteminde kullanılacak ölçeğin kendi içerisinde tutarlı olması gerekmektedir.

Temel olarak kullanılan ölçek aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir.

Çizelge 2.1 AHP Kriter Önem Dereceleri (Bayazit 2005)

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit derecede önemli
3	Biraz daha fazla önemli
5	Kuvvetli düzeyde önemli
7	Çok Kuvvetli Düzeyde önemli
9	Kesin Düzeyde Önem
2, 4, 6, 8	Ortalama Değerler

Örneğin i. kriterin j. kriter ile karşılaştırıldığını varsayalım. i. kriter j. kritere göre çok güçlü bir önem derecesine sahiptir ve bu yüzden matriste i. ve j. Kriterlerin kesişme noktasına 7 değeri atanmış olsun. Bu durumda benzer şekilde j. Kriter ile i. kriterin matriste karşılığı bulunan nokta da bu mantığa göre 1/7 değerini alacaktır. Literatürde bu özelliğe karşılık olma özelliği denilmektedir (Özcan 2012).

Rakamları değerlendirmek için çoğu kez kullanılan pratik bir yöntem, hislerimizi üç kategoride sınıflandırmaktır. Bunlar yüksek, orta ve düşük seviyelerdir. Daha detaylı bir sınıflandırma için ise bu kategorilerin her biri tekrar kendi içinde yüksek, orta ve düşük sınıflamasına tabi tutulur. Buradan da anlaşılır ki anlam farklılıklarını her zaman 9 değişik tür ifade etmektedir. Bu nedenle 9 rakamının üstüne çıkılmaması gerekmektedir. Saaty'nin geliştirdiği bu metot n<10 kriter için en iyi sonuçları vermektedir. Bir

matrisin elemanları çok büyük sayılardan oluşuyorsa bu durum daha büyük tutarsızlıklar meydana getirebilir (Akyıldız 2006).

- Karar Önceliklerinin ve Alternatiflerin Tercih Derecelerinin Hesaplanması

Karar önceliklerinin ve alternatiflerin tercih dereceleri hesaplanırken aşağıdaki aşamalar izlenir (Onursal 2009).

1. Aşama: İkili karşılaştırma matrisinin her bir sütunun toplamı hesaplanır.

2. Aşama: Her bir matris elemanı bu toplam değer bölünür. Her sütun için bu işlem gerçekleştirilir. Elde edilecek sonuç matrisi “normalize edilmiş” ikili karşılaştırma matrisidir.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}} \quad (2.8)$$

Bahsedilen adımlar bütün değerlendirme faktörleri için aynı şekilde tekrarlandığında faktör sayısı kadar sütun vektörü oluşturulacaktır. n adet sütun vektörü aşağıdaki gibi bir B matrisi haline getirilir.

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{nm} \end{bmatrix}$$

4. Aşama: Normalize edilmiş matrisin satır elemanlarının ortalaması hesaplanır. Bu ortalama karşılaştırılan alternatiflerin öncelikleri konusunda fikir sağlar.

Bu aritmetik ortalama (1xm) boyutlu matrisin ilgili satırını oluşturacaktır.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{n} \quad (2.9)$$

Bunun sonucu olarak m boyutlu w öncelik vektörü elde edilir.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

burada w_i ($i=1,2,3,...,m$) i özelliğinin derecelendirilen seçenekler arasında görece önemini temsil etmektedir (Onursal 2009).

Her ortalama ilgili satıra denk gelen kriterin yerel önceliğidir. Alternatiflerle ilgili tercih dereceleri de aynı yöntem ile bulunur. Kriterlerle ilgili global önceliği aynı seviyede fakat farklı üst kriterlere bağlı alt kriterlerin birbirilerine göre önceliklerini gösterir. Alternatiflerin sıralaması global ve yerel önceliklerinin çarpımın toplamına göre belirlenir. Alternatifler toplam ağırlıklarına göre sıralanırlar (Onursal 2009).

- Tutarlılık Oranının Hesaplanması:

Karar vericilerin kriterler arasında kıyaslama yaparken tutarlı olması gerekir. AHP yönteminin avantajlı yanlarından biri olan ikili karşılaştırmalarda karar vericinin ne kadar tutarlı olduğunun ölçülebilmesidir.

AHP yönteminde ikili karşılaştırma matrisleri için tutarlılık oranı hesaplanır.

Tutarlılık oranının 0,10'dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. Büyük olması ise hesap hatası veya karar vericinin karşılaştırmalarda tutarsızlığını gösterir (Onursal 2009).

Tutarlılık ölçümünün ilk adımı ağırlıklandırılmış toplam vektörün hesaplanmasıyla başlamaktadır. Bunun için A ikili karşılaştırma matrisi ile w öncelik vektörü matris olarak çarpılır.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nm} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

Tutarlık oranın hesaplanması aşağıdaki gibidir (Güner 2005):

$$\text{Tutarlılık İndeksi (TI): } \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \quad (2.11)$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO): } \frac{TI}{RI} \quad (2.12)$$

RI değeri ise aşağıdaki çizelgede sunulan her n boyuttaki matris için rassal olarak Saaty tarafından üretilmiş ve matrislerin ortalama tutarlılık indeksini gösteren rassal indeks değerleridir (Onursal 2009).

Çizelge 2-2 Tutarlılık İndeksi

N	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

2.2.4.1 AHP Uygulama Alanları

Literatürde yapılan araştırmalarda AHP yönteminin pek çok alanda kullanıldığına rastlanmıştır. Genel başlıklar halinde toplandığında finans, pazarlama, eğitim, kamu politikaları, tıp, spor ve askeri karar alma problemlerinde başarı ile uygulandığını gösteren çalışmalar literatürde mevcuttur.

Ancak bu yöntemler aynı probleme aynı varsayımlar ve aynı karar vericilerle uygulandığında bile farklı sonuçlar verebilmektedir. Bunun nedenleri şunlardır (Zanakis vd. 1998):

- Yöntemler hesaplamalarda ağırlıkları farklı kullanmaktadır.
- En iyi çözümü elde etme yaklaşımları farklı algoritmalara dayanmaktadır.
- Pek çok algoritma, amaçları ölçekleme yoluna gitmektedir.
- Bazı algoritmaların hangi çözümün seçileceğini etkileyen ek parametreleri vardır.
- Karar vericiler arasında bilgi süreci farklılıkları söz konusu olabilmektedir.

Wind ve Saaty (1980), Analitik Hiyerarşi Prosesinin pazarlama alanındaki uygulamaları üzerine kapsamlı bir çalışma ele almışlardır. AHP'nin detaylı tanıtımı, bileşenleri ve uygulama adımlarının irdelendiği bu çalışmanın asıl önemi, yöneticilere firmalarının gelecekleri için farklı senaryolar, amaçlar, faaliyet ve alt faaliyet alternatifleri altında nasıl daha doğru ve kapsamlı bir yol izlemeleri gerektiğini göstermelerinde saklıdır. Bu yönüyle değerlendirildiğinde bu amaca hizmet eden temel çalışmalardan biridir.

Zahedi (1986), çalışmasında AHP yönteminin araştırmasını ve uygulama alanlarını incelemiştir. Çalışmasının önemi ise o dönem için AHP'nin hangi alanlarda uygulama bulduğunun kapsamlı bir biçimde araştırılmış olması ve uygulama adımları hakkında bir takım pozitif ve negatif eleştirilere yer vermesidir. Özellikle ekonomi, planlama, enerji kaynaklarının yönetimi, sağlık, çatışma çözümleri, satın alma, esnek üretim sistemleri, işgücü seçimi ve performans ölçümü, proje seçimi, pazarlama, veritabanı yönetim sistemleri, otomasyon, bütçe ve portföy yönetimi, maliyet analizi, eğitim, politika,

sosyoloji, çevre, mimari ve metot geliştirme gibi çok farklı alanlarda AHP yönteminin uygulandığı gözler önüne serilmiştir.

Nydick ve Hill (1992), tedarikçi seçim probleminin Analitik Hiyerarşi Prosesi ile nasıl çözülebileceğini göstermişlerdir. Tedarikçi seçiminin bir firma için ne denli önemli olduğunun altını çizmişler ve bu öneme sahip bir problemin çözümü için AHP'nin uygun bir yöntem olduğunu savunmuşlardır. Tedarikçi seçiminde en önemli kriterleri de kalite, fiyat, servis ve teslimat olarak açıklamışlardır.

Dyer, Forman ve Mustafa (1992)'nin yapmış olduğu çalışma, AHP'nin farklı karar verme yöntemleriyle entegre bir biçimde nasıl çalıştığını gözler önüne sermesi açısından son derece önemlidir. Bu çalışmanın uygulama safhasında, örnek bir kamera üreticisinin reklam süreçlerinde daha fazla kitleye ulaşmak ve toplam satış miktarını maksimize etmek için uyguladığı yöntemler gösterilmiştir. İlk aşamada AHP ile iletişim araçlarının ve uygulama alternatiflerinin öncelikleri belirlenmiş, ikinci aşamada ise bu öncelikler tam sayılı programlama ile toplam satış miktarının maksimize edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada savunulan, matematiksel modellemelerin kağıt üzerinde en iyiyi bulduğu ancak uygulamada başarı sağlanması için öznel ve nesnel gerçeklerin bir arada hesaba katıldığı karar verme süreçlerinin de modele eklenmesi gerekliliğidir. Bu çalışmada da AHP ve tamsayılı modelleme bir arada uygulanmıştır.

Ghodsypour ve O'Brien (1998)'in benzer bir çalışması, AHP'nin doğrusal programlama yöntemiyle bütünleşik olarak uygulanmasına bir örnektir. Tedarikçi seçimi probleminin ele alındığı bu çalışmada, kriterler ve alternatiflerin önceliklendirilmesinin ardından her bir tedarikçinin toplam önem ağırlığı doğrusal programlama modelindeki kısıtlar ve maksimize edilen amaç fonksiyonunun girdisi olarak sisteme dahil edilmiştir. Talep, kalite ve kapasite kısıtlarının da göz önüne alınmasıyla problem, gerçek uygulamalar için daha çözülebilir bir hal almıştır.

AHP'nin uygulama alanı bulduğu başka bir sektör de orman endüstrisi üzerinedir. Yılmaz (1999), AHP'yi arazi kullanımı seçiminde yöntem olarak uygulamıştır. Üretim ormanı, muhafaza ormanı ve rekreasyon alanı gibi farklı üç alternatif arazilerini karar

alternatifleri olarak belirtmiş; alternatiflerin kullanıldığı kriterleri de maliyet minimizasyonu, odun hammadde üretimi, peyzaj değeri ve yaban hayatı habitat kalitesi olarak belirlemiştir. AHP hiyerarşisini bu alternatif ve kriterler altında oluşturup ikili karşılaştırmalar yöntemiyle en uygun alternatifin seçimini sunarak en son aşamada AHP'ye yönelik yapılan eleştirilere değinmiş ve bu yöntemin üstün yanlarını da açıklamıştır.

AHP, çevre alanında yapılan çalışmalara da ışık tutmaktadır. Ramanathan(2001), Çevresel Etki Değerlendirme(CED) konusunda yaptığı uygulamada, Hindistan'ın geri kalmış bölgesinde faaliyet gösteren bir LPG geri dönüşüm tesisinin değerlendirmesini, CED'in bir alt kolu olan Sosyo-Ekonomik Etki Değerlendirmesi için uygulamıştır. Sözü geçen projenin çevresel etkilerinin değerlendirildiği bu süreçte AHP yöntemiyle iskan, su kaynakları, sağlık ve ulaşım gibi önemli tüm potansiyel etkilerin ve sosyal sonuçların önem derecelerini sözel olarak irdelemiştir.

Kuruüzüm ve Atsan (2001), AHP konusunda yapılacak uygulamalara katkı olması amacıyla çalışmalarında; AHP'nin kavramsal yapısı, aksiyomları ve hiyerarşik yapının kurulması/ayırıştırma üzerinde ağırlıkla durmuşlardır. Pazarlama, toplam kalite yönetimi, kıyaslama, üretim ve personel değerlendirme gibi işletmeciliğin önemli fonksiyonlarında yapılan AHP çalışmalarından örnekler vererek yöntemin çok daha hızlı sonuç vermesini sağlayan Expert Choice yazılım programı hakkında bilgi aktarmışlardır.

Bahurmoz (2003), personel seçim problemi üzerine çalışmış ve yüksek öğrenim görmek için Suudi Arabistan'dan burslu olarak yurtdışına gönderilecek 9 öğrencinin seçimi sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesini uygulamıştır. Sayılabilen ve sayılamayan faktörleri bir arada sürece kattığı için AHP'yi seçmiş; sayılabilen faktörler olarak dil testleri, not ortalaması, sınıfı, ödülleri ve akademik çalışma sayılarını; sayılamayan faktörler olarak da kişilik testleri, mülakatları, iş deneyimleri ve niyet mektubu gibi birçok farklı değerlendirme türlerini hiyerarşik düzende yerine koyarak ikili karşılaştırmalar yapmak yoluyla yönetime bir değerlendirme sıralaması sunmuştur.

İnsan Kaynakları Yönetimi sürecinin fonksiyonlarından biri de iş değerlendirmedir. Dağdeviren, Akay ve Kurt (2004), elektrik panosu üretimi yapan bir işletmenin iş değerlendirme sürecini ele almışlar ve uygulamada AHP'yi kullanmışlardır. Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası tarafından geliştirilmiş olan iş değerlendirme faktör ve alt faktörleri AHP ile ağırlıklandırılmış ve 1000 toplam puan varsayımıyla faktör ve alt faktör puanları AHP ağırlıklarına göre belirlenmiştir. Böylece etkili bir ücret yönetimi için bir iş değerlendirme sistemi tasarlanmıştır.

Rao (2000)'nin çalışması, AHP'nin fabrika yerleşimi alanında uygulanabilirliğinin bir göstergesidir. Rao, AHP yöntemiyle metal işlemeciliği yapan bir firmada yerleşim planı çalışması yapmış ve uygulanabilirliği kabul edilen 6 farklı yerleşim planı alternatifini fabrika koşullarında değerlendirmiştir. Ekonomik malzeme kullanımı, kalıp maliyeti, operasyonel maliyet, gerekli üretim oranı ve iş doğruluğu gibi farklı kriterleri göz önüne alarak en uygun yerleşim planı alternatiflerini sıralamış ve yorumlamıştır.

AHP'nin tahmin problemlerinde de uygulanabildiği konusunda daha önceki uygulamalardan örnekler verilirken değinilmişti. Buna bir örnek de Felek, Yuluğkural ve Aladağ (2005)'in çalışmasından verilebilir. Türkiye'deki 3 GSM şirketinin pazar paylarını tahmin ettikleri bu çalışmada yazarlar, farklı değerlendirme kriterleri altında AHP ve AHP'den yola çıkılarak geliştirilmiş olan Analitik Network Prosesi(ANP) yöntemini ele almışlar, çıkan sonuçları Hadamard Çarpımı yöntemiyle kıyaslayarak AHP ve ANP'nin performanslarını karşılaştırmışlardır. Söz konusu çalışma bu açıdan bakıldığında benzer karar verme yöntemlerinin kıyaslanabilirliğini göstermesi adına iyi bir örnektir.

Vaidya ve Kumar (2006), Analitik Hiyerarşi Prosesi üzerine kapsamlı bir literatür taraması yapmışlardır. Çalışmalarında AHP konu başlığı altında Dünya genelinde yüksek itibara sahip akademik dergilerde yer alan başlıca çalışmalardan örnekler vermişlerdir. Yaklaşık 150 örnek çalışmanın yer aldığı bu makale ilgili çalışmaların hangi alanlarda ve ne tip karar verme türlerinde uygulandığını göstermekte; ayrıca hangi farklı karar verme uygulamalarıyla entegre edildiklerini de gözler önüne sererek bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara önemli bir kaynak oluşturmaktadır.

İstemi (2006) yayınlamış olduğu çalışmasında personel seçiminin öneminin altını çizerek İnsan Kaynakları Yönetiminde personel seçiminin neden değeri olduğu gözler önüne sermiştir. Uygulama kısmında bir hizmet işletmesinde çalışmakta olan müfettiş yardımcılarının seçimi için olması gereken kriterleri belirleyerek tıpkı ilk defa seçiliyormuş gibi Analitik Hiyerarşi Prosesi adımlarını uygulayarak yeniden seçim yapmıştır. Çıkan değerlendirme sırasını gerçek performans değerlendirme sonuçlarıyla karşılaştırarak, AHP'nin ortaya çıkardığı personel seçim sonuçlarıyla bu kişilerin 1 yıl çalışmaları sonrasında elde edilen performansları arasında paralel bir ilişkinin yakalandığı sonucuna varmıştır. İnsan Kaynakları alanının personel seçimi fonksiyonu için yapılan bir başka çalışmada ise (Akyıldız, 2006) bir bankaya is başvurusunda bulunan 568 aday, AHP yöntemi ile değerlendirilerek belirlenen değerlendirme kriterleri altında sıralanmış ve gerçek sıralamalar ile tutarlı sonuçların oluştuğu gözlenmiştir.

Tekindal ve Erumit (2007) seçim problemini bir okulun yüksek lisans programlarına başvuran öğrencilerin değerlendirmesi alanında çözmeye çalışmışlar, uygulama olarak mevcut durumun yanı sıra AHP ve Bulanık AHP yöntemlerinden yararlanmışlardır. Daha sonra çeşitli korelasyon analizleri uygulayarak uygulanan yöntemlerin karşılaştırmalarını, yorumlamalarını ve değerlendirmelerini yapmışlardır. Sonuç olarak AHP ve Bulanık AHP sonuçlarındaki benzerliklerin önemli düzeyde olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Yılmaz (2008) da benzer bir çalışmayı Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans öğrenimine başvuracak aday öğrencilerin seçimi probleminde gerçekleştirmiştir. Uygulama aşamasında AHP TOPSIS ve Ağırlıklı Çarpım yöntemlerini kullanmış ve en az sapmayı veren yöntemin AHP olduğunu savunmuştur.

Palaz ve Kovancı (2008), Türk Deniz Kuvvetleri için çok önemli bir yere sahip olan denizaltı seçimi problemini çalışma konusu olarak ele almış ve proje seçim yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesini uygulamışlardır. Kriterler 5 kişilik bir uzman heyet tarafından belirlenmiş ve 4 farklı denizaltı tipi bu kriterler ışığında

değerlendirilerek yüzde önem dereceleri belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda yönetim kademesine mevcut denizaltıların seçimine tesir edecek faktörlerin AHP ile değerlendirmeleri yapılarak fikir verilmiş ve denizaltı kuvvet yapısının teşkil edilmesi için oluşturulacak ağırlıklı hedef programlama için göreceli öncelik katsayıları belirlenmiştir. AHP ile ilgili benzer bir çalışma da Gencer, Aydoğan ve Aytürk (2008) tarafından Türk Silahlı Kuvvetleri envanterinde bulundurulacak hafif makineli tüfek seçimi problemine çözüm bulma amaçlı olarak yapılmıştır. Nicel ve nitel verilerin bir arada uygulandığı bu AHP çalışmasının sonucunda belirlenen kriterlere göre en iyi hafif makineli tüfeğin seçimi yapılmıştır.

Sambasivan ve Fei (2008), Çevre Yönetim Sistemi ile ilgili bir kalite belgelendirme süreci olan ISO 14001'in Malezya'daki bir elektrik-elektronik firmasında uygulanabilirliğini AHP yöntemi ile test etmişler ve sonuçları paylaşmışlardır.

Adıgüzel (2009), bir işletmenin Ar-Ge bölümünde istihdamı yeni mezunlardan düşünülen 2 mühendis kadrosu için 5 kişilik bir örnek aday grubundan en iyi 2 adayın seçimini AHP ile uygulayarak yaratıcılık, yetenek, bilgi, kişilik ve mülakat performansı kriterleri altında belirlemiş ve personel secimi konusunda örnek bir çalışma gerçekleştirmiştir. Aynı şekilde Yılmaz (2010) da benzer bir personel seçimi uygulamasını lider bir kütüphane müdürünün seçimi problemine uygulayarak AHP yöntemi ile, belirlenmiş olan vasıflar altındaki 3 aday arasından en uygun adayın seçimini gerçekleştirmiştir.

Subaşı (2011), bankacılık sektöründe gerçekleştirilen uygulama vasıtasıyla, dış denetim hizmet alımında denetim firması seçimi yapılması amacıyla örnek bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda karar verme aşamasında AHP ve TOPSIS yöntemlerinden faydalanılarak ortaya çıkan bulgular yorumlanmıştır.

Kır (2012), çalışanların değerlendirilmesi, yeteneklerini kullanabileceği ve geliştirebileceği bir çalışma ortamı oluşturmayı, bir yandan çalışan performansını iyileştirerek çalıştığı kuruluşa katkısının artmasını, öte yandan, çalışanların örgütten elde edeceği yararların ve çıkarların çoğalmasını sağlamayı, yönetsel açıdan hem üstleri

hem de çalışanın yerinde istihdamını ve ussal olarak görevlendirilmesine yardımcı bir işlev görmeyi amaçlayan, bireyin, örgütün ihtiyaçlarını, çalışanın niteliklerini dikkate alarak yapılması gereken yönetsel bir işlevdir. Bu çalışmada 360 derece performans değerlendirme sistemi Analitik Hiyerarşi prosesi ile bütünleştirilerek tasarlanan performans değerlendirme sistemi özel bir dershanede öğretmenler üzerinde uygulanmıştır.

zcan (2012), çalışmasında çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve TOPSIS'in personel seçimi sürecindeki etkililiğinin karşılaştırılması amaçlamıştır. Bu kapsamda, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir üretim işletmesinde personel seçimi çalışması yapılmıştır. İşletmede son bir yıl içinde işe başlayan altı mühendis AHP ve TOPSIS yöntemlerine göre ayrı ayrı değerlendirilmiş, elde edilen sıralama sonuçları bu çalışanların performans puanlarıyla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmaya göre en az sapmayı gösteren yöntemin AHP olarak belirlenmiş olmasından dolayı, işletme için bu kriterler ve alternatifler altında AHP yönteminin daha etkili olacağı görüşü savunulmuştur.

3 MATERYAL VE METOD

Ülkemiz hayvan yetiştiriciliği alanında koyunculuk oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Koyunculukta karlılığı etkileyen en önemli faktörlerden bir tanesi de kuzuların erken dönemlerde kazandıkları canlı ağırlık artışlarıdır. Yerli ırklarımızın performanslarının ortaya konulabilmesi amacı ile çok sayıda bilimsel çalışma yürütülmüş ve halen bu konudaki çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmalardan bazıları şunlardır:

Ceyhan, vd. (2004), bu çalışma; Bandırma Marmara Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Koyunculuk ünitesinde yetiştirilen Siyahbaşlı Merinos (Alman Siyahbaşlı Et x Karacabey Merinosu G1) et tipi koyunların döl verim özellikleri, kuzularda büyüme ve yaşama güçlerinin araştırılması amacıyla yapılmıştır.

Koçak (2009), bu çalışma ile ülkemizde Hayvan Yetiştirme ve Islahı konularında yapılmış olan kuzu besisi çalışmaları derlenmeye çalışılmıştır. Araştırmada 73 adet kuzu besisi ile ilgili çalışma incelenmiş ve bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda elde edilen bilgiler ışığında gelecekte yürütülecek olan çalışmaların yönü belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca bugüne kadar üzerinde çalışmalar yürütülmüş olan kuzular da irdelenerek ağırlık verilmemiş konular belirlenmiş ve bu konulardaki eksikliklerin tamamlanması konusunda önerilerde bulunulmuştur.

Işık (2010), çalışmada Bafra Koyunlarının döl verimi, yaşama gücü ve büyüme özellikleri incelenmiştir. Türkiye’ nin farklı bölgelerinden elde edilen verilerle kuzularda büyümenin çeşitli dönemlerinde doğum tipi ve cinsiyete göre ortalama canlı ağırlıkları, ortalama göğüs çevresi ölçüleri, ortalama vücut uzunluğu ölçüleri, ortalama cidago yüksekliği ölçüleri, ortalama göğüs derinliği ölçüleri değerlendirilmiştir. Kuzuların bu özelliklerinin büyüme üzerindeki etkisi açıklanmıştır.

Belgüzar (2011), bu çalışma, Halk Elinde Ülkesel Küçükbaş Hayvan Islahı Projesi kapsamında, Tokat’ın çeşitli bölgelerinde yetiştirilen Karayaka ırkı koyunlarının büyüme ve üreme performansının belirlenmesi amacı ile yapılmıştır. Araştırmada

kuzuların çeşitli dönem canlı ağırlıkları, günlük canlı ağırlık artışları, yaşama güçleri ve Karayaka koyunlarının bazı döl verim özellikleri incelenmiştir.

3.1 Hayvan Islahı

Tüm faaliyetlerde olduğu gibi, koyun yetiştiriciliğinin de amacı karlılıktır. Bu nedenle, üretimi hayvanlara dayandırmak gerekir. Yetiştirildiği bölge koşullarında ekonomik olarak verim verebilen hayvan materyalinin temini ülke genelinde hayvancılığın geleceği açısından büyük önem taşımaktadır. Söz konusu hayvan materyalini temin etmenin en emin yolu ise, bölgesel olarak yapılacak ıslah çalışmalarıdır. Koyunculuk alanında yapılacak ıslah çalışmaları ile koyunculuğumuz kendisinden beklenen karlı yapıya kavuşturulabilecektir (Emsen 2003).

Hayvan yetiştiricileri sağlıklı, hızlı büyüyen, erken yaşta verim çağına ulaşan, uzun ömürlü hayvanlara sahip olmak isterler. Büyüme; organizmayı oluşturan tüm hücrelerin embriyonun başlangıcından ergin çağa gelinceye kadar çoğalması şeklinde tanımlanmaktadır (Çakır vd. 1995).

Hayvan vücudunun büyüme ve gelişme mekanizması oldukça komplekstir. Kalıtsal bir özellik olan büyüme, canlının ağırlık ve boyutlarında zaman içinde meydana gelen artış olarak tanımlanır. Bu özellikleri bakımından türler, ırklar ve ırklar içinde bireyler arasında farklılıklar görülür (Emsen 2003).

Evcil hayvanlarda incelenen önemli özelliklerden birisi de büyümedir. Büyüme tüm canlılarda belirli bir dönem içinde organizmadaki hücre ve doku artışı şeklinde tanımlanmakla birlikte evcil hayvanlarda genellikle canlı ağırlık veya organ ağırlıkları üzerinde durulmaktadır (Akbaş vd. 1995).

Ekonomik önemi olan özellikler kadar vücut ölçüleri ve diğer bazı kalitatif karakterler bir ırk için tanıtıcı özelliklerdir. Bilhassa verim kontrollerinin yapılmadığı durumlarda vücut yapısına göre hayvanlar değerlendirilmektedir. Hatta verim kayıtları bulunan

hayvanlardan damızlığa ayrılacaklar için vücut yapısı bakımından istenilen tipe uygunluk aranır (Boztepe vd. 1994).

Bütün çiftlik hayvanlarında doğumdan sonra mümkün olduğu kadar kısa zaman içinde büyüme ve bu büyümeye göre en iyilerinin damızlığa ayrılması düşünüldüğü gibi, erken büyüyen hayvanlardan kısa zamanda çeşitli ürünlerin alınması daha verimli hayvancılık için zorunludur. Bu nedenle hayvancılıkta öteden beri büyüme dikkati çekmiştir. (Belgüzar 2011).

İnsanlara ekonomik fayda sağlayan evcil hayvanlarda, ele alınması ve üzerinde durulması gereken en önemli özelliklerinden birisi büyümedir. Birim zamanda canlıların kütlelerinde meydana gelen artış büyüme olarak tanımlanmaktadır (Akbaş vd. 1995).

Ergin canlı ağırlıklar, canlı ağırlık artış hızı ve bunlarla ilgili özelliklerin ekonomik öneminin anlaşılması, bilim adamları ve yetiştiricilerin yaşam boyu ağırlık-yaş ilişkisinin incelenmesine olan ilgilerini artırmıştır (Brown vd. 1976).

Büyümenin karakteristiği olan ağırlık artışı, büyümenin ilk dönemlerinde doğal olarak düşüktür. Sonra giderek yükselir, en yüksek düzeye ulaşır, ergin yaşa yaklaştıkça azalır ve durur. Büyüme, ekonomik önemi olan bir özellik olduğu için, büyümenin hesaplanması da önem taşımaktadır (Akçapınar vd. 2002).

Koyun yetiştiriciliğinde de verimliliği artırmanın iki ana yolu vardır. Birincisi, koyunlara daha iyi çevre koşulları sağlamak, ikincisi de koyunların genetik değerini yükseltmek ya da genotipi ıslah etmektir. Bu iki ana yoldan genotipin ıslahı, kalıcı ve sürekli olması niteliğiyle önem kazanır. Türkiye’ de koyun varlığının genetik ıslahı çalışmalarının Cumhuriyet kuruluşu ile başladığı söylenebilir. Erken Cumhuriyet yıllarında, yünlü dokuma endüstrisinin nitelikli yapağı gereksinimini karşılamak amacıyla, ilk koyun ıslahı çalışmaları, Merinoslaştırma etkinlikleri ile başlatılmıştır. Daha sonraları ise yerli koyun ırklarımızın kuzu, et ve süt verim yönünde de ıslahı çalışmaları devreye sokulmuştur. Anılan ıslah etkinlikleri ise genelde melezleme programları şeklinde devlet eliyle yürütüldüğü de gözlemlenmektedir. Islah

alışmalarında, bir yandan da bu melezlemelerde temel genetik materyal olarak kullanılan yerli koyun ırklarının verimlerinin saf yetiştirme ve seleksiyon çalışmalarıyla ortaya konulduğu görölmektedir (Özder vd. 2004).

Koyun yetiştiriciliği, çeşitli verimleri ile hayvancılıkta önemli bir faaliyet koludur. Bu durum koyun yetiştiriciliği ile ilgili faaliyetleri büyük oranda kuzu eti üretimine yöneltmiştir. Bu nedenle hızlı büyüyen ve fazla et veren yeni ırk veya tiplerin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Bu amaçla et verimi ve kalitesi iyi, ikiz doğurma kabiliyeti yüksek koyunlar, büyüme hızı ve karkas kalitesi yüksek kolarla çiftleştirilerek kasaplık kuzular elde edilmektedir. Kuzuların büyümesi üzerine ana yaşı, cinsiyet, doğum tipi, yıl, anasından emdiği süt miktarı gibi faktörler etkilidir (Küçük vd. 2002).

Kuzularda doğum ağırlığı büyümenin ölçüsünü belirlemektedir. Sütten ağırlığının yüksek olması, sütten kesim çağında kuzuların yüksek fiyata satılmasına ve sütten kesim sonrası besiye alınacak kuzuların besi başı ağırlıklarını oluşturmaları açısından önemlidir (Boztepe vd. 1994).

Kuzu eti üretimine uygun ana ve baba hatlarının geliştirilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada Akkaraman, Sakız x Akkaraman (F1) ve Kıvırcık x Akkaraman (F1) kuzularda, doğum, sütten kesim (90. gün) ve 180. gün ağırlığı değerleri sırasıyla 4,71; 4,71; 4,69 kg; 23,69; 22,89; 21,84 kg ve 36,02; 34,96; 34,25 kg, 990. güne kadar yaşama gücü değerleri sırasıyla %89,5; 92,2 ve 87,1 olarak bildirilmiştir. Alman Siyah Başlı ve Dorset Down kuzularında doğum ağırlığını 4,80 ve 4,70 kg olarak bulmuşlardır. Akkaraman kuzularında doğum ağırlığını 3,08 kg, sütten kesim ağırlığını 25,60 kg olarak bulunmuştur (Özbey vd. 2000).

Çörekçi ve Evrim (2001)'in Sakız ve İmroz koyunlarının büyüme özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapmış oldukları çalışmada, doğum ağırlığı, sütten kesim ağırlığı (60. gün), 120. gün ağırlığı ve 180. gün ağırlığını Sakız ırkı için 3,59 kg, 18,41 kg, 29,01 kg ve 35,58 kg olarak; İmroz koyunları için 3,89 kg, 18,71 kg, 24,17 kg ve 27,54 kg olarak saptanmıştır.

Karakaya kuzularında büyüme özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, Karakaya ve Bafra kuzularının doğum ağırlığı 3,48 kg ve 3,40 kg; sütten kesim ağırlığı (90. günde) 17,64 kg ve 15,07 kg; 180. gün ağırlığı 26,50 kg ve 24,54 kg olarak tespit edilmiştir. Büyümenin bütün dönemlerinde canlı ağırlıklar üzerine genotip ve ananın yaşının etkisi önemsiz; cinsiyet ve doğum tipinin etkisi 180. günde önemsiz, diğer dönemlerde önemli ($P<0,05$; $P<0,001$) olduğu belirtilmiştir. Düzeltilmemiş ortalama canlı ağırlıklar bakımından Bafra kuzuları, Karakaya kuzularından daha fazla canlı ağırlığa sahip olmuşlar, ancak bu istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Ayrıca bütün dönemlerde anası dört yaşlı kuzular; diğerlerinden; erkek kuzular dişilerden tek doğurmuş kuzuların ikizlerden daha fazla canlı ağırlığa sahip oldukları bildirilmiştir (Akçapınar vd. 2002).

Hayvancılık birçok özelliği ile insanoğlunun vazgeçmesi mümkün olmayan bir sektördür. Bu sektörde üretimin, ekonomiklik ilkesi göz ardı edilmeden, sürdürülmesi bir zorunluluktur. Bu zorunluluğun yerine getirilmesi için sektörle ilgili tüm unsurların, bir arada ve doğru değerlendirilmesi gerekir. Aksi halde, özellikle besin maddeleri açısından, bir yetersizlik ortaya çıkacaktır. Özetle, hayvansal üretimde bulunmak hem ülke hem de insanlık açısından bir zorunluluk olarak düşünülmeli, dünyanın artan ihtiyaçlarını karşılamak için hemen her kaynak en uygun biçimde değerlendirilmelidir (Akman vd. 2001).

Koyun yetiştiriciliğinde en önemli gelir kuzu etinden sağlanmaktadır. Kuzuların arzu edilen bir karkas kalitesinde istenilen bir canlı ağırlığa kadar ulaştırmak için yoğun olarak beslenmesi “besi” olarak adlandırılmaktadır. Kuzuların 40-60 kg kesim ağırlığına ulaştırılması ağırlıklı olarak kaba yemlere ve kesif yemlere dayalı yemleme programları ile mümkün olabilmektedir. Beside; kuzuların ırkı, tipi, cinsiyeti, rasyon tipi, besi süresi gibi birçok faktör önemli rol oynamaktadır (Görgülü 2002).

Hayvan ıslahı, gelecekte gerçekleşmesi beklenen koşullarda hayvancılık işletmelerinin karlılığını yükseltecek ve ülke ekonomisine daha çok katkıda bulunacak genetik özelliklere sahip hayvanların belirlenmesini, elde edilmesi ve popülasyonda yaygınlaştırılması konularını kapsayan bir bilim dalıdır. Hayvan ıslahı çalışmalarında

ana amaç, hayvancılık işletmelerinde temel üretim aracı olan nitelikli hayvanların elde edilmesi ve yaygınlaştırılmasıdır. Dolayısıyla, hayvan ıslahını, hayvansal üretimi destekleyen uygulamalı ve kurumsal bir bilim dalı olarak görmek olasıdır. Hayvan ıslahı çalışmaları, tarımsal işletmelerde ekonomik amaçlarla yetiştirilen ve ürünlerinden yararlanılan hayvanları kapsar. Hayvan yetiştirme ekonomik amaçlı bir uğraştır. Yetiştiriciler; üretim faktörlerini uyumlu bir şekilde bir araya getirerek ihtiyaç duyulan hayvansal ürünleri üretmek pazarlamak, böylece var olan talebi karşılayarak fayda yaratmak dolayısıyla kar elde etmek amacıyla hayvan yetiştirirler. Başka bir deyişle; yetiştiriciler, fayda ürettikleri ve bundan dolayı kar elde ettikleri sürece ayakta kalabilir ve faaliyetlerini sürdürebilirler (Kumlu 2003).

3.1.1 Bulanık TOPSIS

Bulanık TOPSIS (BTOPSIS) yönteminde de klasik TOPSIS yönteminde olduğu gibi bulanık pozitif ideal çözüme (BPİÇ) en yakın ve bulanık negatif ideal çözüme (BNİÇ) en uzak değere sahip alternatif seçilir. Klasik TOPSIS yönteminde süreçte kullanılan faktörlerin ağırlıklı ve alternatiflerin değerleri kesin sayılarla ifade edilir. Ancak çoğu gerçek dünya karar problemlerinde kesin sayılar yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, bu tip problemlerde faktör ağırlıklarının ve alternatif değerlendirmelerinin dilsel değişkenlere karşılık gelen bulanık sayılarla tanımlandığı BTOPSIS yöntemi daha etkili olmaktadır ve daha gerçeğe yakın çözümlere ulaşılmasını sağlamaktadır (Demircioğlu, 2010).

Literatürde BTOPSIS yönteminin birçok uygulaması bulunmaktadır. Örneğin, Triantaphyllou ve Lin (1996) TOPSIS yönteminin bulanık aritmetik işlemlere dayanan bulanık versiyonunu geliştirmişlerdir. Chen (2000) TOPSIS yöntemini bulanık çevreye genişletmiştir ve bir yazılım firmasının sistem analizi mühendisi seçiminin sayısal örneğine uygulamıştır. Saghafian ve Hejazi, karar vericilerden oluşan bir grup olduğu zaman çok nitelikli karar problemlerine uygulanabilecek, değiştirilmiş BTOPSIS yöntemini ve BTOPSIS için yeni bir uzaklık ölçüsü geliştirmişlerdir (Demircioğlu 2010).

Chen (2000) tarafından geliştirilen genişletilmiş BTOPSIS yönteminde izlenen adımlar aşağıdaki gibidir (Ertuğrul ve Karakaşoğlu 2007).

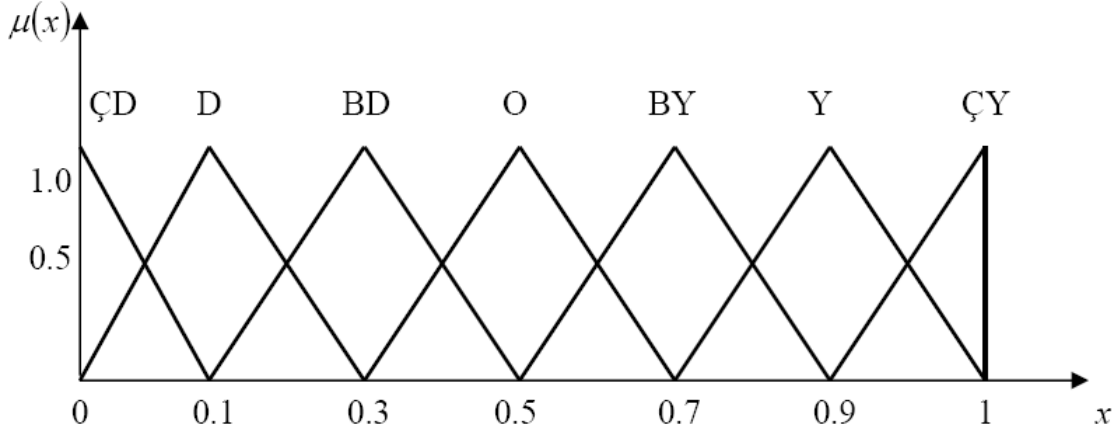
- Birinci adımda karar vericilerden oluşan grup belirlenir. Dilsel değişkenler yardımıyla karar vericiler faktörlerin önem ağırlıklarını değerlendirirler. Her karar vericinin oyları, bulanık sayılar ve üyelik fonksiyonu aşağıdaki notasyonlarla ifade edilir.

$K_K = (k = 1, 2, \dots, K)$	Karar Vericiler
$\tilde{M}_k = (1, 2, \dots, K)$	Bulanık Sayılar
$\mu_{\tilde{R}_k}$	Üyelik Fonksiyonu

Çizelge 3.1 Karar Kriterlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel Değerler ve Üçgen Bulanık Sayılar Olarak Karşılıkları (Chen 2000).

Çok Yüksek (ÇY)	(0.9,1,1)
Yüksek (Y)	(0.7,0.9,1)
Biraz Yüksek (BY)	(0.5,0.7,0.9)
Orta (O)	(0.3,0.5,0.7)
Biraz Düşük (BD)	(0.1,0.3,0.5)
Düşük (D)	(0,0.1,0.3)
Çok Düşük (ÇD)	(0,0,0.1)

Çizelge 3.1’de tanımlanan dilsel değerlerin üyelik fonksiyonları Şekil 3.1’deki gibi gösterilebilir.

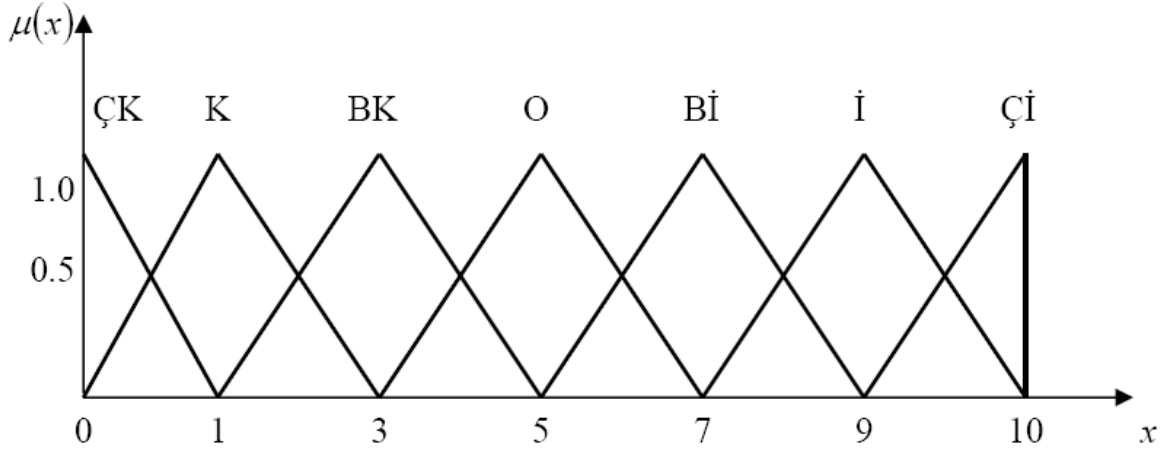


Şekil 3.1 Çizelge 3.1’deki Dilsel Değerlerin Üyelik fonksiyonları

Çizelge 3.2 Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel Değerler Ve Üçgen Bulanık Sayılar Olarak Karşılıkları (Chen 2000)

Çok İyi (Çİ)	(9,10,10)
İyi (İ)	(7,9,10)
Biraz İyi (Bİ)	(5,7,9)
Orta (O)	(3,5,7)
Biraz Kötü (BK)	(1,3,5)
Kötü (K)	(0,1,3)
Çok Kötü (ÇK)	(0,0,1)

Çizelge 3.2’de tanımlanan dilsel değerlerin üyelik fonksiyonları Şekil 3.2’deki gibi gösterilebilir.



Şekil 3.2 Çizelge 3.2’deki Dilsel Değerlerin Üyelik Fonksiyonları

Faktörlerin ağırlıkları aşağıdaki formül yardımıyla toplulaştırılır (aggregation) ve ağırlık vektörü ($\tilde{W}$) oluşturulur. Daha sık kullanıldığı için aşağıdaki notasyonlar üçgen bulanık sayılara göre tanımlanmıştır.

$$\begin{aligned} \tilde{M}_k &= (a_k, b_k, c_k); & k &= 1, 2, \dots, K \\ a &= \min_a \{a_k\}, & b &= \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K b_k, & c &= \max_k \{c_k\} \\ \tilde{W} &= [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n] \end{aligned} \quad (3.1)$$

- İkinci adımda karar vericiler alternatifler için belirlenmiş dilsel değişkenleri kullanarak her alternatifi faktörler açısından değerlendirirler.
- Üçüncü adımda karar vericilerin alternatif değerlendirmelerinin ortalaması alınır ve bulanık karar matrisi ($\tilde{D}$) oluşturulur.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

- Dördüncü adımda karar matrisi doğrusal ölçek dönüşümü yöntemi kullanılarak normalleştirilir. Doğrusal ölçek dönüşümü ile normalizasyon işlemi aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}; \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.3)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right); \quad c_j^* = \max_i c_{ij} \quad (3.4)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right), \quad a_j^- = \min_i a_{ij} \quad (3.5)$$

- Beşinci adımda normalleştirilmiş karar matrisi ve faktör ağırlıkları vektörü çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi ($\tilde{V}$) hesaplanır.

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}; \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.6)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j$$

- Altıncı adımda bulanık pozitif ideal çözüm (BPİÇ, $\tilde{A}^*$) ve bulanık negatif ideal çözüm (BNİÇ, $\tilde{A}^-$) bulunur. Daha sonra her alternatifin bu iki ideal çözüme olan uzaklıkları hesaplanarak uzaklık matrisleri oluşturulur. $d_v(.,.)$ iki bulanık sayı arasındaki uzaklık ölçüsünü göstermektedir. Üçgen bulanık sayılar arasındaki uzaklık vertex yöntemi ile aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned}
d_v(\tilde{m}, \tilde{n}) &= \sqrt{\frac{1}{3}[(l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2]} \\
\tilde{A}^* &= (\tilde{v}_1^*, \dots, \tilde{v}_j^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \\
\tilde{A}^- &= (\tilde{v}_1^-, \dots, \tilde{v}_j^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \\
\tilde{v}_j^* &= \max_i \{\tilde{v}_{ij}\}, \quad \tilde{v}_j^- = \min_i \{\tilde{v}_{ij}\}, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n
\end{aligned} \tag{3.7}$$

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*) \quad i = 1, 2, \dots, m \tag{3.8}$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad i = 1, 2, \dots, m \tag{3.9}$$

- Yedinci adımda ideal çözüme yakınlık katsayıları (CC_i) hesaplanır ve en yakın değere sahip alternatiften uzak olana doğru bir sıralama yapılır ve uygun çözüm seçilir.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}; \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \tag{3.10}$$

3.2 METOD

3.2.1 Bulanık TOPSIS Yöntemi İle Hayvan Seçimi

Büyümenin karakteristiği olan ağırlık artışı, gebeliğin ilk döneminde doğal olarak çok düşüktür. Gebelik ilerledikçe hızı artar, gebeliğin son 4-5. haftalarında en yüksek düzeye ulaşır ve kuzular doğduğunda normal doğum ağırlığını kazanmış olurlar. Bir canlının doğum ağırlığı ile çeşitli dönemlerdeki canlı ağırlıkları genotip ve çevresel faktörlerin etkisi ile şekillenir. Gerek kuzuların doğum sonrası dönemdeki büyüme hızına etkisi yönünden gerekse ananın verim gücünü ifade etmesi açısından doğum ağırlığı önem taşımaktadır. Doğum ağırlığı her hayvan türünde farklıdır. Atlar ve sığır gibi iri yapıli türlerin yavruarı büyük ve ağır, koyun, keçi gibi bir doğumda birden fazla

yavru doğuran türlerin yavruları küçük ve hafif olur. Çoğuz doğumlarda yavrular küçük, tekiz doğumlarda yavrular daha büyüktür. Hayvan ıslahı alanında popülasyonu temsil edebilecek geniş kapsamlı araştırmaları yapmak; para, zaman ve eleman yetersizlikleri gibi nedenlerden dolayı her zaman mümkün olamamaktadır. Bu nedenle araştırmalar sınırlı sayıda bireye sahip gruplarda yapılmaktadır. Ayrıca bazı araştırmaları farklı gruplarla ve farklı zamanlarda yapmak gerekmektedir. Dolayısıyla yer, zaman ve uygulama alanı farklı olan araştırmaların sonuçlarını uygun yöntemler kullanarak birleştirmek, popülasyona ilişkin parametre tahminleri yapmaya imkân vermektedir. Ayrıca, farklı araştırmacılar tarafından küçük gruplardan elde edilen araştırma sonuçları, örneğin ait olduğu popülasyonun alt grupları için farklı istatistiklerin hesaplanmasına, dolayısıyla da birbirleri ile her zaman paralel olmayan bazen de çelişen sonuçlara ve yorumlara neden olmaktadır (Doğan ve Şahin 2003).

Bu çalışma hayvan ıslahı çalışmalarının para, zaman ve eleman gibi yetersizliklerden dolayı mümkün olmadığı durumları ortadan kaldırabilmek için yapılmıştır.

Çalışmada inceleme altında olan bir kuzu sürüsü kullanılmıştır. Sürü aynı yıl doğmuş 24 erkek ve hepsi ikiz olan kuzulardan oluşmaktadır. Seçim işlemi yetiştiricinin ekonomik değeri olan kuzuları belirlemesine yardımcı olmak için yapılmıştır. Bu amaçla karar kriterleri hem görünüş açısından hem de hayvanların genotipik özellikleri dikkate alınarak belirlenmiştir.

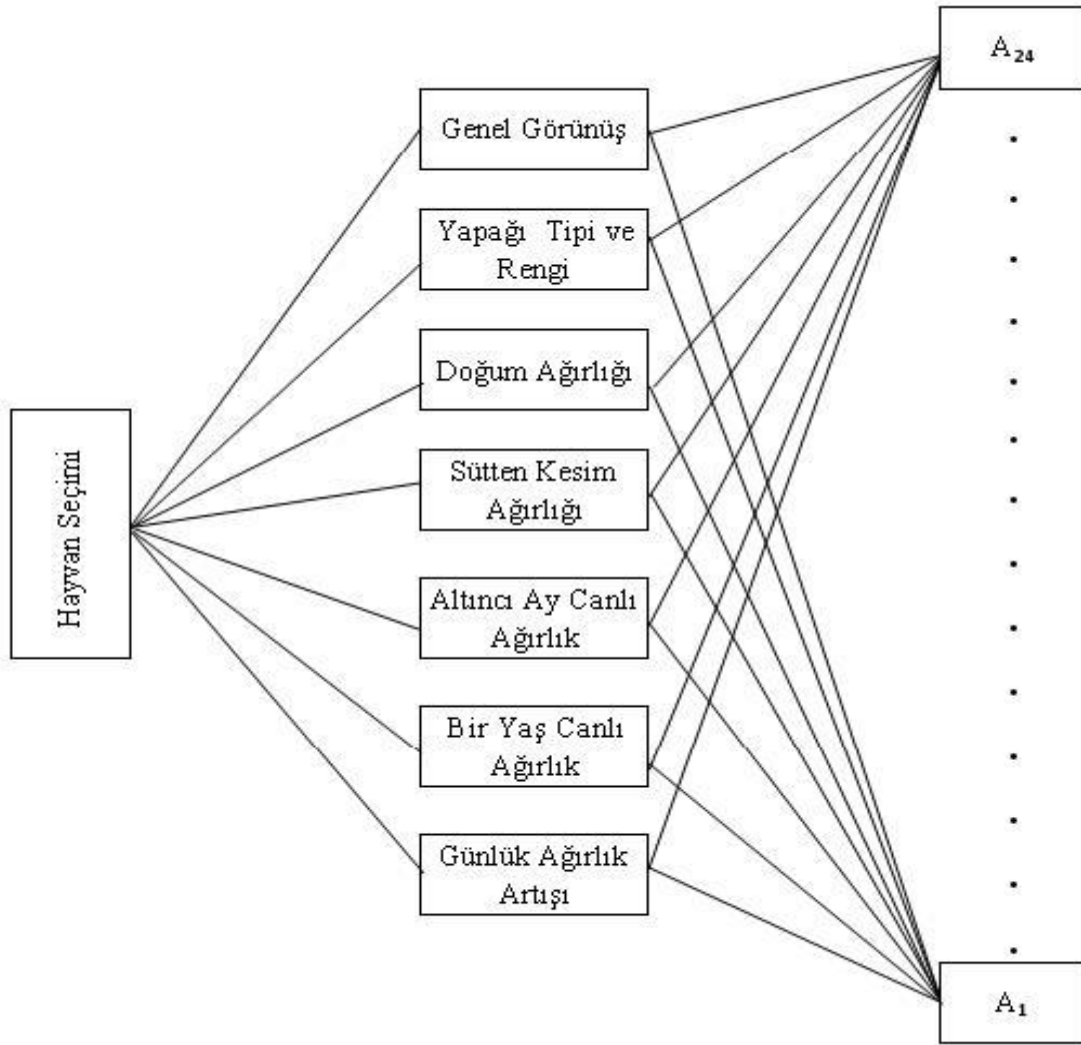
Çalışmayı diğer hayvan ıslahı yöntemlerinden ayıran en önemli özellik adayların geçmiş bilgilerine ihtiyaç duymadan da seçim yapılabilmesi ve kişiden kişiye değişecek özellikleri de dikkate almasıdır. Diğer bir ifadeyle karar kriterleri arasında olan genel görünüş ve yapı tipi ve rengi adayın durumu hakkında bilgi vermesine karşılık karar vericilere göre değişen özelliklerdir. Bu iki karar kriterinin değerlendirmeye alınmış olması adayların görümlerinin de dikkate alınmasını sağlanmıştır. Ayrıca, çalışmada adayların ana, babaları hakkında bilgi sahibi olmadan da seçim yapıp yapılamayacağını denetlenmektedir. Hayvan ıslahı çalışmalarında ihtiyaç duyulan en zorlu kısım hayvanların tek tek pedigrî kayıtlarının tutulmuş olmasıdır. Fakat bu çalışma bu kayıtlara ihtiyaç duyulmadan gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada adaylar yedi kriter açısından değerlendirilmiştir. Bu kriterler; adayların büyümeleri ve gelişmeleri hakkında karar vericiler tarafından belirlenmiş kriterlerdir.

Kriterlerin ilk ikisi genel görünüş ve yapağı tipi ve rengi adayın görünümü hakkında bilgi sahibi olmaya yarayan özellikleridir. Yetiştirici adaydan ekonomik gelir elde edebilmek için adayı satmak istediğinde alıcının ilk önce değerlendirdiği iki özellik bunlardır. Diğer kriterler kuzuların büyümesi ve gelişmesini etkileyen doğum ağırlığı, sütten kesim ağırlığı, altıncı ay canlı ağırlık, bir yaş canlı ağırlık ve günlük ağırlık artışıdır.

Çalışmada Bulanık TOPSİS yönteminin tercih edilme sebebi, yöntemin hem nicel veriyi hem de nitel veriyi aynı anda kullanarak karar vermeye yardımcı olmasıdır. Bu sebeple kriterlerin ilk ikisi nitel veri, diğerleri ise nicel veri olarak belirlenmiştir. Şimdiye kadar yapılan hayvan ıslahı çalışmalarından farklı olarak bu kriterler seçilmiştir.

Ekonomik değeri olan adayı seçmede kullanılacak olan kriterler hem literatürden faydalanarak hem de veteriner hekimlerin görüşleri alınarak belirlenmiştir. Değerlendirmelerde yararlanılan karar kriterleri aşağıdaki gibi olup hayvan seçiminin hiyerarşik yapısı Şekil 3.3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.3 Hayvan Seçimin Hiyerarşik Yapısı

- C_1 : Genel Görünüş
- C_2 : Yapağı Tipi ve Rengi
- C_3 : Doğum Ağırlığı
- C_4 : Sütten Kesim Ağırlığı
- C_5 : Altıncı Ay Canlı Ağırlık
- C_6 : Bir Yaş Canlı Ağırlık
- C_7 : Günlük Canlı Ağırlık Artışı

Hayvan seçiminde dikkate alınan kriterlerin yer aldığı karar kriterinin önem ağırlığını belirleme formu Ek 1’de, karar vericilerin hayvan adaylarını değerlendirdikleri aday değerlendirme formu ise Ek 2’de yer almaktadır. Karar kriterinin önem ağırlığını belirleme

formu; çok yüksek, yüksek, biraz yüksek, orta, biraz düşük, düşük ve çok düşük olmak üzere yedili bir ölçekte hazırlanmıştır. Aday değerlendirme formu da benzer şekilde çok iyi, iyi, biraz iyi, orta, biraz kötü, kötü ve çok kötü şeklinde yedili ölçekle hazırlanmıştır.

3.2.1.1 BTOPSIS Aşamaları

- Jürinin Oluşturulması Karar Kriterlerin ve Alternatiflerin Belirlenmesi

Bulanık TOPSIS yöntem kullanarak seçme yapmanın ilk aşaması jürinin oluşturulmasıdır. Jüri alanında uzman kişilerden oluşturulur. Jüri üyeleri karar verici olarak görev yaparlar. Jüri, alternatifleri ve alternatifler değerlendirilirken kullanılacak olan karar kriterlerini belirler. Uygulamada jüri, konu hakkında uzman olan veteriner hekimlerden oluşmuş ve Şekil 3.3’de gösterilen karar kriterlerinden yararlanılmıştır.

- Karar Vericiler Tarafından Karar Kriterlerinin ve Adayların Değerlendirilmesi

Karar vericiler Çizelge 3.1’deki dilsel değerler yardımıyla karar kriterlerini değerlendirirler. Sonra, Çizelge 3.2’deki dilsel değerler yardımıyla adayları bu karar kriterlerine göre değerlendirirler. Dilsel değerler kullanılarak yapılan değerlendirmeler üçgen bulanık sayılara dönüştürülerek üyelik fonksiyonu verilir. Örneğin bir karar verici, herhangi bir karar kriterine ilişkin olarak “çok önemli” değerlendirmesinde bulunmuşsa bu değerlendirmeye üyelik fonksiyonu olarak (0.9,1,1) değeri verilerek değerlendirme üçgen bulanık sayıya dönüştürülür.

Bu çalışmada amaç hayvan seçimidir. Hayvan seçiminde kullanılacak göstergelerden en önemlilerinden birisi de büyüme olduğu için büyüme ile direk bağlantılı olan kriterlerin ortalaması alınmıştır. Bu kriterler Doğum Ağırlığı, Sütten Kesim Ağırlığı, Altıncı Ay Canlı Ağırlık, Bir Yaş Canlı Ağırlık, Günlük Canlı Ağırlık kriterleridir. Bu 5 kriteri karar vericiler değerlendirme sırasında tek tek incelemişlerdir. Uygulama bölümünde her aday için karar vericilerin değerlendirmesi incelendiğinde birbirine yakın sonuçlar

olduğu görülmüştür. Bu yüzden büyüme hızının ilgili olduğu bu kriterlerin ortalamasının alınması uygun görülmüştür. Karar vericilerin her aday için değerlendirmesinde bu kriterlerin ortalaması alınıp bundan sonraki adımlarda kriter sayısı 3 üzerinden değerlendirilmiştir.

- Bulanık Ağırlıklar Matrisinin Elde Edilmesi

Bulanık ağırlıklar matrisi, karar kriterlerinin önem ağırlıklarından oluşan bir matristir. Matrisin elde edilmesinde (3.1) numaralı formülden yararlanılır. Örneğin ilk karar kriterinin karar vericilerce değerlendirilmesi, Ek 3'te de görüldüğü gibi biraz yüksek, çok yüksek, ve yüksektir. Bu dilsel değerler üçgen bulanık sayılara dönüştürüldükten sonra (3.1) numaralı formül kullanılarak birinci karar kriterinin önem ağırlığı;

$$\tilde{w}_1 = \frac{1}{3}[(0.5,0.7,0.9) + (0.9,1,1) + (0.7,0.9,1)] = (0.7,0.8667,0.9667)$$

olarak bulunur.

- Bulanık Karar Matrisinin Elde Edilmesi

Bulanık karar matrisi, adayların karar kriterlerine göre değerlendirilmesi sonucunda elde edilen matristir. Örneğin birinci adayın ilk karar kriterine göre karar vericiler tarafından değerlendirilmesi Ek 4'te de görüldüğü gibi biraz kötü, orta, ortadır.

Bu dilsel değerler üçgen bulanık sayılara dönüştürülerek birinci adayın kriter değeri;

$$\tilde{x}_{11} = \frac{1}{3}[(1,3,5) + (3,5,7) + (3,5,7)] = (2.3333,4.3333,6.3333)$$

olarak bulunur. Benzer şekilde ikinci adayın kriter değeri ise;

$$\tilde{x}_{21} = \frac{1}{3}[(3,5,7) + (1,3,5) + (3,5,7)] = (2.3333,4.3333,6.3333)$$

olarak bulunur.

- Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisinin Elde Edilmesi

Bulanık karar matrisinin elde edilmesinden sonra normalize edilmiş bulanık karar matrisi oluşturulur. Bu matrisin elde edilmesinde (3.4) ve (3.5) numaralı formüllerden yararlanılır. Matrisin elde edilmesinde bulanık karar matrisinin sütunları dikkate alınır. Örneğin bulanık karar matrisinin ilk sütununda C_1 kriteri fayda kriteri olduğu için üçüncü bileşenlerin maksimum değeri dikkate alınır. Bu sütunda $\max c_{ij} = 10$ 'dur. (3.4) numaralı formül kullanılarak;

$$\tilde{r}_{11} = (0.2333, 0.4333, 0.6333) \text{ ve } \tilde{r}_{12} = (0.4333, 0.6333, 0.8333)$$

olarak hesaplanır.

Benzer şekilde yapılan hesaplamalarla normalize edilmiş bulanık karar matrisleri elde edilir.

- Ağırlıklı Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisinin Elde Edilmesi

Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi, (3.6) numaralı formül kullanılarak elde edilir. Daha açık bir ifadeyle ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi, normalize edilmiş bulanık karar matrisi ile bulanık ağırlıklar matrisinin çarpımı sonucu elde edilir. Örneğin ilk adayın birinci ve ikinci karar kriterine göre elde edilen değerleri sırasıyla şöyledir:

$$\begin{aligned}\tilde{v}_{11} &= \tilde{r}_{11}(\cdot)\tilde{w}_1 = (0.2333, 0.4333, 0.6333)(\cdot)(0.7, 0.8667, 0.9667) = (0.1633, 0.3755, 0.6122) \\ \tilde{v}_{12} &= \tilde{r}_{12}(\cdot)\tilde{w}_2 = (0.4333, 0.6333, 0.8333)(\cdot)(0.6333, 0.8, 0.9333) = (0.2744, 0.5066, 0.7777)\end{aligned}$$

- BPİÇ ve BNİÇ'in Belirlenmesi

Karar kriteri sayısı kadar BPİÇ ve BNİÇ değeri vardır. Seçilecek hayvan adayları yedi karar kriterine göre değerlendirildiği için BPİÇ ve BNİÇ sırasıyla;

$$A^* = [(1,1,1), (1,1,1), (1,1,1)],$$

$$A^- = [(0,0,0), (0,0,0), (0,0,0)]$$

şeklinde oluşur.

- BPİÇ VE BNİÇ'ten Olan Uzaklıkların Hesaplanması

Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi kullanılarak BPİÇ ve BNİÇ'ten olan uzaklıklar hesaplanır. BPİÇ'ten olan uzaklığı hesaplamak için ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisindeki elemanlar (1,1,1) 'den çıkartılır. Hesaplama yapmak için vertex metodu ile (3.8) numaralı formül kullanılır. BNİÇ'ten olan uzaklığı belirlemek için ise ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisindeki elemanlar (0,0,0) 'dan çıkartılır. Hesaplama yapmak için ise vertex metodu ile (3.9) numaralı formülden yararlanılır. Her bir karar kriteri için hem BPİÇ'ten hem de BNİÇ'ten olan uzaklıklar toplanır. Örneğin birinci adayın ilk karar kriterine göre BPİÇ ve BNİÇ'ten olan uzaklıkları sırasıyla;

$$\left. \begin{array}{l} \sqrt{\frac{1}{3}(1-0.1633)^2 + (1-0.3755)^2 + (1-0.6122)^2} = 0.6430 \\ \vdots \\ \sqrt{\frac{1}{3}(1-0.2100)^2 + (1-0.4334)^2 + (1-0.6767)^2} = 0.2213 \end{array} \right\} d_1^* = 4.2884$$

ve

$$\left. \begin{array}{l} \sqrt{\frac{1}{3}(0-0.1633)^2 + (0-0.3755)^2 + (0-0.6122)^2} = 0.4252 \\ \vdots \\ \sqrt{\frac{1}{3}(0-0.2100)^2 + (0-0.4334)^2 + (0-0.6767)^2} = 0.8577 \end{array} \right\} d_1^- = 3.1899$$

olarak bulunur. Diğer adayların BPİÇ ve BNİÇ'ten olan uzaklıkları da benzer şekilde hesaplanır.

- Yakınlık Katsayılarının Hesaplanarak Sıralamanın Belirlenmesi

Aday hayvanların skorları anlamına da gelen yakınlık katsayıları (3.10) numaralı formül kullanılarak hesaplanır. Örneğin birinci ve ikinci adayın yakınlık katsayıları sırasıyla;

$$CC_1 = \frac{3.1899}{4.2884 + 3.1899} = 0.4266$$

$$CC_2 = \frac{2.9860}{4.4793 + 2.9860} = 0.4000$$

3.2.2 AHP Yöntemi İle Hayvan Seçimi

Uygulamanın ikinci aşamasında adayların değerlendirilip sıralanması AHP yöntemi ile yapılmıştır. İlk aşamada seçim kriterleri ve alternatifler hiyerarşik yapıya oturtulmuş, sonrasında AHP'nin adımları bu sürece uyarlanmıştır.

3.2.2.1 AHP Aşamaları

- AHP Hiyerarşi Yapısı

Çalışmanın Bulanık TOPSIS uygulama bölümünde kullanılan karar kriterleri yetiştiricinin ekonomik değeri olan kuzuları belirlemede yardımcı olmak için belirlendiği için aynı kriterler AHP uygulamasında da kullanılmıştır.

Seçim işlemi yetiştiricinin ekonomik değeri olan kuzuları belirlemesine yardımcı olmak için yapılmıştır. Bu amaçla karar kriterleri hem görünüş açısından hem de hayvanların genotipik özellikleri dikkate alınarak belirlenmiştir.

Şekil 4.1.'de seçim süreci için tasarlanan hiyerarşik yapı mevcuttur.

- İkili Karşılaştırmaların Yapılması, Önem Derecelerinin Belirlenmesi ve Tutarlılık Analizlerinin Yapılması

Seçim aşamasının hiyerarşi şeklinde tasarlanmasından sonra, ana kriterlerin ve alt kriterlerin bu hiyerarşiye göre birbirleriyle ikili olarak karşılaştırılması gerekmektedir. Böylece her bir ana ve alt kriterin yüzde önem dereceleri belirlenmiş olacaktır. Sonrasında her bir kriter için tüm adaylar birbirleriyle ikili olarak karşılaştırılacak ve adaylar arasından kriterlere en uygun adaylar(alternatifler) sıralanmış olacaktır. Ağırlıkların belirlenmesinde birden fazla karar vericiye ihtiyaç duyulduğundan ikili karşılaştırma matrislerinin aritmetik ortalamaları alınmış ve tüm karar vericilerle fikir birliğine varılmıştır.

Hiyerarşinin oluşturulması ve ikili karşılaştırmaların yapılması ile başlayan ve en iyi alternatifin belirlenmesi ile sona eren AHP'nin uygulama adımları, Expert Choice programı tarafından çözdürülmüştür.

- Ana Kriterlerin Karşılaştırılması

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

Aşağıdaki tabloda da görüldüğü üzere alternatif girişlerinin tamamlanmasının ardından “ABC” olarak aktarılan (Pairwise Verbal Comparisons) seçeneği vasıtasıyla veri girişleri gerçekleştirilecektir. Bu ekranda veri girişlerinin ardından kriterlerin karşılaştırılması için ikili karşılaştırma matrislerinin Expert Choice programı vasıtasıyla otomatik olarak oluşturulduğu görülmektedir.

Bu bölüm aslında 3 farklı şekilde veri girişine imkan vermekte olup sözel ikili karşılaştırma ekranının dışında sayısal ikili karşılaştırma ve grafiksel ikili karşılaştırma ekranı olmak üzere iki ayrı veri giriş ekranı daha mevcuttur. Fakat biz çalışmamızda sözel ikili karşılaştırma ekranı vasıtasıyla veri girişlerini tamamlayacağız.

Çizelge 3.3 Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

	Genel Görünüş	Yapağı Tipi ve rengi	Doğum ağırlığı	Sütten kesim ağırlığı	Altıncı ay canlı ağırlık	Bir yaş canlı ağırlık	Bir yaş canlı ağırlık
Genel Görünüş		1	2	1	1	1	2
Yapağı Tipi ve rengi			2	1	1	1	2
Doğum ağırlığı				1/2	1/2	1/2	1
Sütten kesim ağırlığı					1	1	1/2
Altıncı ay canlı ağırlık						1	1/2
Bir yaş canlı ağırlık							1/2
Günlük ağırlık artışı							

Çizelgede 3.3’de görüldüğü üzere, kriterlerin ikili ikili karşılaştırma matrisinin birbirleriyle ikili karşılaştırması 1 olarak gösterilmiştir.

Elde edilen veriler ışığında oluşturulacak olan kriter ağırlıkları Expert Choice programı yardımıyla elde edilmiştir. İkili karşılaştırmalar matrisinin sütunundaki kriterlerin satırdaki kriterlere göre daha önemli olduğunu gösteren 1/2 şeklindeki değerler ise Expert Choice programında kırmızı renk ile 2 şeklinde yazılmaktadır. Tutarsızlık Oranı

ise ikili karşılaştırma değerleri matrise girilirken Expert Choice programı tarafından söz konusu matris için otomatik olarak hesaplanmaktadır. Matrisin Expert Choice programındaki görünüşü aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

	genel görü	yapı tipi	doğum ağı	sütten kesim	altıncı ay c	bir yaş can	günlük can
genel görünüş	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0
yapı tipi ve rengi		2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0
doğum ağırlığı			2,0	2,0	2,0	2,0	1,0
sütten kesim ağırlığı				1,0	1,0	1,0	2,0
altıncı ay canlı ağırlığı					1,0	1,0	2,0
bir yaş canlı ağırlığı						1,0	2,0
günlük canlı ağırlık artışı							2,0
İcons: 0,05							

Şekil 3.4 Expert Choice Programı Tutarsızlık Oranı Matris Ekranı

Şekil 3.4’de görüldüğü üzere, tutarsızlık oranı değeri 0,05 olarak hesaplanmış olup bu oranın %10’dan düşük olması da kriterlerin karşılaştırılmasında AHP yöntemine göre yeterince tutarlı davranıldığını ifade etmektedir.

Şekil 3.5’de ise ikili karşılaştırmalar matrisine veri girişleri yapıldıktan sonra Expert Choice tarafından hesaplanan kriterlerin göreceli önem değerleri görülmektedir. Aşağıdaki tabloda da görülebileceği üzere en önemli kriter 0,170 değeri ile genel görünüş ve yapı tipi ve rengi olarak hesaplanmıştır. Ardından 0,168 değeri ile günlük canlı ağırlık artışı gelmektedir. Daha sonra 0,136 ile aynı önem değerine sahip sütten kesim ağırlığı, altıncı ay canlı ağırlık ve bir yaş canlı ağırlık kriterleri gelmektedir. En düşük önem değerine sahip kriter ise 0,085 ile doğum ağırlığı olarak hesaplanmıştır. Tutarsızlık oranı değeri yine bu sayfada da verilmektedir. Ayrıca karşılaştırılma yapılmayan kriterin olmadığı da sayfa sonunda belirtilmektedir.



Şekil 3.5 Expert Choice Programı Kriterlerin Görelî Önem Değeri Ekranı

- Kriter Bazında Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrislerinin Hazırlanması ve Analizi

Çalışmanın daha önceki bölümlerinde belirlenen alternatiflerin her bir kriter bazında ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulabilmesi için kriterlerin tanımlı olduğu ekrana gelinerek öncelikle ilgili kriterin seçilerek ve daha sonra da “sözel ikili karşılaştırma veri girişi ekranına” geçilmesi gerekmektedir. Bu şekilde aşağıdaki ekran görüntüsünde belirtildiği gibi bir karşılaştırma matrisine ulaşılmış olunur.

Çalışmanın bu bölümünde her bir kriter bazında alternatifler karşılaştırılmış matrisleri hazırlanarak ikili karşılaştırmaları gerçekleştirilecektir. Uygulama problemini çözmek için yapılacak olan bütün karşılaştırmalar “İkili Sözel Karşılaştırma” alanında yapılacaktır.

- Genel Görünüş Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması

Şekil 3.6’da görüldüğü üzere genel görünüş açısından Aday 7 Aday 1’e göre 5 derece daha baskın olup aynı şekilde Aday 14 de Aday 1’e göre 5 derece daha baskındır.

- Yapağı Tipi ve Rengi Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması

Şekil 3.7’de görüldüğü üzere yapağı tipi ve rengi açısından Aday 7 Aday 2’ye göre 4 derece baskın olup aynı şekilde Aday 14 de Aday 2’ye göre 5 derece daha baskındır.

- Doğum Ağırlığı Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması

Şekil 3.8’de görüldüğü üzere doğum ağırlığı açısından Aday 9 Aday 1’e göre 9 derece daha baskın olup aynı şekilde Aday 16 da Aday 1’e göre 8 derece daha baskındır.

- Sütten Kesim Ağırlığı Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması

Şekil 3.9’da görüldüğü üzere sütten kesim ağırlığı açısından Aday 9 Aday 1’e göre 9 derece daha baskın olup aynı şekilde Aday 13 de Aday 1’e göre 7 derece daha baskındır.

- Altıncı Ay Canlı Ağırlığı Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması

Şekil 3.20’de görüldüğü üzere altıncı ay canlı ağırlık artışı açısından Aday 14 Aday 3’e göre 8 derece daha baskın olup aynı şekilde Aday 14 Aday 6’ya göre de 7 derece daha baskındır.

- Bir Yaş Canlı Ağırlığı Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması

Şekil 3.11’de görüldüğü üzere bir yaş canlı ağırlığı açısından Aday 14 Aday 1’e göre 5 derece daha baskın olup aynı şekilde Aday 14 Aday 6’e göre de 9 derece daha baskındır.

- Günlük Canlı Artışı Açısından Alternatiflerin Karşılaştırılması

Şekil 3.12’de görüldüğü üzere günlük canlı ağırlık artışı açısından Aday 14 Aday 6’e göre 6 derece daha baskın olup aynı şekilde Aday 14 Aday 10’a göre de 5 derece daha baskındır.

Çizelge 3.4 Genel Görünüş Açısından Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi

[illegible]

Çizelge 3.5 Yapağı Tipi ve Rengi Açısından Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi

[illegible]

Çizelge 3.6 Doğum Ağırlığı Açısından Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi

[illegible]

Çizelge 3.7 Sütten Kesim Ağırlığı Açısından Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi

[illegible]

Çizelge 3.8 Altıncı Ay Canlı Ağırlık Açısından Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi

[illegible]

Çizelge 3.9 Bir Yaş Canlı Ağırlık Açısından Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi

[illegible]

Çizelge 3.10 Günlük Canlı Ağırlık Artışı Açısından Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi

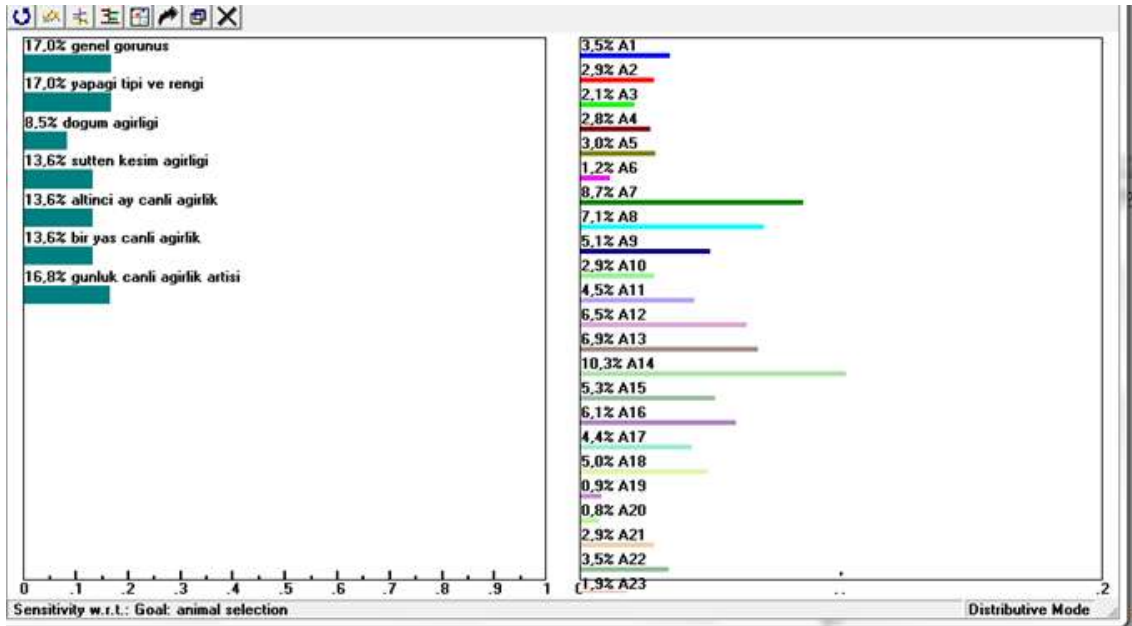
[illegible]

- Duyarlılık Analizi

Expert Choice programı alternatif belirlemesinin ardından duyarlılık analizlerinin de yapılmasına yardımcı olarak karar vericiye önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Duyarlılık analizi incelemesi, ikili karşılaştırmaların oluşturulmasında yargıların kişiden kişiye farklılık gösterebileceği veya daha önce belirli bir yargıda bulunan kişilerin zamanla düşüncelerinin farklılaşabileceği varsayımına dayanmaktadır.

Bu kapsamda uygulama problemine ilişkin alternatiflerin duyarlılık analizi sonucunda sıralamalarının değişip değişmeyeceğini görebilmek için bu analizden faydalanılmaktadır.

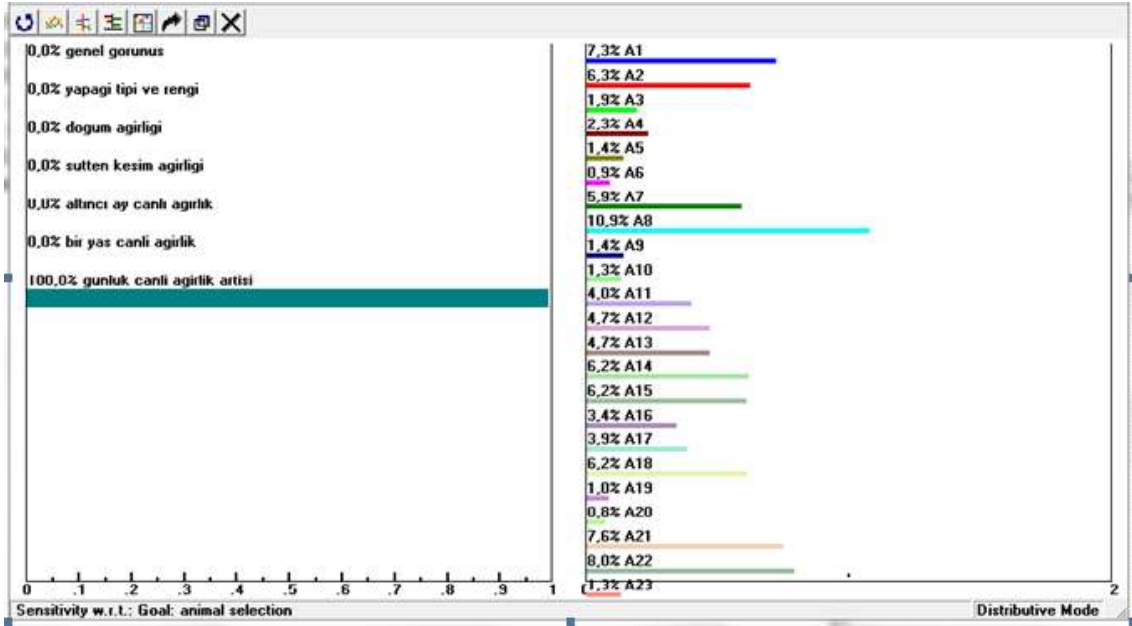
Bu kapsamda Expert Choice programı aracılığıyla “Sensitivity-Graph” menüsü altında yer alan “Dynamic” seçeneği kullanılarak aşağıdaki ekran görüntüsüne ulaşılmaktadır.



Şekil 3.6 Expert Choice Programı Dynamic Graph Seçeneği Ekran Görüntüsü (1)

Şekil 3.13’de görüleceği üzere, bu analiz vasıtasıyla kriterlerin göreceli önem değerleri değiştirilerek alternatiflerin sıralamalarında bu değişikliğin ne gibi sonuçlara neden olduğu kolaylıkla izlenebilmektedir.

Örneğin ekranın solunda bulunan “Günlük Canlı Ağırlık Artışı” kriterinin görelî önem değerini gösteren yüzdelik çubuğun analiz yardımıyla görelî önem değeri artırılarak (Bu durumda diğerkriterlerin de görelî önem değeri de azalma görülecektir). Sıralama açısından hangi alternatifin ne şekilde değışiklik yaşadığı gözlemlenebilmektedir. Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi “Günlük Canlı Ağırlık Artışı” kriterinde bir değışiklik olması durumunda A1 alternatifinin ağırlığının %3.5’ ten %7.3’e yükseldiğı görülmektedir.



Şekil 3.7 Expert Choice Programı Dynamic Graph Seçeneğı Ekran Görüntüsü (2)

Bu durumda eğer karar verici açısından günlük canlı ağırlık artışı kriteri daha baskın bir öneme sahip ise alternatifler arasından değeri en yüksek olanı seçebilir.

- Benzer şekilde farklı kriterler içinde alternatiflerin ağırlık sıralarında nasıl değışiklik gösterdikleri analiz yardımıyla görülebilmektedir.

4 BULGULAR

4.1 BTOPSIS Yöntemi ile Adayların Sıralanması

Çalışmanın metod bölümünde uygulanan BTOPSIS yöntemine göre adayların yakınlık katsayıları hesaplandıktan sonra yakınlık katsayıları büyük olan adaydan küçük olan adaya doğru sıralama yapılarak süreç tamalanır. İlk sıradaki aday amacımıza en uygun olan adaydır. Adayların yakınlık katsayıları ve sıralaması Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Yakınlık Katsayıları ve Adayların Sıralaması

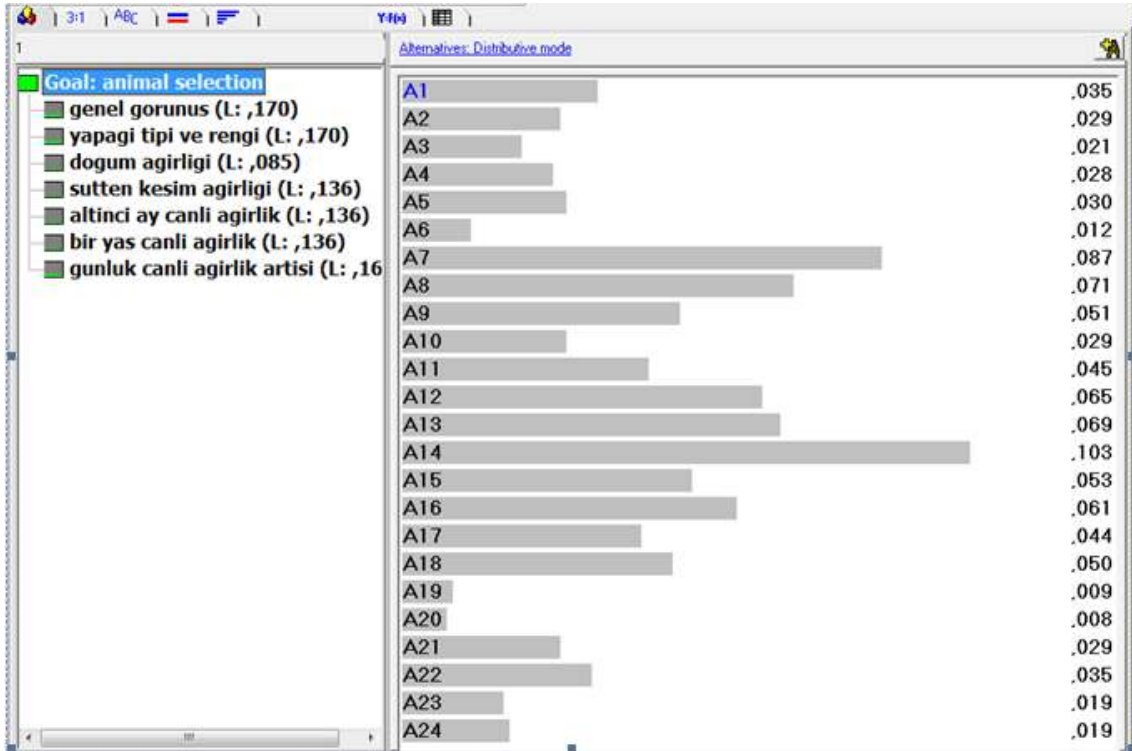
Adaylar	Yakınlık Katsayısı	Sıra No
A ₁₄	0.7600	1.
A ₇	0.6927	2.
A ₁₃	0.6472	3.
A ₁₆	0.6345	4.
A ₈	0.6181	5.
A ₂	0.6126	6.
A ₁₈	0.6016	7.
A ₉	0.5885	8.
A ₁₅	0.5291	9.
A ₁₁	0.5242	10.
A ₁₇	0.4853	11.
A ₁₀	0.4645	12.
A ₂₂	0.4373	13.
A ₄	0.4096	14.
A ₁	0.4055	15.
A ₃	0.3883	16.
A ₂	0.3761	17.
A ₂₁	0.3714	18.
A ₂₃	0.3264	19.
A ₅	0.3187	20.
A ₆	0.2150	21.
A ₂₄	0.1875	22.
A ₁₉	0.0877	23.
A ₂₀	0.0877	24.

4.2 AHP Yöntemi İle Adayların Sıralanması

- Alternatiflere Ait Sıralamanın Belirlenmesi

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

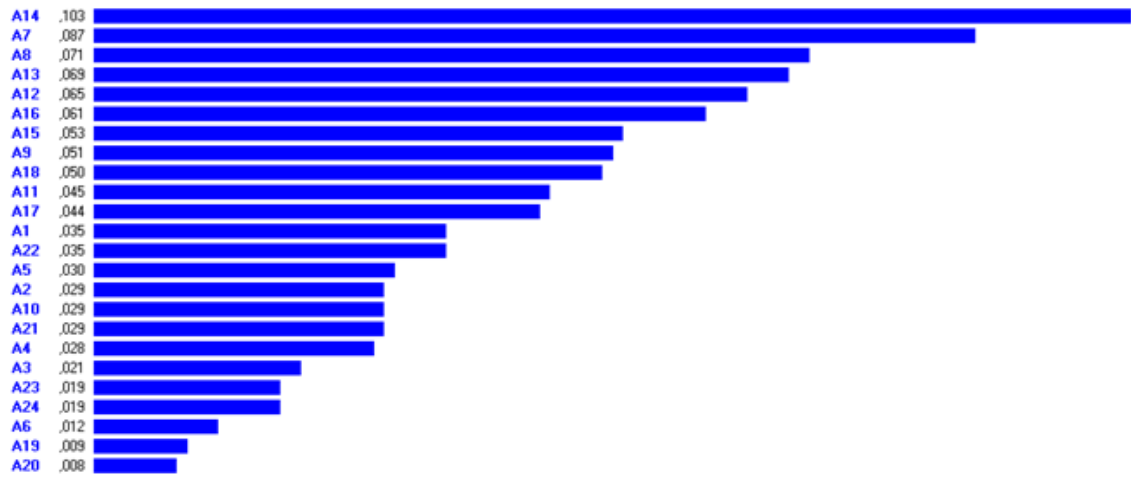
Program vasıtasıyla birden farklı şekilde alternatif sıralamalarına ulaşmak ve farklı karşılaştırmalar yapmak mümkündür. Aşağıdaki ekran görüntüsünde de görülebileceği üzere, amaç üzerinde beklediğimiz zaman sağ taraftaki menüde tüm kriterler bazında ulaşılan genel sıralama görülebilmekte olup ayrıca her bir kriterin üzerinde bekleyerek o kritere ait alternatif sıralamasını görmek mümkündür. Bu sayede karar verici farklı kriter değerlendirmelerinde kısmi alternatif sıralamasını da inceleyebilmektedir.



Şekil 4.1 Expert Choice Programı Alternatif Sıralaması Ekranı

Ayrıca ana ekran üzerinde yer alan “Synthesize” menüsünden “with Respect to Goal” seçeneği kullanılarak “Summary” ekranı vasıtasıyla belirlenen amaç doğrultusunda alternatiflerin en önemli olandan en önemsiz olana doğru sıralaması elde edilmektedir.

Bu ekran karar vericiye görsel ve otomatik olarak daha kolay şekilde alternatiflerin sıralamasının yapılmasını sağlamaktadır. Şekil 4.2’de alternatiflerin en önemliden en önemsiz doğru sıralaması görülebilmektedir.



Şekil 4.2 Expert Choice Programında Alternatiflerin Sıralaması

4.3 BTOPSIS ve AHP Yöntemlerinin Aday Sıralamalarının Karşılaştırılması

Çalışmanın bu bölümünde BTOPSIS ve AHP yöntemi ile yapılan adayların sıralamalarının karşılaştırılması yapılmıştır. Her iki uygulamadan elde edilen sıralamalar Çizelge 4.2’de toplu olarak verilmiştir. Her iki yönetime göre elde edilen sıralamaların birbirlerine benzeyip benzemediklerini belirleyebilmek için Spearman Korelasyon Katsayısı hesaplanmıştır. Spearman Korelasyon Katsayısının değeri % 95.1 ($p=0.000$)’dır. Bu değer her iki yönetime göre elde edilen sıralamaların birbirlerine oldukça benzer olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.2 BTOPSIS ve AHP ile Aday Sıralamalarının Karşılaştırılması

Adaylar	BTOPSIS ile Bulunan Sıralama	AHP ile Bulunan Sıralama
A ₁	15.	12.
A ₂	17.	15.
A ₃	16.	19.
A ₄	14.	18.
A ₅	20.	14.
A ₆	21.	22.
A ₇	2.	2.
A ₈	5.	3.
A ₉	8.	8.
A ₁₀	12.	16.
A ₁₁	10.	10.
A ₁₂	6.	5.
A ₁₃	3.	4.
A ₁₄	1.	1.
A ₁₅	9.	7.
A ₁₆	4.	6.
A ₁₇	11.	11.
A ₁₈	7.	9.
A ₁₉	23.	23.
A ₂₀	24.	24.
A ₂₁	18.	17.
A ₂₂	13.	13.
A ₂₃	19.	20.
A ₂₄	22.	21.

5 SONUÇ

Bilinçli üreticiler kaliteli üretim için ürün ve üretim süreçlerini en iyi yapacak yöntemlere giderek daha çok gereksinim duymaktadırlar. Dolayısıyla üretimin her aşamasında kaliteyi olumsuz yönde etkileyecek nedenleri bulup ortadan kaldırarak, üretimde istenilen kaliteyi elde etmek ve kaliteye etki eden etkenleri denetlemek üreticinin daima benimsediği bir yaklaşımdır. Üretim ile ilgili diğer alanlarda olduğu gibi hayvansal üretimde de rekabet ön plandadır. Düşük maliyetle beraber kaliteli ve tam zamanında üretim, üreticilerin rekabet ettiği dünyamızda ayakta kalabilmelerinin başlıca ön koşuludur.

Dilsel değişkenler yardımıyla değerlendirmelerin yapıldığı Bulanık TOPSIS ve AHP yöntemi kullanılarak daha doğru ve etkin grup kararı vermek mümkün olabilmektedir. AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini karşılaştırmak, karar vericilerin işlerini kolaylaştırmak ve daha etkin kararlar almalarına olanak sağlamak amaçlanmıştır.

Karar verme amacı ile hayvan yetiştiriciliği alanında kullanılan diğer yöntemler çoğunlukla yalnızca sayısal değerlere dayalı bilgiyi kullanmaktadır. Oysa karar vermede her zaman sadece sayısal bilgilerden yararlanmak yeterli olmamaktadır. Bazı durumlarda söz ile ifade edilebilen bilginin de kullanılması gerekmektedir. Bulanık TOPSIS ve AHP yöntemi hem sayısal hem de söz ile ifade edilebilen bilgiyi karar vermede kullanabildiği için özellikle hayvan yetiştiriciliği alanında tercih edilmesi uygundur.

Diğer yöntemlere göre karar vermede kısa sürede sonuç sunması yöntemlerin en önemli avantajı olmasına rağmen yöntemin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Özellikle verilerin değerlendirilmesinde kullanılan değişkenlere ait önceliklerin doğru belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca değerlendirmede bilgisine ihtiyaç duyulan kişilerin konu ile ilgili uzman kişiler olması sonuçlar üzerinde etkili olan bir diğer faktördür.

Uygulamada görülmüştür ki, AHP kişisel yargıları direkt hesaba katan, grup kararlarının verilmesine olanak tanıyan, değerlendirme sonucunun tutarlılığını göz

önüne alan ve Expert Choice gibi yazılım desteği sağlayarak zaman tasarrufu oluşturan bir yöntemdir. Bunun yanında Bulanık TOPSIS'in içeriğinin yalın olması, değerlendirme adımlarının matematiksel olarak basit olması ve alternatiflerin her kriter için farklı skalalarda değerlendirilme olanağı sunması da bu yöntemin olumlu yanlarını oluşturmaktadır. Bulanık TOPSIS yönteminin kullanımını zorlaştıran en önemli eksiklik ise henüz yönteme ait bir bilgisayar programının olmamasıdır. Bundan dolayı yöntemin teorik yapısının basit olmasına rağmen dikkate alınan birey ya da birim sayısı arttıkça elle çözüm yapmak oldukça güçleşmektedir.

Uygulama sonucunda hem AHP yönteminde hem de Bulanık TOPSIS yönteminde en uygun adayın 14. üncü aday olduğu belirlenmiştir. Genel olarak iki yöntemin sonuçları birbirine çok yakın olmuştur. Bu da göstermektedir ki yöntemler böyle bir seçim işlemi için kullanıma uygun olmaktadır.

Bu uygulama, ilerleyen dönemlerde damızlık seçimi problemlerine yardımcı olması amacıyla gerçekleştirilmiş ve genel olarak tüm hayvan seçimlerinde uygulanabilecek bir çalışmadır.

Buradan da görüleceği gibi Bulanık TOPSIS ve AHP yöntemi karar vericilerin adayları değerlendirirken yalnızca adayların kriterlere göre değerlendirmesine bakmayıp aynı zamanda bu kriterlerin önem ağırlıklarını da dikkate aldığı için iyi seçim yöntemleridir denilebilir.

6 KAYNAKLAR

- Adıgüzel, O., 2009, Personel Seçiminin Analitik Hiyerarsi Prosesi Yöntemiyle Gerçekleştirilmesi, Dumlupınar Üniversitesi, *Sosyal Bilimler Dergisi*, **24**: 243-252.
- Akbaş, Y., 1995, Büyüme Eğrisi Modellerinin Karşılaştırılması, *Hayvansal Üretim*, **36**: 73-81.
- Akçapınar, H., Ünal, N., Atasoy, F., Özbeyaz, C., Aytaç, M., 2002, Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G1) Koyunlarının Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Şartlarına Uyum Kabiliyeti, *Lalahan Hay. Araş. Derg.*, **42**: 11-24.
- Akman, N, Emiroğlu M, Tavmen A, 2001, Koyunculuk. Dünya’da–Avrupa Birliği’nde–Türkiye’de Hayvansal Üretim ve Ticareti. *Çamlıca Kültür ve Yardım Vakfı Yayınları*,**4**.
- Akyıldız, E., 2006, Analitik Hiyerarsi Süreci Ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Akyüz, Y., Bozdoğan, T., Hantekin, E., 2011, TOPSIS Yöntemiyle Finansal Performansın Değerlendirilmesi Ve Bir Uygulama, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, **13**: 73-92.
- Aplak, H.,S., 2010, Karar Verme Sürecinde Bulanık Mantık Bazlı Oyun Teorisi Uygulamaları, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Arslan, M., 2010, Bulanık Topsis Metodu İle Türk Şeker Fabrikalarının Performansının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisan Tezi, Selçuk Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Bahurmoz, A. M. A., 2003, The Analytic Hierarchy Process At Dar Al-Hekma, Saudi Arabia, *Interfaces*, **33**: 70-78.
- Bali, Ö., 2004, AHP, Bulanık AHP ve Bulanık Mantık'la Kara Harp Okulu'na Öğretim Elemanı Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ballı, S., 2005, Fuzzy Çok Kriterli Karar Verme ve Basketbolda Oyuncu Seçimine Uygulanması (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Bayazit, O., 2005, Use of AHP in Decision-Making For Flexible Manufacturing Systems, *Journal of Manufacturing Technology Management*, **16**: 808-819
- Bayram, B., 1998, Esmer ve .Siyah Alaca Buzağlarının Büyüme Özellikleri Ve Sütten Kesim Süresinin Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, in: Brown, J. E., Fitzhugh, H. A., Cartwright, T. C., 1976, A Comparison Of Non-Linear Models For Describing Weight-Age Relationships In Cattle, *J. Anim. Sci.*, **42**: 810-818.
- Belgüzar, M., 2011, Tokat İlinde Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Karayaka Koyunlarının Büyüme Ve Üreme Performansı, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Bellman, R.E., ve Zadeh, L.A., 1970, Decision Making In A Fuzzy Environment, *Management Sciences*, **17**: 141-164.
- Boztepe, S., Özbayat, H. I., Dağ, B., 1994. Akkaraman Koyunlarında Bazı Çevre Faktörlerinin Doğum ve Sütten Kesim Ağırlığına Etkileri. Sakarya Üni., *Ziraat Fakültesi Dergisi*, **5**: 172-181.

- Canhasi, E., 2010, Analitik Hiyerarsi Süreci, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ceyhan, A., Torun, O., Erdoğan, İ., 2004, İmroz, Kıvırcık ve Merinos Koyun Irklarının Döl Verimi ve Kuzuların Gelişme Özellikleri, Çukurova Üniversitesi, *Ziraat Fak. Derg.*, **19**: 11-20.
- Chen, C. T., 2000, Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment, *Fuzzy Sets and Systems*, **114**: 1-9.
- Chen, S. J. ve Hwang, C. L., 1992, Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Springer-Verlag, Berlin.
- Cheng. S, Chan. C.W, and Hwang. G.H., 2002. Using Multiple Criteria Decision Analysis for Supporting Decisions of Solid Waste Management, *Journal of Environ. Sci. Health*, **37**: 975–990.
- Çakır, A., Aksoy, A., Haşimoğlu, S., 1995, Çiftlik Hayvanlarının Uygulamalı Beslenme ve Yemlemesi, Atatürk Üni., *Ziraat Fak. Yayınları*, **179**: 92-95.
- Çonkar, K., Elitaş, C., Atar, G., 2011, İMKB Kurumsal Yönetim Endeksi'ndeki (Xkury) Firmaların Finansal Performanslarının Topsis Yöntemi İle Ölçümü Ve Kurumsal Yönetim Notu İle Analizi, *İktisat Fakültesi Dergisi*, **61**: 81-115.
- Çörekçi, G. Ş., Evrim, M., 2001, Sakız ve İmroz Koyunlarının Yarı-Entansif Koşullardaki Verim Performansları Konusunda Karşılaştırılmalı Araştırmalar I. Döl Verimi, Yaşama Gücü, Kuzularda Büyüme, *TÜBİTAK Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Derg.*, **25**: 421-429.
- Dağdeviren, M., Akay, D., Kurt, M., 2004, İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **19**: 131-138.

- Demircioğlu, O., 2010, Kuruluş Yeri Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üni., Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Deng, H., Yeh, C. H., Willis, R. J., 2000, Inter-Company Comparison Using Modified TOPSIS With Objective Weights, *Computers & Operations Research*, **27**: 963-973.
- Deniz, E., 2006, Bulanık Mantık Tabanlı Tahmin Modeli ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Doğan M, 1985, İşletmelerde Karar Verme Teknikleri, Bilgehan Basımevi, İzmir.
- Doğan, İ., Şahin, F., 2003, Kuzularda Doğum Ağırlığını Etkileyen Faktörlerden Doğum Tipi Ve Cinsiyetin Bare-Bones META Analizi İle Değerlendirilmesi, *Ankara Üni. Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, **50**: 135-140.
- Doğan, İ., Doğan, N., 2005, Kuzularda Doğum Ağırlığının Kalite Göstergesi Olarak Kullanılması ve Bunu Etkileyen Faktörlerin Taguchi Yaklaşımı ile İncelenmesi, *Uludağ Üni. J. Fac. Vet. Med.*, **24**: 53-58.
- Dyer, R. F., Forman, E., Mustafa, M. A., 1992, Decision Support for Media Selection Using the Analytic Hierarchy Process, *Journal of Advertising*, **21**: 59-72.
- Ecer, F., 2007, Fuzzy Topsis Yöntemiyle İnsan Kaynağı Seçiminde Adayların Değerlemesi ve Bir Uygulama, Doktora Tezi, A.K.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.
- Ecer, F. ve Küçük, O., 2007. Bulanık TOPSIS Kullanılarak Tedarikçilerin Değerlendirilmesi ve Erzurum'da Bir Uygulama, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, **3**:45-65.

- Emsen, E., 2003, İvesi Ve Tuj Koyunlarının Verim Karakterleri İle Bunlara Ait Saf Ve Melez Kuzuların Büyüme Ve Gelişme Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üni., Erzurum.
- Ertuğrul, İ., Karakaşoğlu N., 2007, Comparison Of Fuzzy AHP And Fuzzy TOPSIS Methods For Facility Location Selection, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, SpringerLink.
- Ertuğrul, İ., Karakaşoğlu, N., 2009, Performance Evaluation of Turkish Cement Firms With Fuzzy Analytic Hierarchy Process and TOPSIS Methods, *Expert Systems With Applications*, **36**: 702–715.
- Evans, G., Karwowski, W. ve Wilhelm, M.R., 1989, Applications Of Fuzzy Set Methodologies In Industrial Engineering, *Elsevier Science*, 242-286.
- Felek, S., Yuluğkural, Y., Aladağ, Z., 2005, Mobil İletişim Sektöründe Pazar Paylaşımının Tahmininde ANP ve AHP Yöntemlerinin Kıyaslaması, *MMO Endüstri Mühendisliği Dergisi*, **18**: 6-22.
- Gencer, C., Aydoğan, K. E., Ayturk, S., 2008, Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Hafif Makineli Tüfek Seçimi, *Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi*, **7**: 87-105.
- Ghodsypour, S. H., O'Brien, C., 1998, A Decision Support System for Supplier Selection Using an Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming, *International Journal of Production Economics*, **56**: 199-212.
- Görgülü, M., 2002, Büyük ve Küçükbaş Hayvan Besleme, Ç.Ü.Ziraat Fak. Genel Yayın No:244, Ders Kitapları Yayın No: A-78, Adana.
- Hall, R.P., 1989, Computational Approaches to Analogical Reasoning: A Comparative Analysis, *Artificial Intelligence*, **39**: 39-120.

Hwang C. L., Yoon K., 1981, Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications, Springer, Berlin Heidelberg.

Işık, S., 2010, Bafra Koyununun (Sakız x Karayaka gl) Kazım Karabekir Tarım İşletmesi şartlarında Döl Verimi, Yaşama Gücü ve Büyüme Özellikleri, Doktora Tezi, Kafkas Üni., Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kars.

İç, Y. T. ve Yurdakul, M., 2008, İşleme Merkezi Seçimine Yönelik Bir Karar Destek Sisteminin Geliştirilmesi, *Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Der.*, **23**: 85–95.

İstemi, J., 2006, Personel Seçiminde Analitik Hiyerarşi Metodunun Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Karakaya, K., 2003, İstanbul Boğazı'ndan Geçen Gemilerin Emniyetli Geçişinin Analitik Hiyerarşi Prosesi Kullanarak Analizi (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Kaya, İ., Kılınç, M. S. ve Çevikcan, E., 2007. Makine Ve Techizat Seçim Probleminde Bulanık Karar Verme Süreci, *Mühendis ve Makine*, **576**: 8-14.

Kır, İ., 2012, Performans Değerlendirmede Ahp Yaklaşımı Ve Eğitim Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Koçak, A. F., 2009, Türkiye'de Yapılan Kuzu Besi Çalışmaları, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Koçel, T., 2003, İşletme Yöneticiliği, 9. Baskı, Beta Yayınları, İstanbul.

Kumlu, S., 2003, Hayvan Islahı, Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiriciliği Merkez Birliği Yayınları, Ankara.

- Kurt, Ü., 2003, Karar Verme Sürecinde Yöneticilerin Kişilik Yapılarının Etkileri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Kuruüzüm, A., Atsan, N., 2001, Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları, *Akdeniz İ.İ.B.F Dergisi*, **1**:83-105.
- Küçük M, Bayram D, Yılmaz O., 2002, Morkaraman ve Kıvırcık x Morkaraman (G1) Melezi Kuzularda Büyüme, Besi Performansı, Kesim ve Karkas Özelliklerinin Araştırılması, *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, **26**: 1321–1327.
- Labib, A. W., ve Shah, J., 2001, Management Decisions For A Continuous Improvement Process in Industry Using The Analytic Hierarchy Process, *Work Study*, **50**: 189-193.
- Lai, Y.J., Liu, T.Y., Hwang, C.L., 1994, TOPSIS for MODM, *European Journal of Operational Research*, **76**: 486–500.
- Li, D-F. ve Yang, J-B, 2004, Fuzzy Linear Programming Technique For Multiattribute Group Decision Making İn Fuzzy Environments, *Information Sciences*, **158**: 263-275.
- Liberatore, M. J., ve Nydick, R. L., 2008, The Analytic Hierarchy Process in Medical and Health Care Decision Making : a Literature Review, *European Journal of Operation Research*, **189**: 194-207.
- Linkoy, I., Satterstorm, F. K., Kiker, G., Seager, T. P., Bridges, T., Gardner, K. H., Rogers, S. H., Belluck, D. A. ve Meyer, A., 2006, Multicriteria Decision Analysis: A Comprehensive Decision Approach For Management Of Contaminated Sediments, *Risk Analysis*, **26**: 61-78.

- Mahdavi, I., Amiri, N. M., Heidarzade, A., ve Nourifar, R., 2008, Designing A Model Of Fuzzy Topsis in Multiple Criteria Decision Making, *Applied Mathematics and Computation*, **206**: 607-617.
- Menteş, A., 2000, Manevra ve Sevk Sistemi Seçiminde Bulanık Çok Kriterli Karar Verme (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Onursal, B., 2009. Proje Seçiminde Bulanık Topsis Yöntemi İle Bir Model Önerisi: İnşaat Sektörü Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul., in: Nydick, R.J., Hill, R. P., 1992, Using the Analytic Hierarchy Process to Structure the Supplier Selection Procedure, *Journal of Purchasing and Materials Management*, **28**: 31-36.
- Ökmen, Ö. ve Öztaş, A., 2009, A New Procedure For Activity Network Calculations of Critical Path Method with Fuzzy Sets, 1st International Fuzzy Systems Symposium, “FUZZYSS October 2009”, TOBB Üni., Ankara.
- Ötkür, F., 2008, Yeni Ürün Gelistirme Sürecinde Tedarikçi Bütünleşmesinin TOPSIS Yöntemi İle Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Özbey, O., Esen, F. ve Aysöndü, M. H., 2000, Sakız x (Kıvırcık x Morkaraman) F₁ ve Kıvırcık x (Sakız x Morkaraman) F₁ Melez Kuzularda Verim Özellikleri I. Büyüme , Yaşama Gücü ve Vücut Ölçüleri, *Y.Y.Ü. Vet. Fak. Derg.*, **11**: 27- 33.
- Özcan, M., 2012, AHP Ve TOPSIS Yöntemlerinin Personel Seçimi Sürecindeki Etkililiğinin Karşılaştırılması: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üni., Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

- Özder, M., Kaymakçı, M., Taşkın, T., Köycü, E., Karaağaç, F., Sönmez, R., 2004, Türkgeldi Koyun Tipinin Gelişme ve Süt Verim Özellikleri, *TÜBİTAK Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Derg.*, **28**: 196-200.
- Palaz, H., Kovancı, A., 2008, Türk Deniz Kuvvetleri Denizaltılarının Seçiminin AHP İle Değerlendirilmesi. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, **3**: 53-60.
- Polat, D. Ş., 2000, Askeri Helikopter Alımı Problemine Analitik Hiyerarşi Metodu İle Bir Yaklaşım (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ramanathan, R., 2001, A Note On The Use Of The Analytic Hierarchy Process For Environmental Impact Assessment, *Journal of Environmental Management*, **63**: 27-35.
- Rao, R. V., 2000, Evaluation Of Metal Stamping Layouts Using An Analytic Hierarchy Process Method, *Journal Of Materials Processing Technology*, **152**: 71-76.
- Rao, R. V., 2007, Decision Making in the Manufacturing Environment, Facility Location Selection, SpringerLink.
- Ross, T., 2004, Fuzzy Logic with Engineering Applications 2nd Ed., John Willey & Sons Ltd. , West Sussex, England.
- Roy, B., 1971, Problems and Methods with Multiple Objective Functions, *Mathematical Programming*, **1**: 239-266.
- Saaty T. L., 1980, The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, Newyork.
- Saaty, T., 1994, How to Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process, *Interfaces*, **24**: 19-43.

- Sambasivan, M., Fei, N. Y, 2008, Evaluation of Critical Success Factors of Implementation of ISO 14001 Using Analytic Hierarchy Process (AHP): Case Study From Malaysia, *Journal of Cleaner Production*, **16**: 1424-1433.
- Sarıtaş, İ., 2003, Medikal Alanda Bulanık Kontrol, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, (yayımlanmamış).
- Sharma, M. J., Moon, I., ve Bae, H., 2008, Analytic Hierarchy Process To Assess And Optimize Distribution Network, *Applied Mathematics and Computation*, **202**: 256-265.
- Stern, Z. S., Mehrez, A., ve Hadad, Y., 2000, An AHP/DEA Methodology For Ranking Decision Making Units, *Intl. Trans. In Op. Res.*, **7**: 109-124.
- Subaşı, H., 2011, Çok Kriterli Karar Vermede Kullanılan Topsis Ve Ahp Yöntemlerinin Karşılaştırılması Ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üni., Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, in: Duncan, W. J., 1978, Essentials of Management, 2nd Edition, Hinsdale, The Dryden Press, Illinois.
- Tekindal, B., Erumit, A. K, 2007, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Ve Bulanık AHS Yöntemlerinin Yüksek Lisans Öğrencisi Seçimi Problemi Üzerinde Karşılaştırılması, *Gazi Üni. Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, **21**: 14-37.
- Tosun, K., 1992, İşletme Yönetimi: Genel Esaslar, Birinci Cilt, 6. Baskı, Savaş Yayınları, Ankara.
- Triantaphyllou, E., Lin, C.T., 1996, Development and Evaluation of Five Fuzzy Multiattribute Decision-Making Methods, *International Journal of Approximate Reasoning*, **14**: 281-310.

- Türkbey, O.,2003, Çok Amaçlı Makina Sıralama Problemi İçin Bir Bulanık Güçlü Metot, *DEÜ Müh. Fak. Fen ve Müh. Dergisi*, **5**:1.,in: Kaufman, A., 1975, Introduction to The Theory of Fuzzy Subsets, *Academic Press*,**1**, New York.
- Vaidya, O. S, Kumar, S, 2006, Analytic Hierarchy Process: An Overview of Applications, *European Journal of Operational Research*, **169**: 1-29.
- Yurdakul, M. ve İç, Y. T., 2003, Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü ve Analizine Yönelik TOPSİS Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **18**: 1-18.
- Wang, J. W., Cheng, C. H., ve Cheng, H. K., 2008, Fuzzy Hierarchical Topsis for Supplier Selection, *Applied Soft Computing*, **04**: 1-10.
- Wang, T.-C. ve Chen, Y.-H.,2008, Applying Fuzzy Linguistic Preference Relations To The Improvement Of Consistency Of Fuzzy AHP, *Information Sciences*, **178**:. 3755–3765.
- Wang, Y. M., ve Elhag, T. M. S., 2006, Fuzzy Topsis Method Based On Alpha Level Setes With An Application To Bridge Risk Assessment, *Expert Systems with Applications*,**31**:309-319.
- Water, H. ve Vries, J., 2006, *International Journal Of Quality & Reliability Management*, **23**: 409-425.
- Wind, Y., Saaty, T, 1980, Marketing Applications Of The Analytic Hierarchy Process, *Management Science*, **26**: 641-658.
- Yılmaz, E, 1999, Analitik Hiyerarsi Süreci Kullanılarak Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinin Çözümü, *Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, **5**: 95–122.

- Yılmaz, R., 2008, Türkiye’de Lisansüstü Öğrenim İçin Öğrenci Seçimi: Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsünde Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, M., 2010, Analitik Hiyerarşi Süreci(AHS) Ve Bir Uygulama: Lider Bir Kütüphane Müdürü Seçimi, *Türk Kütüphaneciliği*, **24**: 206-234.
- Yurdakul, M. ve İç, Y. T., 2003, Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü ve Analizine Yönelik TOPSİS Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **18**: 1-18.
- Zadeh, L. A., 1965, Fuzzy Sets, *Information and Control*, **8**: 338-353.
- Zahedi, F., 1986, The Analytic Hierarchy Process A Survey of the Method and Its Applications, *Interfaces*, **16**: 96-108.
- Zanakis, H., Solomon, A., Wishart, N. ve Dublsh, S., 1998, Multi-attribute Decision Making: A Simulation Comparison of Select Methods, *European Journal of Operational Research*, **107**: 507-529.
- Zeleny, M.,1982, Multiple Criteria Decision Making, Mc Graw-Hill, Company, London.
- Zhang, J L. G., Ruan D., Wu F., 2007, Multi-Objective Group Decision Making, Imperial College Press.
- Zimmermann, H.J.,2001, Fuzzy Set Theory and its Applications, 4th ed., Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Görkem ÖZKAN

Doğum Yeri ve Tarihi : Bergama, 1983

İletişim (Telefon/e-posta) : 05066310798 / gorkem.oozkan@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : İzmir Kız Lisesi, 2000

Lisans : AKÜ, 2008

EKLER

EK-1 KARAR KRİTERLERİNİN ÖNEM AĞIRLIĞINI BELİRLEME FORMU

JÜRİ ÜYESİNİN ADI VE SOYADI:

KARAR KRİTERLERİ	Çok Yüksek	Yüksek	Biraz Yüksek	Orta	Biraz Düşük	Düşük	Çok Düşük
1.Genel Görünüş							
2. Yapağı Tipi ve Rengi							
3. Doğum Ağırlığı							
4. Sütten Kesim Ağırlığı							
5. Altıncı Ay Canlı Ağırlık							
6. Bir Yaş Canlı Ağırlık							
7. Günlük Ortalama Canlı Ağırlık Artışı							

EK-2 ADAYLARI DEĞERLENDİRME FORMU

ADAY NO:

ADAYIN	Çok İyi	İyi	Biraz İyi	Orta	Biraz Kötü	Kötü	Çok Kötü
1.Genel Görünüş							
2. Yapağı Tipi ve Rengi							
3. Doğum Ağırlığı							
4. Sütten Kesim Ağırlığı							
5. Altıncı Ay Canlı Ağırlık							
6. Bir Yaş Canlı Ağırlık							
7. Günlük Ortalama Canlı Ağırlık Artışı							

EK-3 KARAR KRİTERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
KV ₁	BY	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY
KV ₂	ÇY	BY	ÇY	BY	BY	BY	ÇY
KV ₃	Y	BY	ÇY	BY	BY	Y	ÇY

KV_n: n' inci Karar Verici

C_n: n' inci Karar Verici

ÇY: Çok Yüksek, Y: Yüksek, BY: Biraz Yüksek, O: Orta, BD: Biraz Düşük, D: Düşük, ÇD: Çok Düşük

EK-4 ADAYLARIN KARAR KRİTERLERİNE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

1. KARAR VERİCİNİN ADAYLARI DEĞERLENDİRMESİ

	C ₁	C ₂	C ₃
A ₁	(1,3,5)	(3,5,7)	(2.2,3.4,4.6)
A ₂	(3,5,7)	(1,3,5)	(2.4,4.2,6.0)
A ₃	(1,3,5)	(0,1,3)	(1.6,2.6,4.0)
A ₄	(3,5,7)	(1,3,5)	(2.8,4.6,6.6)
A ₅	(1,3,5)	(1,3,5)	(4.2,5.8,7.2)
A ₆	(0,1,3)	(1,3,5)	(0.6,1.2,2.6)
A ₇	(7,9,10)	(9,10,10)	(5.8,7.4,8.6)
A ₈	(7,9,10)	(5,7,9)	(5.2,6.4,7.4)
A ₉	(7,9,10)	(5,7,9)	(4.2,5.4,6.6)
A ₁₀	(5,7,9)	(5,7,9)	(1.8,3.2,5.0)
A ₁₁	(3,5,7)	(3,5,7)	(5.0,6.8,8.2)
A ₁₂	(5,7,9)	(7,9,10)	(5.6,6.8,7.8)
A ₁₃	(5,7,9)	(7,9,10)	(6.6,8.4,9.6)
A ₁₄	(9,10,10)	(7,9,10)	(9.0,10.0,10.0)
A ₁₅	(5,7,9)	(5,7,9)	(4.6,6.6,8.4)
A ₁₆	(5,7,9)	(5,7,9)	(6.6,8.2,9.2)
A ₁₇	(5,7,9)	(3,5,7)	(3.8,5.2,6.6)
A ₁₈	(7,9,10)	(5,7,9)	(4.6,6.6,8.4)
A ₁₉	(0,1,3)	(0,0,1)	(0.0,0.2,1.4)
A ₂₀	(0,1,3)	(0,0,1)	(0.0,0.2,1.4)
A ₂₁	(3,5,7)	(3,5,7)	(1.8,2.6,4.0)
A ₂₂	(3,5,7)	(0,1,3)	(3.4,5.2,6.8)
A ₂₃	(3,5,7)	(3,5,7)	(1.0,2.2,3.8)
A ₂₄	(0,1,3)	(3,5,7)	(1.8,3.0,4.4)

Çİ: Çok İyi, İ: İyi, Bİ: Biraz İyi, O: Orta, BK: Biraz Kötü, K: Kötü, ÇK: Çok Kötü
A_n: n' inci Aday

2.KARAR VERİCİNİN ADAYLARI DEĞERLENDİRMESİ

	C ₁	C ₂	C ₃
A ₁	(3,5,7)	(5,7,9)	(3.2,4.8,6.4)
A ₂	(1,3,5)	(3,5,7)	(2.6,4.6,6.6)
A ₃	(0,1,3)	(3,5,7)	(2.8,4.6,6.4)
A ₄	(3,5,7)	(3,5,7)	(3.4,5.4,7.4)
A ₅	(0,1,3)	(0,1,3)	(3.8,5.8,7.4)
A ₆	(1,3,5)	(0,1,3)	(0.4,1.8,3.8)
A ₇	(9,10,10)	(7,9,10)	(6.2,7.8,8.8)
A ₈	(5,7,9)	(9,10,10)	(5.6,6.8,7.6)
A ₉	(5,7,9)	(5,7,9)	(5.0,6.8,8.4)
A ₁₀	(5,7,9)	(3,5,7)	(2.4,4.0,5.8)
A ₁₁	(5,7,9)	(3,5,7)	(5.0,7.0,8.8)
A ₁₂	(7,9,10)	(5,7,9)	(5.2,6.6,7.8)
A ₁₃	(7,9,10)	(5,7,9)	(6.6,8.4,9.6)
A ₁₄	(9,10,10)	(9,10,10)	(8.2,9.6,10.0)
A ₁₅	(5,7,9)	(3,5,7)	(5.0,6.8,8.4)
A ₁₆	(7,9,10)	(5,7,9)	(6.6,8.4,9.6)
A ₁₇	(5,7,9)	(1,3,5)	(4.6,6.4,8.0)
A ₁₈	(5,7,9)	(5,7,9)	(4.6,6.6,8.6)
A ₁₉	(0,0,1)	(0,0,1)	(0.0,0.2,1.4)
A ₂₀	(0,1,3)	(0,0,1)	(0.0,0.2,1.4)
A ₂₁	(3,5,7)	(1,3,5)	(2.4,4.2,6.0)
A ₂₂	(3,5,7)	(3,5,7)	(3.8,5.8,7.6)
A ₂₃	(3,5,7)	(0,1,3)	(1.8,3.2,5.0)
A ₂₄	(0,1,3)	(0,0,1)	(2.2,3.4,4.8)

Çİ: Çok İyi, İ: İyi, Bİ: Biraz İyi, O: Orta, BK: Biraz Kötü, K: Kötü, ÇK: Çok Kötü
A_n: n' inci Aday

3.KARAR VERİCİNİN ADAYLARI DEĞERLENDİRMESİ

	C ₁	C ₂	C ₃
A ₁	(3,5,7)	(5,7,9)	(2.8,4.4,6.0)
A ₂	(3,5,7)	(1,3,5)	(2.4,4.2,6.0)
A ₃	(0,1,3)	(3,5,7)	(2.8,4.6,6.4)
A ₄	(1,3,5)	(3,5,7)	(3.0,5.0,7.0)
A ₅	(1,3,5)	(0,1,3)	(3.8,5.8,7.4)
A ₆	(1,3,5)	(0,1,3)	(0.4,1.6,3.4)
A ₇	(9,10,10)	(7,9,10)	(5.8,7.4,8.6)
A ₈	(5,7,9)	(7,9,10)	(5.6,6.8,7.6)
A ₉	(5,7,9)	(7,9,10)	(4.6,6.4,8.0)
A ₁₀	(5,7,9)	(3,5,7)	(1.4,2.8,4.6)
A ₁₁	(5,7,9)	(3,5,7)	(5.8,7.6,8.0)
A ₁₂	(7,9,10)	(5,7,9)	(5.2,6.6,7.8)
A ₁₃	(7,9,10)	(5,7,9)	(6.6,8.4,9.6)
A ₁₄	(9,10,10)	(9,10,10)	(8.2,9.6,10.0)
A ₁₅	(5,7,9)	(3,5,7)	(4.6,6.6,8.4)
A ₁₆	(7,9,10)	(5,7,9)	(6.2,8.0,9.2)
A ₁₇	(5,7,9)	(1,3,5)	(5.0,6.8,8.2)
A ₁₈	(5,7,9)	(7,9,10)	(5.0,7.0,8.8)
A ₁₉	(0,0,1)	(0,1,3)	(0.0,0.4,1.8)
A ₂₀	(0,0,1)	(0,0,1)	(0.0,0.4,1.8)
A ₂₁	(1,3,5)	(3,5,7)	(2.2,3.8,5.6)
A ₂₂	(3,5,7)	(5,7,9)	(3.4,5.4,7.2)
A ₂₃	(3,5,7)	(0,1,3)	(1.4,2.8,4.6)
A ₂₄	(0,1,3)	(0,0,1)	(2.2,3.4,4.8)

Çİ: Çok İyi, İ: İyi, Bİ: Biraz İyi, O: Orta, BK: Biraz Kötü, K: Kötü, ÇK: Çok Kötü
A_n: n' inci Aday

EK-5 BULANIK AĞIRLIKLAR MATRİSİ

C_1	(0.7000, 0.8667, 0.9667)
C_2	(0.6333, 0.8000, 0.9333)
C_3	(0.7666, 0.9066, 0.9733)

C_n : n' inci Kriter

EK-6 BULANIK KARAR MATRİSİ

	C ₁	C ₂	C ₃
A ₁	(2.3333,4.3333,6.3333)	(4.3333,6.3333,8.3333)	(2.7333,4.2000,5.6667)
A ₂	(2.3333,4.3333,6.3333)	(1.6667,3.6667,5.6667)	(2.4667,4.3333,6.2000)
A ₃	(1.0000,2.3333,4.3333)	(2.0000,3.6667,5.6	(2.4000,3.9333,5.6000)
A ₄	(2.3333,4.3333,6.3333)	(2.3333,4.3333,6.3333)	(3.0667,5.0000,7.0000)
A ₅	(0.6667,2.3333,4.3333)	(0.3333,1.6667,3.6667)	(3.9333,5.8000,7.3333)
A ₆	(0.6667,2.3333,4.3333)	(0.3333,1.6667,3.6667)	(0.4667,1.5333,3.2667)
A ₇	(8.3333,9.6667,10.0000)	(7.6667,9.3333,10.0000)	(5.9333,7.5333,8.6667)
A ₈	(5.6667,7.6667,9.3333)	(7.0000,8.6667,9.6667)	(5.4667,6.6667,7.5333)
A ₉	(5.6667,7.6667,9.3333)	(5.6667,7.6667,9.3333)	(4.6000,6.2000,7.6667)
A ₁₀	(5.0000,7.0000,9.0000)	(3.6667,5.6667,7.6667)	(1.8667,3.3333,5.1333)
A ₁₁	(4.3333,6.3333,8.3333)	(3.0000,5.0000,7.0000)	(5.2667,7.1333,8.6667)
A ₁₂	(6.3333,8.3333,9.6667)	(5.6667,7.6667,9.3333)	(5.3333,6.6667,7.8000)
A ₁₃	(6.3333,8.3333,9.6667)	(5.6667,7.6667,9.3333)	(6.6000,8.4000,9.6000)
A ₁₄	(9.0000,10.0000,10.0000)	(8.3333,9.6667,10.0000)	(8.4667,9.7333,10.0000)
A ₁₅	(4.3333,6.3333,8.3333)	(3.6667,5.6667,7.6667)	(4.7333,6.6667,8.4000)
A ₁₆	(6.3333,8.3333,9.6667)	(5.0000,7.0000,9.0000)	(6.4667,8.2000,9.3333)
A ₁₇	(5.0000,7.0000,9.0000)	(1.6667,3.6667,5.6667)	(4.4667,6.1333,7.6000)
A ₁₈	(5.6667,7.6667,9.3333)	(5.6667,7.6667,9.3333)	(4.7333,6.7333,8.6000)
A ₁₉	(0.0000,0.3333,1.6667)	(0.0000,0.3333,1.6667)	(0.0000,0.2667,1.5333)
A ₂₀	(0.0000,0.3333,1.6667)	(0.0000,0.3333,1.6667)	(0.0000,0.2667,1.5333)
A ₂₁	(2.3333,4.3333,6.3333)	(2.3333,4.3333,6.3333)	(2.1333,3.5333,5.2000)
A ₂₂	(3.0000,5.0000,7.0000)	(2.3333,4.3333,6.3333)	(3.5333,5.4667,7.2000)
A ₂₃	(3.0000,5.0000,7.0000)	(1.0000,2.3333,4.3333)	(1.7333,2.7333,4.4667)
A ₂₄	(0.0000,1.0000,3.0000)	(0.0000,0.3333,1.6667)	(2.0667,3.2667,4.6667)

C_n: n'inci Kriter

A_n:n'inci Aday

EK-7 NORMALİZE EDİLMİŞ BULANIK KARAR MATRİSİ

	C ₁	C ₂	C ₃
A ₁	(0.2333,0.4333,0.6333)	(0.4333,0.6333,0.8333)	(0.2733,0.4200,0.5667)
A ₂	(0.2333,0.4333,0.6333)	(0.1667,0.3667,0.5667)	(0.2467,0.4333,0.6200)
A ₃	(0.1000,0.2333,0.4333)	(0.2000,0.3667,0.5	(0.2400,0.3933,0.5600)
A ₄	(0.2333,0.4333,0.6333)	(0.2333,0.4333,0.6333)	(0.3067,0.5000,0.7000)
A ₅	(0.0667,0.2333,0.4333)	(0.0333,0.1667,0.3667)	(0.3933,0.5800,0.7333)
A ₆	(0.0667,0.2333,0.4333)	(0.0333,0.1667,0.3667)	(0.0467,0.1533,0.3267)
A ₇	(0.8333,0.9667,1.0000)	(0.7667,0.9333,1.0000)	(0.5933,0.7533,0.8667)
A ₈	(0.5667,0.7667,0.9333)	(0.7000,0.8667,0.9667)	(0.5467,0.6667,0.7533)
A ₉	(0.5667,0.7667,0.9333)	(0.5667,0.7667,0.9333)	(0.4600,0.6200,0.7667)
A ₁₀	(0.5000,0.7000,0.9000)	(0.3667,0.5667,0.7667)	(0.1867,0.3333,0.5133)
A ₁₁	(0.4333,0.6333,0.8333)	(0.3000,0.5000,0.7000)	(0.5267,0.7133,0.8667)
A ₁₂	(0.6333,0.8333,0.9667)	(0.5667,0.7667,0.9333)	(0.5333,0.6667,0.7800)
A ₁₃	(0.6333,0.8333,0.9667)	(0.5667,0.7667,0.9333)	(0.6600,0.8400,0.9600)
A ₁₄	(0.9000,1.0000,1.0000)	(0.8333,0.9667,1.0000)	(0.8467,0.9733,1.0000)
A ₁₅	(0.4333,0.6333,0.8333)	(0.3667,0.5667,0.7667)	(0.4733,0.6667,0.8400)
A ₁₆	(0.6333,0.8333,0.9667)	(0.5000,0.7000,0.9000)	(0.6467,0.8200,0.9333)
A ₁₇	(0.5000,0.7000,0.9000)	(0.1667,0.3667,0.5667)	(0.4467,0.6133,0.7600)
A ₁₈	(0.5667,0.7667,0.9333)	(0.5667,0.7667,0.9333)	(0.4733,0.6733,0.8600)
A ₁₉	(0.0000,0.3333,1.6667)	(0.0000,0.0333,0.1667)	(0.0000,0.0267,0.1533)
A ₂₀	(0.0000,0.3333,1.6667)	(0.0000,0.0333,0.1667)	(0.0000,0.0267,0.1533)
A ₂₁	(0.2333,0.4333,0.6333)	(0.2333,0.4333,0.6333)	(0.2133,0.3533,0.5200)
A ₂₂	(0.3000,0.5000,0.7000)	(0.2667,0.4333,0.6333)	(0.3533,0.5467,0.7200)
A ₂₃	(0.3000,0.5000,0.7000)	(0.1000,0.2333,0.4333)	(0.1733,0.2733,0.4467)
A ₂₄	(0.0000,0.1000,0.3000)	(0.0000,0.0333,0.1667)	(0.2067,0.3267,0.4667)

C_n: n'inci KriterA_n:n'inci Aday

EK-8 AĞIRLIKLIL NORMALİZE EDİLMİŞ BULANIK KARAR MATRİSİ

	C ₁	C ₂	C ₃
A ₁	(0.1633,0.3755,0.6122)	(0.4333,0.6333,0.8333)	(0.2733,0.4200,0.5667)
A ₂	(0.1633,0.3755,0.6122)	(0.1667,0.3667,0.5667)	(0.2467,0.4333,0.6200)
A ₃	(0.7000,0.2022,0.4189)	(0.2000,0.3667,0.5	(0.2400,0.3933,0.5600)
A ₄	(0.1633,0.3755,0.6122)	(0.2333,0.4333,0.6333)	(0.3067,0.5000,0.7000)
A ₅	(0.0467,0.2022,0.4189)	(0.0333,0.1667,0.3667)	(0.3933,0.5800,0.7333)
A ₆	(0.0467,0.2022,0.4189)	(0.0333,0.1667,0.3667)	(0.0467,0.1533,0.3267)
A ₇	(0.5833,0.8378,0.9667)	(0.7667,0.9333,1.0000)	(0.5933,0.7533,0.8667)
A ₈	(0.5667,0.7667,0.9333)	(0.7000,0.8667,0.9667)	(0.5467,0.6667,0.7533)
A ₉	(0.5667,0.7667,0.9333)	(0.5667,0.7667,0.9333)	(0.4600,0.6200,0.7667)
A ₁₀	(0.5000,0.7000,0.9000)	(0.3667,0.5667,0.7667)	(0.1867,0.3333,0.5133)
A ₁₁	(0.4333,0.6333,0.8333)	(0.3000,0.5000,0.7000)	(0.5267,0.7133,0.8667)
A ₁₂	(0.6333,0.8333,0.9667)	(0.5667,0.7667,0.9333)	(0.5333,0.6667,0.7800)
A ₁₃	(0.6333,0.8333,0.9667)	(0.5667,0.7667,0.9333)	(0.6600,0.8400,0.9600)
A ₁₄	(0.9000,1.0000,1.0000)	(0.8333,0.9667,1.0000)	(0.8467,0.9733,1.0000)
A ₁₅	(0.4333,0.6333,0.8333)	(0.3667,0.5667,0.7667)	(0.4733,0.6667,0.8400)
A ₁₆	(0.6333,0.8333,0.9667)	(0.5000,0.7000,0.9000)	(0.6467,0.8200,0.9333)
A ₁₇	(0.5000,0.7000,0.9000)	(0.1667,0.3667,0.5667)	(0.4467,0.6133,0.7600)
A ₁₈	(0.5667,0.7667,0.9333)	(0.5667,0.7667,0.9333)	(0.4733,0.6733,0.8600)
A ₁₉	(0.0000,0.3333,1.6667)	(0.0000,0.0333,0.1667)	(0.0000,0.0267,0.1533)
A ₂₀	(0.0000,0.3333,1.6667)	(0.0000,0.0333,0.1667)	(0.0000,0.0267,0.1533)
A ₂₁	(0.2333,0.4333,0.6333)	(0.2333,0.4333,0.6333)	(0.2133,0.3533,0.5200)
A ₂₂	(0.3000,0.5000,0.7000)	(0.2667,0.4333,0.6333)	(0.3533,0.5467,0.7200)
A ₂₃	(0.3000,0.5000,0.7000)	(0.1000,0.2333,0.4333)	(0.1733,0.2733,0.4467)
A ₂₄	(0.0000,0.1000,0.3000)	(0.0000,0.0333,0.1667)	(0.2067,0.3267,0.4667)

C_n: n'inci Kriter

A_n:n'inci Aday

EK-9 BPİÇ VE BNİÇ'TEN OLAN UZAKLIKLAR

	d_i^*	d_i^-
A ₁	1.9341	1.3192
A ₂	1.9914	1.2006
A ₃	1.9545	1.2406
A ₄	1.8899	1.3112
A ₅	2.1632	1.0117
A ₆	2.4841	0.6804
A ₇	0.9823	2.2146
A ₈	1.2217	1.9775
A ₉	1.3280	1.8996
A ₁₀	1.7204	1.4925
A ₁₁	1.5315	1.6875
A ₁₂	1.2472	1.9719
A ₁₃	1.1405	2.0918
A ₁₄	1.7649	2.4227
A ₁₅	1.5191	1.7067
A ₁₆	1.1890	2.0586
A ₁₇	1.6514	1.5569
A ₁₈	1.2952	1.9559
A ₁₉	2.8263	0.2717
A ₂₀	2.8263	0.2717
A ₂₁	1.9988	1.1808
A ₂₂	1.7967	1.3961
A ₂₃	2.1306	1.0325
A ₂₄	2.5386	0.5857

d_i^* : BPİÇ'ten Olan Uzaklıklar Toplamı

d_i^- : BNİÇ'ten Olan Uzaklıklar Toplamı

EK-10 YAKINLIK KATSAYILARI VE ADAYLARIN SIRALANMASI

CC ₁	0.4055	15.
CC ₂	0.3761	17.
CC ₃	0.3883	16.
CC ₄	0.4096	14.
CC ₅	0.3187	20.
CC ₆	0.2150	21.
CC ₇	0.6927	2.
CC ₈	0.6181	5.
CC ₉	0.5885	8.
CC ₁₀	0.4645	12.
CC ₁₁	0.5242	10.
CC ₁₂	0.6126	6.
CC ₁₃	0.6472	3.
CC ₁₄	0.7600	1.
CC ₁₅	0.5291	9.
CC ₁₆	0.6345	4.
CC ₁₇	0.4853	11.
CC ₁₈	0.6016	7.
CC ₁₉	0.0877	23.
CC ₂₀	0.0877	24.
CC ₂₁	0.3714	18.
CC ₂₂	0.4373	13.
CC ₂₃	0.3264	19.
CC ₂₄	0.1875	22.

CC_n: n'inci Adayın Yakınlık Katsayısı

