

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**VERİTABANI ARACI SEÇİMİNDE ANALİTİK
HİYERARŞİ PROSESİ YÖNTEMİNİN UYGULANMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan
Nuray Hazal SONGUR

İstanbul, 2018

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**VERİTABANI ARACI SEÇİMİNDE ANALİTİK
HİYERARŞİ PROSESİ YÖNTEMİNİN UYGULANMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan
Nuray Hazal SONGUR

Öğrenci No:
150820058

Danışman:
Yrd. Doç. Dr. Atınç YILMAZ

İstanbul, 2018

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Veritabanı Aracı Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi Yönteminin Uygulanması” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 13/02/2018

Aday: **Nuray Hazal SONGUR**



T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

Beykent Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi 150820058 no'lu Nispetiye in 13/02/2018 tarihinde yapılan tez savunma sınavı¹ sonucunda 40 dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi hakkında² oybirliğiyle BASARI kararı verilmiştir.

Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

Anabilim Dalı	: BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ
Programı	: BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ
Tez Başlığı ³	: VERİ TABANI ARACI SEÇİMİNDE ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

Tez Sınav Jürisi	Öğretim Üyesi	İmza
Danışman	: Yrd. Doç. Dr. Atınç Yılmaz	
Üye	: Doç. Dr. Gökhan SİLİHTANÇLI	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Ediz SAYGIL	

¹ Jüri üyeleri söz konusu tezin kendilerine teslim edildiği tarihten itibaren en geç bir ay içinde toplanarak öğrenciyi tez savunma sınavına alır. Belirlenen günde yapılamayan jüri toplantısı, katılanların hazırladığı bir tutanakla enstitü yönetimine bildirilir. Bu durumda jüri en geç onbeş gün içinde toplanarak aday tez savunma sınavına alır. Tez savunma sınav süresi en az 45 dakikadır. Yüksek lisans tez savunma sınavı, tez çalışmasının sunulması ve bunu izleyen soru-yanıt bölümlerinden oluşur ve dinleyiciye açıktır. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-3)

² Tez sınavının tamamlanmasından sonra jüri, tez hakkında "kabul", "düzeltme" veya "red" kararı verir. Jüri başkanı, jüri üyelerince imzalanmış sınav tutanağını, tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili enstitü yönetimine teslim eder. Tezi başarıyla bulunan öğrencinin Enstitü ile ilişkisi kesilir. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç bir ay içinde gerekli düzeltmeleri yaparak ve yönetmelikte belirtilen usullere uygun olarak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur. Bu savunma sınavında da tezi kabul edilmeyen öğrencinin enstitü ile ilişkisi kesilir. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-4)

³ İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığının yazılması gerekmektedir.

TEŐEKKÖR

Bu çalışmayı gerçekleőtirmemde daima kıymetli desteğini benden esirgemeyen baőtta danıőmanım Yrd. Doç. Dr. Atınç YILMAZ Hocam' a, sonrasında diğer akademisyenlere ve okul görevlilerine ve son olarak aileme katkılarından dolayı yürekten gelen bir teőekkörü borç bilir, kendilerine en içten saygılarımı sunarım; daima başarılı çalışmalara beraber imza atabilmemiz dileğiyle,

Nuray Hazal SONGUR



Adı ve Soyadı : Nuray Hazal SONGUR
Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Atınç YILMAZ
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans, 2018
Alanı : Bilgisayar Mühendisliği
Anahtar Kelimeler : AHP, Analitik Hiyerarşi Prosesi, Veritabanı Aracı Seçimi,
Karar Destek Sistemi

ÖZ

VERİTABANI ARACI SEÇİMİNDE ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

Bu çalışma, veritabanı aracı seçimi yapılırken karar almada insan çabası harcanarak gerçekleştirilen işlemlerin bilgisayar gücü tarafından otomatize edilmesini sağlayarak insan hayatına kolaylık sunabilmek için gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, literatür tarama yapılarak elde edilen bilgiler ışığında, yaygın veritabanı aracı alternatifleri ve kriterleri belirlenmiş, bu alternatifleri ve kriterleri netleştirebilecek bir anket çalışması yapılarak, anket yolu ile ayrıca kriterlerin ağırlıklandırılması tespit edilmiş ve matematiksel bir karar modeli geliştirilmiş, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yaklaşımı ile ilişkisel ve ilişkisel olmayan veritabanı araçlarının karar verme amaçlı değerlendirmeye alınması sağlanmış, veritabanı aracı alternatiflerini C# programlama dili ile geliştirilen tek bir yazılım uygulaması üzerinden karşılaştırarak karar verme amaçlı değerlendirilmesini sağlayabilecek bir Karar Destek Sistemi geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda, oluşturulan sistemde alternatifler ve kriter setlerinin kullanıcının tercihi için hazır bulunduğu ve karar almada alternatiflerin karşılaştırılmasının sistem tarafından yapıldığı görülmüştür. Karşılaştırılacak alternatifler ve alternatif seçimi için ele alınacak kriterler önceden belirlenmiş olduğundan, kullanıcının alternatif değerlendirme öncesinde harcadığı zaman ve efor azaltılarak karar alma sürecinin hızlandırılması ve insan tarafından gerçekleştirilen işlemlerin sistem tarafından gerçekleştirilerek otomatize edildiğinden insan faktörü ile oluşabilecek hataların azaltılması yönünde, birçok veritabanı aracı arasından seçim yapılırken karar almada, insan hayatına katkı sağlanabilmiştir.

Name and Surname : Nuray Hazal SONGUR
Supervisor : Assist. Prof. Dr. Atınc YILMAZ
Degree and Date : Master, 2018
Major : Computer Engineering
Key Words : AHP, Analytic Hierarchy Process, Database Tool Selection,
Decision Support System

ABSTRACT

APPLICATION OF THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS METHOD TO THE SELECTION OF DATABASE TOOLS

This study has been conducted in order to be able to provide convenience for the human life through using computer automation power in performing transactions for making decision on evaluation of database tools. In this study; possible alternatives of database tools and criteria has been identified in the lights of the information assets acquired with literature review, a questionnaire has been conducted to exactly specify the certain alternatives and criteria as well as to determine weights of each criterion, and, then, to develop a mathematical decision model, Analytic Hierarchy Process (AHP) approach has been provided for the evaluation of relational and non-relational database tools, and a Decision Support System was developed to be able to compare different alternatives of database tools and evaluate them on a unique software application developed with C# language for decision making purposes. As a result of this study, it has been identified that the alternatives and criteria exists as ready for the selection of user within the created system and the comparison of the existing alternatives in decision making is processed by the system. Since the alternatives to be compared and the criteria to be evaluated for the selection among the alternatives are already identified and previously recorded on the system, the user' s time and effort spent before the evaluation of the alternatives become decreased, the decision making process become fastened, and, mostly automated; in terms of decreasing the potential errors occur as a result of human factors, contributions to human life could be provided in decision making while selecting among numerous database tools.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TABLolar LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR.....	ix
GİRİŞ.....	1
1. LİTERATÜR TARAMA	4
1.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP).....	4
1.1.1.AHP' nin Tanımı ve Temel Kavramları	4
1.1.2.AHP' nin Kullanım Alanları	26
1.1.3.AHP' nin Kullanımında İzlenecek Adımlar	38
1.1.3.1.Problemin Belirlenmesi	43
1.1.3.2.Hiyerarşik Yapının Oluşturulması	43
1.1.3.3.İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması	45
1.1.3.4.İkili Karşılaştırmalar Yoluyla Önceliklerin Belirlenmesi....	46
1.1.3.5.Kriterlerin Yüzdesel Önem Dağılımının Belirlenmesi	48
1.1.3.6.Kriterlerin Karşılaştırılmasında Tutarlılık Belirlenmesi	50
1.1.3.7.Her Kriterin m Karar Noktasındaki Yüzde Önem Dağılımı	52
1.1.3.8.Karar Noktalarında Sonuç Dağılımının Bulunması.....	52
1.1.4.AHP' nin Avantajları.....	53
1.2. Karar Destek Sistemi (KDS).....	55
1.2.1.Bileşenleri ve İşleyişi	56
1.2.2.Çeşitleri ve Sınıflandırılması.....	57
1.3. Veritabanı Araçları.....	58
1.3.1.Veritabanı Araçları Tanımları ve Temel Kavramları	58
1.3.1.1.Genel Tanımlar	58
1.3.1.2.SQL ve NoSQL Kavramları	60
1.3.2.Veritabanı Araçlarının Avantajları ve Dezavantajları	65
1.3.3.Veritabanı Araçlarının Tarihçesi	66
1.3.4.Veritabanı Araçları Çeşitleri ve Sınıflandırılması	67

1.3.4.1.İlişkisel Veritabanları	71
1.3.4.2.İlişkisel Olmayan Veritabanları.....	72
1.4. Literatürdeki Benzer Çalışmalar	75
1.5. Veritabanı Seçimine Etki Eden Faktörler	77
2. ANKET ÇALIŞMASI.....	85
3. AHP YÖNTEMİNİN UYGULANMASI.....	95
4. KARAR DESTEK SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ	114
SONUÇ.....	127
KAYNAKÇA	129
EKLER.....	138
Ek-1: Araştırmada Kullanılan Anket Formu.....	138
ÖZGEÇMİŞ.....	146

TABLolar LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 1. Temel Ölçeklendirme	47
Tablo 2. RI (Random Index) Göstergesi.....	51
Tablo 3. Power' ın KDS Çeşitlerini Sınıflandırması	57
Tablo 4. Dünya Üzerindeki Mobil Veri Trafığı	62
Tablo 5. ACID ve BASE Yaklaşımlarının Karşılaştırılması.....	64
Tablo 6. NoSQL Veritabanlarının Çeşitleri	64
Tablo 7. İlişkisel ve İlişkisel Olmayan Veritabanı Karşılaştırılması.....	70
Tablo 8. Dünya Üzerindeki Satıcıların İlişkisel VTYS Hasılatı	72
Tablo 9. Modele Dayalı VTYS Karşılaştırılması	84
Tablo 10. Ana Kriterler Karşılaştırma Matrisi	99
Tablo 11. Ana Kriterler Öncelik Vektörü	99
Tablo 12. Performans Özellikleri Alt Kriterleri Matrisi.....	100
Tablo 13. Performans Özellikleri Alt Kriterleri Öncelik Vektörü.....	101
Tablo 14. Güvenlik Özellikleri Alt Kriterleri Matrisi	102
Tablo 15. Güvenlik Özellikleri Alt Kriterleri Öncelik Vektörü	102
Tablo 16. Maliyet Gereksinimleri Alt Kriterleri Matrisi.....	103
Tablo 17. Maliyet Gereksinimleri Alt Kriterleri Öncelik Vektörü	103
Tablo 18. Kullanım Özellikleri Alt Kriterleri Matrisi.....	104
Tablo 19. Kullanım Özellikleri Alt Kriterleri Öncelik Vektörü.....	104
Tablo 20. Karşılaştırma Matrisi Hesaplama Adımları	105
Tablo 21. Alternatiflerin Karşılaştırılması.....	106
Tablo 22. Performans Özellikleri Skorlarının Özeti	108
Tablo 23. Güvenlik Özellikleri Skorlarının Özeti.....	109
Tablo 24. Maliyet Gereksinimleri Skorlarının Özeti.....	110

Tablo 25. Kullanım Özellikleri Skorlarının Özeti	111
Tablo 26. Alt Kriter Skorlarının Kombinasyonu	112
Tablo 27. Alt Kriter Skorlarının Kombinasyonu Sonucu.....	112



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 1. Karar Verme Süreci ve Aşamaları.....	6
Şekil 2. AHP Uygulama Adımları.....	41
Şekil 3. AHP Hiyerarşisi	44
Şekil 4. Karar Destek Sisteminin Bileşenleri	56
Şekil 5. Veritabanı Hiyerarşisi	59
Şekil 6. Meslekler.....	86
Şekil 7. Sektörler	87
Şekil 8. Katılımcıların Cinsiyet Dağılımı.....	88
Şekil 9. Teknik Kurulum Önem Dağılımı	89
Şekil 10. Performans Önem Dağılımı	90
Şekil 11. Güvenlik Önem Dağılımı.....	91
Şekil 12. Maliyet Önem Dağılımı	92
Şekil 13. Kullanım Özellikleri Önem Dağılımı	94
Şekil 14. Veritabanı Aracı Seçimi Hiyerarşisi	98
Şekil 15. Use Case Diyagramı.....	114
Şekil 16. Veritabanı Diyagramı.....	115
Şekil 17. Giriş Ekranı.....	116
Şekil 18. Alternatif Ekranı.....	118
Şekil 19. Kriter Değerleme Ekranında Birinci Adım.....	120
Şekil 20. Kriter Değerleme Ekranında İkinci Adım	121
Şekil 21. Kriter Değerleme Ekranında Üçüncü Adım	122
Şekil 22. Kriter Değerleme Ekranında Dördüncü Adım	123

Şekil 23. Kriter Değerleme Ekranında Beşinci Adım	124
Şekil 24. Sonuç Ekranı.....	125
Şekil 25. Yardım Ekranı	126



KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
AHP	: Analitik Hiyerarşı Prosesi
ANP	: Analitik Network Prosesi
AOY	: Aritmetik Ortalama Yöntemi
AR&GE	: Araştırma ve Geliştirme
BAHP	: Bulanık Analitik Hiyerarşı Prosesi
BBA	: Bulanık Boyut Analiz
BGOY	: Buckley' nin Geometrik Ortalama Yöntemi
BT	: Bilgi Teknolojileri
CI	: Consistency Index
COBIT	: Control Objectives for Information and Related Technologies
CR	: Consistency Ratio
ÇAKV	: Çok Amaçlı Karar Verme
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
ÇÖKV	: Çok Ölçütlü Karar Verme
DBMS	: Database Management System
ELECTRE	: Elimination and Choice Translating Reality
GOY	: Geometrik Ortalama Yöntemi
HP	: Hedef Programlama
ISO	: International Organization for Standardization
ITIL	: Information Technologies Infrastructure Library
İMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
KDS	: Karar Destek Sistemi
KFY	: Kalite Fonksiyon Yayılımı
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme
LEKKY	: Logaritmik En Küçük Kareler Yöntemi
LINDO	: Linear Interactive and Discrete Optimizer
NoSQL	: Not Only Structured Query Language
RI	: Random Index

SAW	: Simple Additive Weighting
SMART	: Simple Multi Attribute Rating Technique
SQL	: Structured Query Language
STEM	: Step Method
STTY	: Sütun Toplamının Tersî Yöntemi
STY	: Satır Toplamı Yöntemi
TOPSIS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
VT	: Veri Tabanı
VTYS	: Veri Tabanı Yönetim Sistemi
VZA	: Veri Zarflama Analizi



GİRİŞ

Bilgi Teknolojileri' nin insan hayatındaki kullanım alanlarının sayısı ve çeşitliliği günümüzde artış göstermekte; bu durum digital olarak oluşturulan, saklanan, işlenen ve kullanılan verilerin artışını tetiklemektedir. Bu artış ise; farklı özellikler içeren yeni veritabanı araçlarının geliştirilmesi ve bilgi sistemlerinde kullanılması ihtiyacını doğurmuştur.

Veritabanı aracı teknolojilerindeki farklılık ve çeşitlilik nedeniyle, karar vericiler bilgi sistemleri için yeni bir veritabanı aracı seçerken, temelde benzer kriterlere dikkat etmektedir, ancak ele alınan bu kriterler karar vericinin kendi ihtiyacına özel tercihler yapabilmesi noktasında farklı önem derecelerini taşımakta ve bu kriterlerin her birine verilecek karara özel olarak ihtiyaç kaynaklı ağırlıklandırmalar kazandırarak farklı kararlar vermektedir. Gerek kriterlerin gerekse de alternatiflerin günümüzde çeşitlenmiş olması, karar vericinin veritabanı aracı alternatifleri arasından seçim yapabilmesini zorlaştırmakta ve karar almada harcanan süreyi uzatmaktadır. Karar verici yeni olarak piyasaya sürülmüş bazı alternatifleri ya da alternatiflerin özelliklerini gözden kaçırabilmekte; bu da karar vermede ihtiyacı en fazla karşılayabilecek optimum tercihin yapılmasında bir engel teşkil etmektedir. Bu sorunu aşabilmek, karar alma sürecini hızlandırabilmek, insan çabası harcanarak gerçekleştirilen işlemlerin bilgisayar gücü tarafından gerçekleştirilmesini sağlayarak insan hayatına kolaylık sunabilmek ve insan kaynaklı hataları en aza indirmek için bir sistem geliştirilmesi ihtiyacı doğmuştur.

Veritabanı araçları, temelde aynı amaçla kullanılsalar da, günümüzde oldukça çeşitlenmiştir ve ihtiyacı karşılayabilmesi açısından işleyişteki hız, performans, sistemlere entegre edilebilirlik ve uyumluluk gibi pek çok farklı faktör üzerinden birbirleriyle karşılaştırılmaları gerekmektedir. Veritabanı aracı alternatiflerinin artış gösteren sayısı ile onların birbirinden farklılaşmış özelliklerinin sonucunda çeşitlilik kazanan alternatif değerlendirme kriterleri, veritabanı aracı seçimi yapılırken karar almada daha fazla alternatif ve kriter için araştırma yapılması ile daha fazla kriterin ve alternatifin gözden geçirilmesini, ve bunun sonucunda karar vericinin ihtiyacına ve beklentisine en uygun kararı verebilmek için daha fazla zaman, emek ve ekonomik değer harcamasını gerektirmektedir.

Büyük Veri (Big Data) kavramının insan hayatına girmesiyle verilerin depolanması ve yönetilmesi konusunda geleneksel veritabanı araçlarının yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu durum NoSQL türündeki ilişkisel olmayan veritabanı araçlarına duyulan ihtiyacı artırmıştır. Günümüzde veritabanı araçları büyük veriye yeterli hale gelebilmek için sürekli gelişmekte ve çeşitlenmektedir. Ancak bu çeşitlilik, veritabanı aracı seçimi yapmak üzere alternatifleri değerlendirecek olan karar vericilerin hangi tür veritabanı seçeceği konusunda karar vermesini zorlaştırmıştır. Karar vericilerin bütçe ve zaman ayırarak araştırma yapmak kaydıyla tüm alternatifleri belirleyip, onları değerlendirmek üzere tüm özellikleri ile birlikte bir araya getirip organize edebilmesine, onların tüm özellikleri yönünden tek tek birbirleri ile karşılaştırma yapabilmesine ve bu karmaşık hale gelen problemi bilgisayar desteği olmadan salt insan zekası ve muhakeme gücü ile hatasız çözerek en uygun seçeneği bulabilmesine dönüşen bir karar verme süreci ile bugün karşı karşıya kalınmaktadır.

Günümüzde, veri kapasitesi ve veritabanlarına duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır; ancak herhangi bir veritabanı aracı seçilerek kullanılması kısıtlar ve ihtiyaçlar doğrultusunda mümkün değildir. Kısıtlar çerçevesinde ihtiyaçlara uygun bir veritabanı aracı alternatifi seçilememesi durumunda; veritabanı sistemlerinde maliyet, performans, verimlilik, kullanılabilirlik gibi birçok faktör yönünden istenmeyen ve beklenmeyen durumlarla karşı karşıya kalınmasına yol açmaktadır. Ayrıca yanlış verilen bir kararın uygulanması sonucunda, yeni veritabanı sistemi oluşturmak zaman ve bütçe gerektiren zahmetli bir süreç olduğundan doğru kararı vermemiş olmanın yol açacağı kayıplar da kritiklik taşımaktadır.

Yukarıda ifade edilen tüm olumsuzlukların üstesinden gelmek üzere veritabanı aracı seçiminde karar vermeye destek olacak bir sistemin oluşturulması ihtiyacı doğmuştur. Bu durum ilişkisel ve ilişkisel olmayan veritabanılarını güncel şekilde takip ederek en uygun seçeneği bulmada onların tümünü kısıtlar ve özellikler çerçevesinde karşılaştırabilecek bir modele ve sisteme duyulan ihtiyacın yaygınlaşmasına yol açmıştır. Bu çalışmada ise, bu konuya yönelik nesnel bir yaklaşım sergilenerek bu sorunu çözmeye yardımcı olacak bir model geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Sonuç olarak, günümüzde; kullanımı gittikçe artan ve yazılım uygulamalarında temel teşkil eden veritabanı aracı alternatifleri ve kriterleri sürekli artış ve çeşitlilik

gösterdiğinden, alternatif seçiminde karar verme mekanizmasının otomatize edilerek bir sistem üzerinden birbirleriyle karşılaştırılmaları önem arz eden bir noktaya gelmiş bulunmaktadır. Bu ihtiyaca yönelik olarak ise; çalışma kapsamında, literatür tarama yapılarak bilgi toplama aşaması tamamlandıktan sonra, toplanan bilgilerden yola çıkılarak alternatifler belirlenip kriterler seçilecek, sonrasında anket yapıp kriterlerin ağırlıklandırılması hesaplanarak matematiksel bir karar modeli geliştirilecek, daha sonra ise; Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yaklaşımı ile ilişkisel ve ilişkisel olmayan veritabanı araçlarının karar verme amaçlı değerlendirmeye alınması sağlanacak şekilde çalışma sürdürülecek, son olarak sonuç kısmında çalışmadan elde edilen bilgilerin değerlendirilmesini sağlayabilecek bir yaklaşımda bulunulacaktır.



1. LİTERATÜR TARAMA

1.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Bu bölümde Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)' ne ilişkin tanımlara ve tanıtıcı temel kavramlara yer verildikten sonra, yeni bir alt başlıkta kullanım alanlarından bahsedilerek literatürde yer alan çalışmalara değinilecektir. Sonrasında; farklı bir alt başlık ile, AHP' nin avantajları kısaca ele alınacaktır. Sonrasında ise; son alt başlık altında, bu kavram özellikleri bakımından detaylandırılacak olup hangi adımların izlenerek bu yöntemin uygulandığı ve nasıl kullanıldığı açıklanacaktır.

1.1.1. AHP' nin Tanımı ve Temel Kavramları

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi, 1971-1975 yılları arasında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir (Saaty, 1987) ve aşağıdaki şekilde tanımlamalar ile bu yöntemi ifade edilmiştir:

AHP karar vermek için kullanılan temel bir yaklaşımdır, mantıksal ve aynı zamanda sezgisel varlıklara yönelik farklı kriterler ile değerlendirmeye alınan çok sayıdaki alternatif arasından en iyi olanı seçmek için tasarlanmıştır (Saaty ve Vargas, 2001).

AHP genel bir ölçme teorisidir, çok seviyeli hiyerarşik yapılar üzerinden yapılan hem sürekli hem de süreksiz eşli karşılaştırmalardan oransal ölçekler türetmek için kullanılır (Saaty ve Vargas, 2001).

AHP eşli karşılaştırmalar ile oluşturulan giriş değerleri ile var olan pozitif matrislerden oransal ölçekli öncelik vektörleri türetmede kullanılan matematiksel bir teodir (Saaty ve Hu, 1997).

AHP kişilere karar vermede yardımcı olan oransal ölçeklendirme metodudur. AHP ile karmaşık problemler hiyerarşik şekilde yapılandırılarak kriterlere, alt kriterlere ve onlar takiben gelen seçimi yapılacak olan alternatiflere dönüştürülür. Sonrasında; kişiler, hem kriterleri hem de alternatifleri çok sayıda ikili

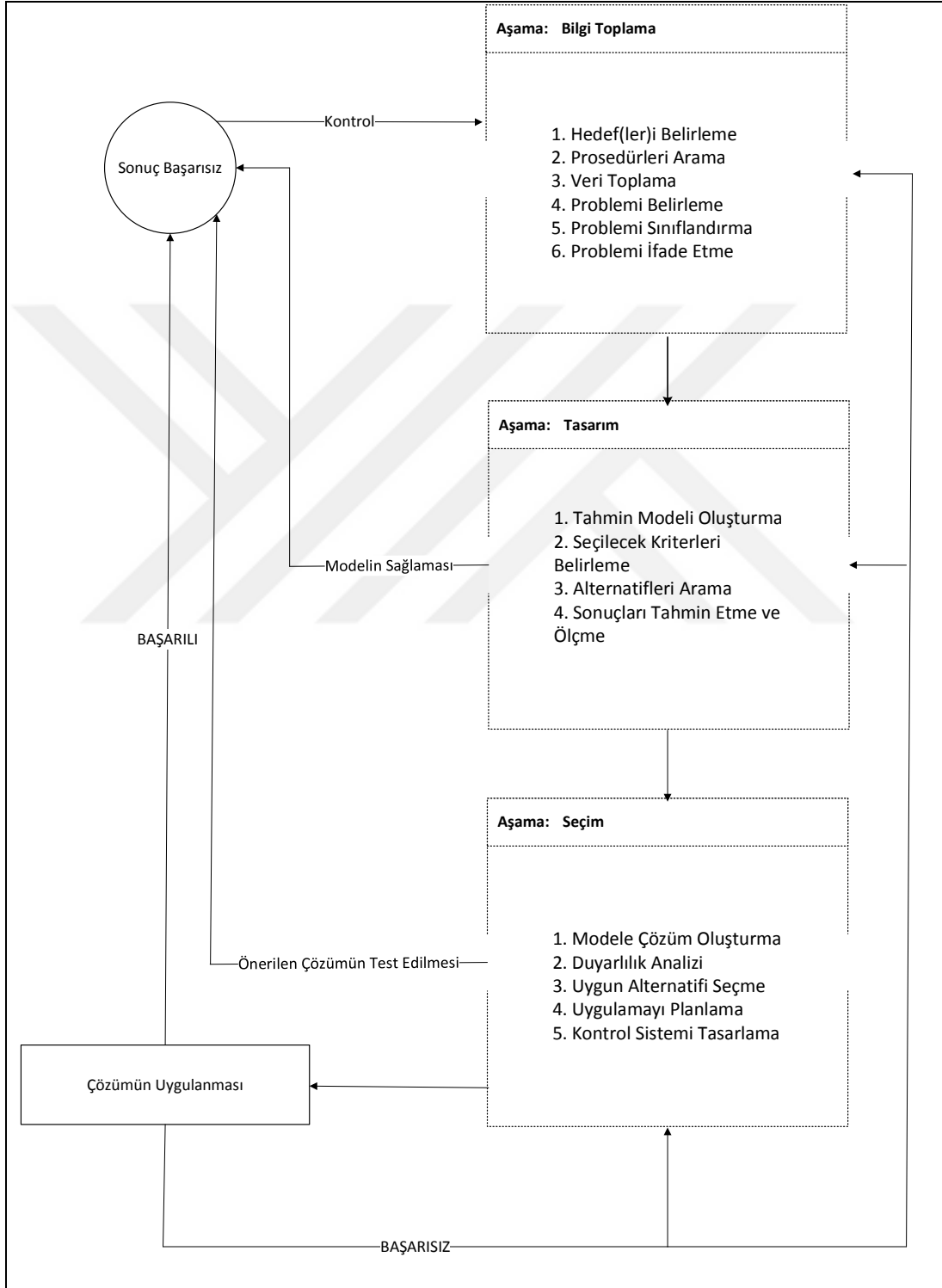
eşleştirmeler halinde karşılaştırma matrislerinde yargılayarak kendi tercihlerini ifade ederler (Saaty, 1987).

AHP kavramını ortaya çıkaran Saaty tarafından yapılan tanımlardan yola çıkarak bir tanım yapmak gerekirse; **Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)**; İngilizce kaynaklarda “Analytic Hierarchy Process” olarak bilinen, karar verme sürecindeki nitel ve nicel faktörlerin birleştirilmesine olanak sunan, sayısal analize dayalı bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemi olarak ifade edilebilir. Bu tanımda yer alan ifadeleri daha yakından tanıtarak açıklık getirmek gerekirse aşağıdaki kavramların tanımlamalarına başvurulabilir:

Karar; bireylerin ya da grupların iki veya daha fazla alternatif arasından bir seçim yapması şeklinde kısaca tanımlanabilir (Rainer ve Turban, 2009). Günlük yaşamımızın hemen her alanında alınan yeni kararlara sıklıkla rastlamak mümkündür; bir öğrencinin ders seçimi, bir satıcının tedarikçi seçimi, bir müşterinin satın alacağı ürün seçimi, bir yöneticinin işe alacağı personeli seçimi, bir yatırımcının portföyüne dahil edeceği yatırım aracını seçimi, bir politikacının uygun olan kampanyayı seçimi, bir hükümetin savunma sanayiinde yatırım yapacağı silah seçimi, bir inşaat projesinde binanın yer alacağı konumun seçimi, bir doktorun hastasına önereceği ilaç seçimi gibi daha birçok farklı alanda verilen kararları görebilmek mümkündür.

İfade edilen karar örneklerine bakılırsa, kararlar önem ve özellik bakımından birbirinden farklılık göstermektedir. Kararları çeşitlerine göre, **Yapılandırılmış (Structured)**, **Yapılandırılmamış (Unstructured)** ve **Yarı Yapılandırılmış (Semistructured)** olarak genellikle üç sınıfa ayırmak mümkündür. Yapılandırılmış kararlar, genellikle rutin ve tekrar eden özellik gösterirler. Karmaşık ve bulanık olarak tabir edilen kararlar ise insan tarafından çözümlenebilmesi zor seviyede olup Yapılandırılmamış karar türündedirler. Genellikle belirsizlik ve risk ihtiva eden durumlarda Yapılandırılmamış kararlar ile karşılaşmak söz konusudur. Yarı Yapılandırılmış kararlar ise kısmen yapılandırılmış kısmen de yapılandırılmamış özelliktedir. Örneklendirmek

gerekirse; bir depoda, sipariş emri girişi yapılandırılmış bir karar iken, stok kontrolü yarı yapılandırılmış, depoya yeni bir makine satın almak ise yapılandırılmamış bir karardır (Rainer ve Turban, 2009).



Şekil 1. Karar Verme Süreci ve Aşamaları

Karar vermek; sistematik bir süreci barındırır ve bu süreç en temel haliyle Şekil 1’ deki gibi aşağıda belirtilen dört fazı içermektedir (Rainer ve Turban, 2009):

- Bilgi Toplama (Intelligence)
- Tasarım (Design)
- Seçim (Choice)
- Çözümün Uygulanması (Implementation of Solution)

Şekil 1’ de gösterildiği gibi, karar verme süreci için “Bilgi Toplama” dan “Tasarım” aşamasına ve “Tasarım” dan da “Seçim” aşamasına sürekli bilgi akışı mevcuttur, ancak her aşamada bir öncekine dönüş yapabilme ihtimali de yer almaktadır (Rainer ve Turban, 2009).

Karar verme süreci içerisinde gerçekleştirilen ilk aşama “Bilgi Toplama” dır. “Bilgi Toplama” isimli aşamada, karar vermeye yönelik bir hedef ya da hedefler belirlenir, mevcut prosedürler aratılır ve gözden geçirilir, karar vermek için gerekli olacak veriler toplanır, ardından karar problemi belirlenerek bu problem sınıflandırılır, problemin açık ifadesi netlikle ortaya konulur. Kısacası ilk aşamada, karar vericiler içinde bulunan durumu inceleyerek problemi belirler ve ardından problemin tanımını oluştururlar (Rainer ve Turban, 2009).

İkinci sırada yer alan “Tasarım” isimli aşamada, tahmin modeli oluşturulur, seçim için değerlendirmede kullanılacak olan kriterler belirlenir, alternatifler aranarak seçim için bir araya getirilir. Sonrasında ise, sonuçlar için bir tahmin etme ve ölçümleme yapılır. Daha açık bir ifade ile; bu aşamada, öncelikle, karar vericiler problemi basit ifade edebilmek, çözümünü sağlayabilmek için basitleştirebilmek adına bir model oluştururlar. Bunu yapmak için ise, gerçek hayatı basite indirmeye yarayacak varsayımlarda bulunurlar ve birbiri ile ilişkili bütün değişkenler arasındaki ilişkileri açığa çıkartırlar. Daha sonra, test verileri kullanılarak modelin doğrulaması yapılır ve modelin doğru çalıştığından emin

olunur. Sonra ise; alternatifler ile kriterler belirlenir ve önerilen tüm potansiyel çözümleri değerlendirmek için hazır hale getirilirler (Rainer ve Turban, 2009).

Üçüncü olarak gerçekleştirilen “Seçim” isimli aşamada, öncelikle karar modeline uygun bir çözüm oluşturulması gereklidir. Daha sonra, “Duyarlılık Analizi” (Sensitivity Analysis) olarak bilinen bir matematiksel hesaplama aracı ile analiz edilir. Uygun alternatifin seçilmesi sağlanır ve çözüm için gerçekleştirilecek uygulamanın planlaması yapılır. Son adımda ise kontrol mekanizmasının tasarımı oluşturulur. Böylelikle bir çözüm önerisinin seçimi gerçekleşmiş olur. Eğer bu çözüm önerisinin gerçekleştirilmesi mümkün ise, son aşama olan “Uygulama” ya geçilmebilmektedir (Rainer ve Turban, 2009).

Dördüncü aşama olan “Uygulama”, doğrudan kendisinden önceki “Seçim” isimli aşamada seçilmiş ve uygulamaya uygun bulunmuş olan çözüm önerisinin gerçekleştirilmesi olarak kısaca ifade edilebilir. Bu aşama, kendisinden önce gerçekleşen üç aşamadan daha sonra Karar Verme Süreci’ ne ayrı bir dördüncü aşama olarak dahil edilmiştir ve kararın başarısını ya da başarısızlığını doğrudan görmeyi sağlayan son aşamadır. Eğer “Uygulama” aşamasında karar probleminin çözümüne yönelik uygulanan çözüm önerisi ile sağlanan sonuç gerçekte elde edilen sonuç ile örtüşüyorsa, başarılı bir sonuç elde edilmiş olur. Aksi takdirde gerçek hayattaki karşılaşılan durum çözüm önerisinin uygulanması ile elde edilen sonuç ile uygunluk göstermiyorsa, başarısız bir noktaya varılmış olur ki bu noktada izlenen aşamalara geri dönülerek gerekli düzeltmelerin yapılması ile tekrar karar mekanizması çalıştırılabilir. Ancak çözüm önerisinin uygulanması aşamasında da uygulama işlemi başarısız gerçekleşmiş olabilir. Bu durumda da geline nokta yine başarısızlık olacağından, yine önceki aşamalara geri dönüş sağlanması gerekli olur. Sağlıklı bir karar ve başarılı bir uygulama ile sonuç alabilmek için, burada da karar mekanizmasına geri dönülüp ilk üç fazdan istenilen noktadan itibaren kalan yolu tekrar izlemek mümkündür (Rainer ve Turban, 2009).

Karar verme sürecinin aşamalarının bilgisayar yardımı ile otomatik gerçekleştirilmesi günümüzde sağlanabilmektedir (Rainer ve Turban, 2009). Karar

verme sürecine destek olmak için piyasaya sürüldüğü belirtilen bazı yazılımlar ve araçlar şöyledir: Expert Choice, ELECTRE, TOPSIS, MIMI, Criterium Decision Plus, Crystal Ball, DATA, Decision Explorer, Desicion Hosting, Decision Tools Suite Professional, EXSYS Corvid, EQUITY, High Priority, HIPRE 3+, HIVIEW 2, Hugin Professional, Impact Explorer, Joint Gains, Logical Decisions for Windows, Mesa Vista, Netica, ON Balance, Opinions Online, PRIME Decisions, PREFCALC, MAPPAC, PROMCALC, vb. yazılım ürünleri ile araçları örnek gösterilebilir. Bu ürünler paket programlar şeklinde kullanıcıya sunulup geliştirilen bu programlar kendi algoritmasında karar ağaçları, BAYES ağları, AHP, oyun teorisi gibi çeşitli karar analizi yöntemlerini barındırarak kullanıcıya ait karar probleminin çözüme kavuşturulabilmesini sağlamaktadır (Ersöz ve Kabak, 2010).

AHP' nin tanımında yer verilen **Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV)**, karar vericinin sayılabilir sonlu ya da sınırlandırılmamış sayıdaki seçeneği bulunduran bir kümeden en az iki kriter kullanmakla gerçekleştirdiği seçim işlemi; bir başka ifadeyle, iki ya da daha fazla kritere bağlı biçimde değerlendirme yapılarak alternatifler arasından yapılan seçim şeklinde ifade edilebilir (Anık, 2007). ÇKKV kriterler arası ve kriter içi olarak kriter bazlı karşılaştırmalara dayanmaktadır. Bu karşılaştırmalardaki temel amaç, kriterleri öncelik sırasına koyabilmek, diğer bir deyişle, kriterlerin karar vericiye özel önem derecelerini tespit edebilmektir. ÇKKV için günümüzde kullanılan çok sayıda yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden hangisinin kullanılacağını belirlemek için karar vericiler karar probleminin yapısına ve karar verme sürecinin özelliklerine bakmalıdırlar (Ersöz ve Kabak, 2010).

Ersöz ve Kabak (2010) ÇKKV yöntemleri üzerine hazırladıkları bir makalede, ÇKKV yöntemlerini sınıflandırmak üzere alt gruplara ayırmıştır. Buna göre, ÇKKV yöntemlerini aşağıdakileri içeren altı alt grup altında toplamak ve birlikte belirtildiği yöntemlerle eşleştirmek mümkündür:

- **Karar Vericiden Bilgi İstemeyen ÇKKV Yöntemleri** : Srinivasan ve Shocker Yöntemi, Toplu Kriter Yöntemi

- **Karar Vericiden Ön Bilgi İsteyen ÇKKV Yöntemleri** : Değer Fonksiyonu Yöntemi, Sınırlanmış Amaçlar Yöntemi, Ardışık Sıralama Yöntemi, Hedef Programlama, Hedefe Erişim Tekniği
- **Karar Vericiden Etkileşimli Olarak Bilgi İsteyen ÇKKV Yöntemleri** : Etkileşimli Hedef Programlama, STEM Yöntemi, STEUER Yöntemi, Yedek Değer İkame Yöntemi, Etkileşimli Uzlaşık Programlama Yöntemi, Geoffrion, Dyer ve Feinberg Yöntemi, Zionts-Wallenius Yöntemi
- **Değer/ Fayda Temelli ÇKKV Yöntemleri** : Çok Ölçütlü Değer Teorisi-SMARTS, Basit Toplamalı Ağırlıklandırma, Ağırlıklı Çarpım Yöntemi, TOPSIS, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Analitik Network Prosesi (ANP), AHS Puanlama Yöntemi
- **Üstünlük Yöntemleri** :ELECTRE (I-IV), PROMETHEE (I-II)
- **Diğer (Basit) Yöntemler** : Leksikografik Model, Kötümserlik (Maksimin), İyimserlik (Maksimaks)

AHP yöntemini Değer/Fayda Temelli ÇKKV Yöntemleri altında sınıflandıran Ersöz ve Kabak (2010), çalışmasında yer verdiği tüm ÇKKV yöntemleri içerisinde en fazla AHP' nin kullanılmış olduğunu ifade etmiştir. AHP' yi takiben sonraki sırada HP (Hedef Programlama) üçüncü sırada ise HP ile birlikte AHP yöntemlerinin en fazla kullanılmakta olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak; son yıllarda yapılan çalışmalarda AHP' nin diğer yöntemlerle bütünleştirilerek uygulanmasında artış görüldüğü ve literatürdeki çalışmalarda karar problemlerinin büyük ölçüde AHP ile birlikte HP, Veri Zarflama Analizi ve Bulanık Mantık yöntemlerinin uygulanması şeklinde çözüldüğü görülmüştür. Çalışma, ÇKKV problemleri ile ilgili Türk savunma sanayii alanında 1995-2008 yıllarında yapılan 1 doktora tezi, 29 yüksek lisans tezi, 3 makale ve 4 bildiri olmak üzere toplam 37 akademik çalışma kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Ersöz ve Kabak, 2010).

Ersöz ve Kabak (2010) tarafından kategorize edilmek üzere sınıflandırılan yöntemler ile ilgili karşılaştırma yapılması ve daha detaylı bilgiye yer verilmesi gerekirse; ÇKKV yöntemleri ilgili çalışmada Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleri ve Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri olarak iki gruba ayrılmıştır. Karar Vericiden Bilgi İstemeyenler, Karar Vericiden Ön Bilgi İsteyenler ve Karar Vericiden Etkileşimli Olarak Bilgi İsteyenler; **Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) Yöntemleri** grubundadır. Değer/ Fayda Temelli Yöntemler, Üstünlük Yöntemleri, Diğer (Basit) Yöntemler olarak sınıflandırılanlar ise; ilgili çalışmada **Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) Yöntemleri** grubuna dahil edilmiştir (Ersöz ve Kabak, 2010).

ÇAKV yöntemleri; sonsuz ve süreklilik gösteren alternatifler arasından seçim yapılması gerektiğinde kullanılan matematiksel optimizasyon teknikleridir ve genellikle tasarım problemlerinin çözümünde kullanılır. ÇAKV yöntemleri genellikle karar vericinin tercih bilgisini temel alarak çözüm geliştirirler ve buna göre sınıflandırılırlar. ÇAKV için bir diğer sınıflandırma ise; yine karar probleminin çözümüne yönelik uygulanan teknik yönünden yapılan bir sınıflandırma olup, seçenekler kümesinin sonlu ya da sonsuz sayıda olduğu varsayımına göre işlem yapan tekniklerdir. Problemin çözüm aşamasında ise, karar verici ile etkileşime göre sınıflandırılırlar (Ersöz ve Kabak, 2010). Kullanıcı etkileşimi ve sınıflandırma detayları, sonraki paragrafta aktarılacaktır.

ÇAKV yöntemleri grubunda yer alan **Karar Vericiden Bilgi İstemeyen Yöntemler**, probleme yönelik amaç ve kısıtların tanımlanması sonrasında, karar vericiden tercihleri üzerine vereceği bir bilginin gelmesine gerek arz etmez, klasik optimizasyon teknikleride olduğu gibi, karar verici ile doğrudan bir etkileşim barındırmaz, doğrudan yöntemin bulduğu sonuç sunulur. Bunlara örnek olarak; **Srinivasan ve Shocker Yöntemi**, karar vericiden bilgi istemeden karar vericiye doğrudan sonucu iletmekle karar vericiye kolaylık sağlar; ancak, problemi çözen kişinin karar vericinin tercihleri hakkında birçok öngörude bulunmasını gerektirir, bu nedenle problemi çözen taraf için zorluk niteliğinde bir dezavantaj oluşturur. **Toplu Kriter Yöntemi** ise, bir araya getirilerek derlenen kriterler topluluğu

içerisinden en küçük vektör değerinin ortaya çıkmasıyla oluşan sonuç optimal vektördür. Örneklendirmek gerekirse; amaç fonksiyonlarının değerlerinin görelî sapmalarının karelerinin toplamını en küçük yapan vektör optimal çözümü sağlıyor olarak kabul edilir (Ersöz ve Kabak, 2010).

ÇAKV yöntemleri grubunda yer alan **Karar Vericiden Ön Bilgi İsteyen Yöntemler** ise; karar vericinin amaçlarla ilgili tercihlerine dair bilgiyi problemi çözecek kişiye problemin çözülmesi öncesinde verilmiş olmasını gerektirir. Karar verici, tercihlerini problemin formüle edilmesinden önce ya da sonra, ancak problemin çözülmesinden önce, bildirmelidir. Karar verici amaçlarına yönelik bu bilgiyi sayısal ya da sözel bir ifade yoluyla verebilmektedir. Sayısal olarak vermesi durumunda, karar verici amaca yönelik olarak beklentisi dahilinde olan hedefleri ve alt sınırları sayılar yoluyla verir. Sözel ifade etmesi durumunda ise; amaca yönelik alt ve üst sınırları sayısal ifade etmesine karşılık amaçları önem sırasına göre sözel olarak sıralamaktadır. Bunlardan, **Değer Fonksiyonu Yöntemi**, karar vericinin değer fonksiyonlarının bilindiği çünkü karar vericiden sağlanan bilgiler aracılığıyla belirlenebildiği görüşüne dayanır, ancak bu yöntemde problemi çözen taraf, özellikle karar vericinin amaçları arasındaki ilişkiyi gösteren fonksiyonun tanımlanmasında zorluklarla karşılaşır. Bu yöntemde, amaçların alacağı değerler karar vericinin ağırlıklandırmasına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. **Sınırlanmış Amaçlar Yöntemi** ise; karar vericinin her bir amaç fonksiyonu için altına düşülmemesi gereken minimum olarak kabul edilebilecek değeri belirlemesini gerektirir. Çözüm hakkın bilgi sahibi olmayan karar vericinin alt ve üst değerler belirlemesini zorunlu kılmak, bu yöntemin bir eksikliği olmuştur; çünkü bu alt ve üst değerler ile üretilecek olan sonuçlar karar verici tarafından tatminsizlik yaratabilir. **Ardışık Sıralama Yöntemi**; ilk verilen amacı karar verici için en önemli amaç olarak varsaymaktadır ve amaç fonksiyonlarını önceliklerine göre sıralamayı içerir. En önemli olduğu varsayılan amacı ise en büyük değerle değerleyen bir model yapısına sahiptir. **Hedef Programlama Yöntemi**, karar vericiyi erişmek istediği hedeflerin her biri için bir sayısal değer belirlemeye yöneltir. Çoklu hedefler derecelendirme ya da önceliklendirme yoluyla sıralanabilmektedir. Bu yöntem ile oluşturulan modeldeki çözüme göre, öncelikle

en üst öncelikli olan hedefe ulaşılmaya çalışılır, sonrasında ise, daha alt öncelikli tutulan hedeflere yönelmek gerekir. Yapılam işlemler sonucunda ise; hedef değerden sapmaları minimum kılan çözümün tercih edilmesi gerekir. Bu yöntem ile çözüm sağlanmasında, grafik, ardışık sayısal ve değiştirilmiş simpleks gibi çözüm tekniklerinden faydalanılır. Grafik çözüm tekniğinin dezavantajı; en fazla üç karar değişkeni ile çözüm yapılabilmesidir. Ardışık sayısal çözüm tekniği ise; uzun ve ardışık işlemlerden oluştuğu için hat yapma ihtimalini yüksek kılar ve uygulanması zordur. **Hedef Erişim Yöntemi**; Karar vericinin bir hedef ve ağırlık vektörü belirlemesini gerekli kılar. Bu ağırlık vektöründe; istenen hedeflerin altında ve üstünde olup olmaması gereken değerlemeler önem kazanır. Belirlenen hedef değerlerin altında ve üstünde sonuçlar oluşması durumunda hesaplamalarda zorluklar görülmektedir. Bu yöntemin en önemli eksikliği; tercih edilen çözümde kullanıcı tarafından belirlenen hedef ve ağırlık vektörlerine karşı duyarlılık göstermesi durumunun oluşmasıdır (Ersöz ve Kabak, 2010).

ÇAKV yöntemleri grubunda yer alan **Karar Vericiden Etkileşimli Olarak Bilgi İsteyen Yöntemler** üzerine detaylı bilgi vermek gerekirse; bu yöntemler her adımda karar verici ile diyalog gerçekleştirmektedir ve karar vericinin tercihlerinin ardışık tanımına dayalı olmaktadır. Karar vericiden eriştiği değerlerden bir miktarı ile diğerlerine göre yapılabilecek olan fedakarlık miktarı sorulur. Soruların ifade şekli ise, yöntemlere göre değişiklik göstermektedir ve bu yöntemler problemin karmaşıklığı sebebiyle karar vericinin problem çözümünün başlangıcında bilgi veremeyeceğini, bulunacak çözüm doğrultusunda kısmi bilgi paylaşabileceğini öngörürler. Bu sebeple, karar vericiler çözüm aşamasında tercihlerini ifade etmektedirler. Bu durumda, bu yöntemler karar vericinin çözüm sürecinde daha fazla çaba harcamasını gerektirir, ancak bu durum çözümün uygulanabilir niteliğinde artış oluşmasını sağlamaktadır. Bu yöntemlerden birisi olan **Etkileşimli Hedef Programlama**; problemin belirlenmesinden itibaren çözüme kadar olan sürecin tümünde kullanıcı ile etkileşimli olunmasını gerektirmektedir. Karar vericinin sonucun elde edilmesindeki rolü ve yapacağı işlemler netlikle belirtilmelidir. Buna ek olarak, hedefler ile ilgili olarak yapılması beklenen ağırlıklandırmaların çözüm üzerindeki etkisinin önemi ve bu ağırlıkların ne anlam

taşıdığı detaylı olarak karar vericiye ifade edilmelidir. **STEM Yöntemi**; her fonksiyon için ideal çözüm oluşturulmasını sağlayan bir yöntemdir. Sonuçta elde edilen değerler ise, karar vericiye tercihi doğrultusunda seçim yapması için sunulur. Eğer karar verici tarafından bazı değerler tatmin edici bulunur ancak diğerleri bulunmaz ise; karar verici tatminkar amaçtan tatminkar olmayana karşı fedakarlık yaparak hesaplamalar tekrarlanır. Karar verici tatmin olana kadar bu süreç devam eder, olduğu noktada sonuç bulunmuş olur. **Steuer Yöntemi**; “Interval Criterion Method” olarak da bilinen bir ÇAKV sınıfındaki yöntem olup, diğer aynı sınıftaki yöntemlerden farkı, karar vericiye belirli sayıda baskın çözüm sunmasıdır. Karar verici bunların arasından en fazla tercih ettiği çözümü belirler ve sonraki döngüde bu çözümün yanında başka baskın çözümler bulunarak karar vericiye sunulur. Bu işlem karar verici tatmin olana kadar sürdürülür ve karar verici tatmin olduğu noktada sonuç elde edilmiş olur. **Yedek Değer İkame Yöntemi**, erişilmesi istenen amaç seviyelerinin sunulması durumunda, bu seviyelerin kesin değerleri olmamakla birlikte, karar vericinin iki amaç karşılaştırılarak bulunduğu göreceli ikame değeri üzerindeki artışı ya da azalmayı daha kolay tespit edebileceği düşüncesine dayanır. Bu yöntemde iki aşama üzerinden işlem yapılır; ilki, amaçlar arasındaki ikame fonksiyonlarını oluşturan baskın çözümlerin belirlenmesi; ikincisi, baskın çözümler arasından karşılaştırmalar yapılarak en iyi çözümün bulunmasıdır. En iyi çözüm, yedek değer fonksiyonu üzerinden karar verici ile etkileşim kurularak bulunur. **Etkileşimli Uzlaşık Programlama**, karar vericinin ön bilgi sağlamasını gerektirmemektedir, karar vericiyi seçim yapması konusunda etkileşimli olmaya yöneltilir. Karar verici, kendisi için en uygun çözümü bulana kadar tekrarlar halinde kullanıcıya her döngüde sonucu kabul edip etmediği sorulur. Eğer çıkan sonucu tercih ederse döngü durur; aksi takdirde, karar vericinin bu tercihler arasından en az tercih ettiği çözümü belirlemesi beklenir. Tüm çözümler içerisinde en fazla tercih edilenin saptanması noktasına kadar bu işlemler tekrar edilerek çözümün belirlenmesi sağlanır. **Geoffrion, Dyer ve Feinberg (GDF) Yöntemi**, karar vericinin amaç fonksiyonları üzerinde bir değer fonksiyonu tanımlanabilmesini gerektirir, ancak değer fonksiyonunun tanımının net bir şekilde ifade edilmesi zorunlu değildir. Bu yöntemde, sadece hesaplama yapılabilmesi için ihtiyaç bulunan bölge

bilgisinin karar vericiden sağlanması gerekir. Bu yöntem, hesaplamalarda özel bir doğrusal olmayan algoritma kullanır. Adımlar halinde sonuca ulaşmak için iki algoritmik adım kullanılır. Bir başlangıç noktası seçilir, bu noktadan en iyi ilerleme doğrusu belirlenir, sonra karar vericiye bu noktadan bu doğrultu boyunca ne kadar ilerleme kabiliyeti olduğu sorulur. Sonrasında, olma ihtimali bulunan çözümler için belirlenen doğrultuda ilerlenerek en uygun çözümün seçeneği seçilir, böylece çözüm tespit edilir. **Zionts-Wallenius Yöntemi**, ilk olarak her bir amaç fonksiyonu için rastgele ağırlıklar kümesi seçilmesini ve sonrasında bunlar kullanılarak tek bir birleşik amaç ya da değer fonksiyonu üretilmesini sağlar. Bu birleşik fonksiyon ise, problemin çözümünü bulmak üzere optimize edilmelidir. Bunun için temel olmayan değişkenler kümesinden bir etkin değişken altkütmesi seçilmelidir. Sonrasında her bir etkin değişken için, bazı amaçlarda yükselme sağlarken bazılarında ise düşüş oluşturan bir takaslar kümesi oluşturulur. Bu biçimde oluşturulan takasların karar vericiye sunulması sağlanarak elde edilen yanıtlar ışığında sabit ağırlıklar kümesi oluşturulmuş olur ve bu kümelemeye göre de yeni bir takaslar kümesi oluşturulması şeklinde işlem devam eder. Böylece karar vericinin optimum çözüme ulaşması sağlandığı düşüncesi temel alınır (Ersöz ve Kabak, 2010).

ÇÖKV yöntemleri; sonlu sayıdaki ve süreklilik göstermeyen alternatifler arasından seçim yapılması gerektiğinde kullanılan seçilme, sıralama, sınıflandırma, önceliklendirme ya da eleme tekniklerinde kullanılması amacı ile ağırlıklandırma yoluyla değerlendirme yapılmasıdır. Problemlerin çözümünde belirlenen ölçütler kullanılır. Bu ölçütlerle eşdeğer anlam taşıyan bileşenler, faktörler, karakteristikler ve özellikler de parametre olarak değerlendirmelerde kullanılmaktadır. Bu yöntemlerde her bir alternatifin kriter şeklindeki karar verici tarafından değerlemeye konu olan ölçütler üzerinden karakterize edilmesi sağlanır. Tasarım problemleri yerine daha çok seçim problemlerinde kullanılan yöntemler olarak görülmektedirler (Ersöz ve Kabak, 2010). Bu yöntemlere daha detaylı şekilde sonraki paragrafta değinilmektedir.

Çok Ölçütlü Değer Teorisi (Simple Multi Attribute Rating Technique - SMARTS), 1971 ile 1977 yılları arasında Edwards tarafından geliştirilmiş bir ÇÖKV yöntemi olup, uygulanması basit olan değer/ fayda temelli bir ÇKKV yöntemi çeşididir. Bu yöntem, her bir değişik ölçü birimine sahip alternatifi tek bir skala üzerinden ağırlıklandırma yoluyla değerleyerek sonuca ulaşmayı sağlamıştır. Her bir kriter için alternatifler tek tek değerlendirilir, sonrasında alternatifin her kriterden aldığı puan o kriterin ağırlığı ile çarpılarak alternatifin genel puanlamasını oluşturacak değer elde edilmiş olur (Ersöz ve Kabak, 2010).

Basit Toplamlı Ağırlıklandırma (Simple Additive Weighting - SAW) Yöntemi, her kriterin katkısı gözetilerek toplanması sonucu bir indeks oluşturulması ile hesaplama yapılmasını temel alır. Ancak birbiri ile aynı özellik göstermeyen birimlerin toplanması gerçekleştirilemeyeceği için, normalizasyon yöntemine başvurulur. Normalizasyon yapılması sonrasında, her alternatif için kriterler bazında hesaplanan toplam puan ile normalizasyonu üzerinden ilgili ağırlıkların çarpılıp sonuçta hepsinin toplanması ile bir sonuç değeri elde edilir (Ersöz ve Kabak, 2010).

Ağırlıklı Çarpım Yöntemi, ölçütlerin birbirleri ile çarpılması yolu ile ölçütler arasındaki bağın kurulmasını sağlar, böylece ilişkilendirme için SAW yöntemindeki gibi normalizasyon yapılmasına gerek bulunmamaktadır. Çarpma işlemini temel aldığından, boyutların büyüklüklerinin de aynı olmasına gerek duyulmamaktadır. Ölçüt değerleri arasında çarpım yapılması durumunda, ağırlıkların her ölçüt değerinin üssü olduğu varsayılır. Bu yöntemdeki diğer bir özellik ise, kâr ölçütlerinde pozitif üs kullanılırken, maliyet ölçütleri için negatif işaretli üs değerlerinin uygulanmasıdır (Ersöz ve Kabak, 2010).

İdeal Noktalarda Çok Boyutlu Ağırlıklandırma (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution - TOPSIS) Yöntemi, Hwang ve Yoon tarafından ilk olarak öne sürülmüş olup değer/ fayda temelli ÇKKV yöntemlerinden birisidir. Çok ölçütlü olarak değerlendirme yapılması gereken seçenekler var olduğunda kullanılabilir. Bu yöntemde, seçilen alternatifi gösteren

nokta; optimum çözüm noktasına olan geometrik uzaklığı açısından ele alınırsa, uzaklığı en az; negatif çözüm noktasına olan uzaklığı açısından ele alınırsa da, uzaklığı en fazla olan noktadır. Optimum çözüm olarak ifade edilmek istenen ise, bütün ölçütlerin bir araya getirilmesi durumunda, ideal seviye düzeyinin sağlanması olarak yapılabilecek bir tanımlamayı içerir (Ersöz ve Kabak, 2010). TOPSIS Yöntemi, kompleks algoritmalar ve karmaşık matematiksel modeller içermeyen uygulaması kolay ve işleyişi basit olan bir çok nitelikli karar verme yöntemidir. Bu yöntem karar vericiden az sayıda parametre ister ve çıktılarının anlaşılması oldukça kolaydır. Temeli ideal çözüme yakın ancak negatif ideal çözüme uzak olan alternatifin seçilmesine dayanır. Bir başka deyişle, elde edilmesi hedeflenen alternatif ideal çözüme yakın ancak negatif ideal çözümden uzak olmalıdır. Bu yöntemde ilk aşama karar matrisi oluşturulması, ikinci aşama ise bu karar matrisi üzerinden normalize edilmiş karar matrisinin elde edilmesi ve ağırlıklandırılmasıdır. Sonrasında ideal ve negatif ideal çözüme olan uzaklıklar hesaplanır. Son adımda, her alternatif için göreceli puan hesaplaması yapılarak alternatiflerin sıralaması gerçekleştirilir. Buradaki alternatiflerin belirli kriterlere yönelik olarak sıralaması yapılır (Önder ve Yıldırım, 2015).

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi, karar verme sürecinde nitel ve nicel faktörleri bir arada değerlemeye yarayan basit ve uygulaması kolay bir ÇKKV yöntemidir. AHP her türlü karar problemi için amaç, kriter ve gerekirse alt kriterler ile alternatiflerden oluşan bir hiyerarşik modelleme kullanır. Hiyerarşik model dolayısıyla, problemler basit, kolay anlaşılır ve kolay çözümlenebilir bir duruma çevrilmiş olacaktır. Bu sebeple, karmaşık ve anlaşılması güç karar problemlerinin çözümlenmesinde tercih edilmektedir. AHP yöntemi uygulanırken kullanılan bu hiyerarşik yapıda temel olarak en tepede problemin amacı yer almaktadır. Bu amacın altında ise, kriterler ve varsa alt kriterler ile bunların birbiri arasındaki bağı yer alır. Üçüncü seviyede ise, ilgili karar probleminde seçimi gerçekleşecek olan alternatiflere yer verilir. Hiyerarşik yapının oturtulmasından sonra ise, bu hiyerarşideki her bir öğeye ikili karşılaştırmalar aracılığıyla göreceli bir üstünlük hesaplaması yapılması sağlanır. Bu karşılaştırmalarda verilebilir değerler ise, 1 ile 9 arasındaki bir tamsayıyı teşkil eder. Bu tamsayılar ise 1' den 9' a doğru

artan bir önem skalasını temsil eder. Aradaki değerler ise; 2, 4, 6 ve 8 ile ifade edilir. Mesela, karar verici 1 ya da 3 değerlerinden hangisini vermesi gerektiği yönünde kararsız kalırsa 2 değerini kullanmaktadır (Ersöz ve Kabak, 2010).

Analitik Ağ Prosesi (Analytic Network Process - ANP) Modeli, AHP' ye benzer bir işleyişe sahip olup aradaki fark modellemeye faktörler içi ve arası ilişkiler ağ benzeri bir bağımlılık yapısı ile gösterilmesi olarak ifade edilebilir. Benzer şekilde Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiş olan bu modelde problemin tek bir yöne bağlı kalınarak modellenmesi zorunluluğu ortadan kaldırılmıştır (Ersöz ve Kabak, 2010). Buna rağmen yapılan hesaplamalar AHP' dekine göre daha uzun sürer ve hesaplamasında zorluklar içermektedir. Örneğin, süpermatris yapısının sürekli kare alınarak hesaplanması gerekmektedir. AHP ile bu yöntem kıyaslanırsa, aralarındaki en temel farklılıklardan biri, modellemeye kullandıkları yapıdır. Bu yapı sayesinde AHP aynı seviyedeki kriterlerin birbirinden bağımsızlığı gözetirken, AAS' de aynı seviyedeki kriterler arasındaki bağımlılık da dikkate alınmaktadır. Her iki model de hem nitel hem de nicel varlıkların bir arada karşılaştırılması ve ölçümlenebilmesi için kullanışlılık arz etmektedir. AAS modelindeki adımlar ise şu şekildedir; karar probleminin tanımlanması, bağımlılıkların tespit edilmesi, ikili karşılaştırmaların yapılması, süpermatrisin oluşturulması, limit süpermatrisin oluşturulması ve en iyi alternatifin seçilmesidir (Önder ve Yıldırım, 2015).

Analitik Ağ Prosesi (Analytic Network Process - ANP) Puanlama Yöntemi, AHP' ye benzer bir yapı teşkil etmekle birlikte, AHP' deki alternatif sayısında sınır olarak görülen 9 değerinin aşılması durumu ile karşı karşıya kalındığında, karar verici için son derece yorucu olacak olan ikili karşılaştırma matrisi kullanılması yerine puanlama kullanmanın daha uygun olduğunu savunur. Bu yöntemde kriterlerin ya da mevcut alt kriterlerin uygun şekilde bölümlere ayrılarak puanlanması sağlanır. Her bir kriter alt kriter bölümüne uygun bir puan aralığı belirlenmesi sağlanır. Alternatifler için bu yolla sayılarına bakılmaksızın bu puan aralıklarına göre toplam puanlar hesaplanarak amaca uygun şekilde sıralanmaları sağlanmaktadır (Ersöz ve Kabak, 2010).

ELECTRE (ELimination Et Choice Translating Reality) Yöntemi, çok seçenekli bir modelde seçeneği seçmede karar problemine uygulanan çözümü optimize etmek amacıyla kullanılan matematiksel işlemlere dayalı bir tekniktir. ELECTRE Yöntemi, kriterler üzerinden alternatifler arasında yapılan ikili üstünlük karşılaştırmalarına dayanmaktadır. ELECTRE Yöntemi, problemin ele alınışına göre, seçim, sınıflama ve sıralama şeklinde kendi içerisinde üç başlık altında dikkate alınır. Günümüzde ELECTRE I – II – III ve IV olmak üzere dört çeşidi mevcuttur. İçlerinden ilk yöntem olarak göze çarpan ELECTRE I, seçim sorununa cevap verebilmek amacıyla geliştirilmiştir. Seçim problemi söz konusu olduğunda, bu yöntem ile çözümü sağlayan en uygun seçenek kümesi arasından seçim işlemini yapabilmek için kullanılır. ELECTRE I ve IV arasındaki tek fark ise, kriter bazlı eleme şeklidir; öyle ki, bir alternatif diğer alternatiften tek bir kriter bazında daha kötü performans sergiliyorsa, diğer kriterlere bakılmaksızın bir üst seviyeye yükseltme işlemi yapılmaktadır ve bu alternatif diğerinden daha üst seviyede kabul edilmiş olur. Altmışlı yılların sonlarında ise, medya ile ilgili problemlerle yüzleşmede kullanılmak üzere ELECTRE II ortaya çıkartılmıştır. Bu yöntem ise; sıralamayı kullanarak karar problemlerini çözümleme yolunu kullanır; en iyi alternatiften en kötü alternatife doğru alternatiflerin sıralanması şeklinde bir modelleme prensibiyle çalışır. ELECTRE II' nin geliştirilmesinden birkaç yıl sonra ise; yine sıralama problemlerinde uygulanmak üzere ELECTRE III ortaya çıkartılmıştır. Ancak ELECTRE III yöntemi, pay, kriterler ve sıralama derecesi kullanılması yönünden ELECTRE II' den farklılık göstermektedir. ELECTRE III yönteminin özellikle çevre ve enerji yönetimi ile stratejik planlama alanlarında ağırlıklı olarak kullanıldığı görülmektedir. ELECTRE III' ün kullanılmaya başlanmasının sonrasında ise; Paris metro ağı ile ilgili bir karar problemini çözmek üzere ELECTRE IV yöntemi ortaya çıkartılmıştır. ELECTRE IV' ün işleyişindeki farklılık ise; alternatiflere puan ataması yapılmadan kısmi bir düzen kurularak alternatif seti üzerinde sıralama yapılmasını desteklemesidir. Ayrıca ELECTRE IV, kriterlere bağlı ağırlıklandırmalar gibi göreceli önemi gösteren değerlere ihtiyaç duymamaktadır. Sıralama problemleri için, ELECTRE yöntemleri içerisinde en çok tercih edilen ise; ELECTRE III yaklaşımıdır (Önder ve Yıldırım, 2015). ELECTRE yönteminin kullanılması durumunda uygulanması

mevcut adımlar ise; karar verici çok sayıda nitel ve nicel kriteri karar sürecine dahil eder, kriterleri amaçlarına yönelik olarak ağırlıklandırabilir, kriterlerin verimlilik ölçülerinin büyüklüklerini seçebilir ve ortaya çıkan ağırlıklarını toplayarak en uygun alternatifi belirleyebilir (Ersöz ve Kabak, 2010).

PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations – Zenginleştirme Değerlendirmeleri için Tercih Sıralama Organizasyon Yöntemi), 1980’ li yılların başlarında Brans tarafından geliştirilmiş olup çoğunlukla yer seçimi problemlerine uygulandığı görülmüştür (Ersöz ve Kabak, 2010). Çok kriterli bir karar probleminde seçenekler arasında sıralama mantığına dayanan PROMETHEE Yöntemi için ilk olarak 1982 yılında Kanada’ da yapılan bir konferansta, PROMETHEE I (alternatiflerin kısmi sıralaması) ve PROMETHEE II (alternatiflerin tam sıralaması) olarak iki farklı model şeklinde tanıtılmıştır. Bu iki yöntemi, birkaç yıl sonrasında; PROMETHEE III (aralıkları temel alarak sıralama), PROMETHEE IV (sürekli durumlarda gerçekleştirilen çözüm), PROMETHEE V (bölümlendirilme kısıtlarını gözetin çözüm) ve PROMETHEE VI (insan beyninin temsilini gerçekleştiren çözüm) şeklindeki versiyonları ise, Brans ve Mareschall tarafından ortaya konulmuştur. PROMETHEE yöntemi, kolay bir kullanıma sahip olup; bankacılık, finans, üretim, tedarik zinciri, ulaştırma ve lojistik, turizm, sağlık, işgücü planlama, kimya, tıp gibi çeşitli alanlarda kullanıldığı görülmektedir. Bu yöntem, temel olarak seçim ve sıralama problemlerinde karar vericinin isteğine en uygun seçimin yapılabilmesini sağlamak amacıyla bir çok ölçütlü önceliklendirme yöntemidir. Mevcut ÇKKV yöntemlerinin uygulanmalarındaki zorluklardan yola çıkılarak bu zorlukları elemek amacıyla geliştirilmiş ve işleyişinde önceliklendirmeye dayanan bir yöntemdir. Bu yöntem mevcut bir karar problemindeki alternatifleri önceden belirlenmiş olan bir karar problemi yapısı içerisinde, tercih fonksiyonlarına göre sayısal değerlendirmeler yaparak alternatifleri ikili olarak karşılaştırır, kısmi ve tam sıralama yapma olanakları sunarak optimum sonuca ulaşılmasını sağlar. PROMETHEE yönteminin işleyiş adımları ise, spesifik olarak şu şekildedir; birinci adımda karar vericinin kriterleri, alternatifleri ve kriter ağırlıklandırmalarını belilemesi sağlanır, ikinci adımda tercih fonksiyonlarının açığa çıkarılması

sağlanır, üçüncü adımda ortak tercih fonksiyonlarının ve indekslerinin belirlenmesi sağlanır, dördüncü adımda pozitif ve negatif üstünlük değerleri hesaplanır, beşinci adımda alternatiflerin kısmi sıralamaları gerçekleştirilir, altıncı adımda ise net öncelik değerleri hesaplanır, son olarak yedinci adımda alternatiflerin tam sırasının belirlenmesi sağlanır (Önder ve Yıldırım, 2015).

MAUT (Multi Attribute Utility Theory) Yöntemi, günümüzde karmaşık yapıdaki karar problemlerinin çözümlenmesinde kullanılan bir ÇKKV yöntemidir. AHP ile benzer şekilde nitel ve nicel kriterler birlikte kullanılarak alternatiflerin değerlendirilmesi sağlanmaktadır. Kriterlerin herkes tarafından anlaşılır biçimde kolaylıkla değerlendirilmesinin sağlanabilmesi için, 5' lik, 10' luk, 100' lük şeklinde bir puanlama sistemine başvurulabilir ve bu değer skalaları en yüksek değer en iyi gösteren şekilde ifade edilir. Değerlendirmelerde AHP' ye benzer olarak ikili karşılaştırmalar kullanılır. Bu karşılaştırmalar yapılırken bir alternatifin diğerine göre ilgili kriter bazında ne kadar kötü ya da iyi olduğu dikkate alınır. MAUT yönteminin uygulanmasında izlenen adımlar ise şöyledir; birinci adımda karar probleminde yer alacak olan kriterlerin belirlenmesi sağlanır, ikinci adımda önceliklerin belirlenmesini sağlamak üzere ağırlıklandırma değerlerinin belirlenmesi sağlanır, üçüncü adımda ikili karşılaştırmalar göz önüne alınarak buna uygun kriter değerlendirme ölçülerinin (5'lik gibi) belirlenmesi sağlanır, dördüncü adımda değerler karar matrisi üzerinde işlenerek normalizasyonun yapılması sağlanır, beşinci adımda ise normalizasyonun ardından fayda değerlerinin saptanması sağlanır (Konuskan ve Uygun, 2014).

UTADIS (Utilities Additives Discriminantes) Yöntemi, 1982 yılında Jacquet-Lagrange ve Siskos tarafından MAUT yöntemine alternatif olarak önerilen bir ÇKKV yöntemidir. Regresyona dayalı bir yöntemdir, karar vericilerin tercihlerine optimum seviyede uygunluk içeren fayda fonksiyonlarını elde etmek için doğrusal programlama tekniklerine başvururlar. Bu tekniğe göre, karar verici belirli kısıtları içeren bir fayda fonksiyonu oluşumu üzerinden ilerleyerek matematiksel hesaplamaları tamamlaması sonrasında, karar problemindeki amaca en uygun optimum düzeyde çözümü sağlayabilen alternatifin seçilmesi şeklinde

bir yaklaşıml sunmaktadır. Fayda fonksiyonu toplamsal (additive), ağırlıklı toplamsal (weighed additive), çarpımsal (multiplicative), logaritmik toplamsal (log additive), yarı toplamsal (quasi additive), gibi birçok farklı biçimde oluşturulabilmektedir. Ancak fayda fonsiyonunun oluşturulmasında en sık kullanılan model ise; kullanım kolaylığından dolayı, toplamsal model olmuştur (Önder ve Yıldırım, 2015).

Leksikografik Yöntem, uygulama aşamasında karar verici için en önem arz eden ölçütün belirlenmesi sonrasında, alternatifler arasında değerieme yapılarak bu ölçüte göre hangi alternatifin en yüksek değere sahip olduğu belirlenir. En önemli ölçütlerde birden fazla alternatifin en iyi değere sahip olması durumunda, diğer alternatifler elenerek elde kalan alternatifler üzerinde yöntemin uygulanmasına devam edilir. Eşitliği bozmak için ikinci bir ölçüt seçilerek onun üzerinden karşılaştırmaların yapılması sağlanır. Eldeki alternatiflerden hangisi bu ölçüt bakımından üstünse onun seçimi gerçekleştirilir. İkinci ölçüt için yapılan karşılaştırmalar sonucunda da eşitlik devam ederse, üçüncü bir ölçüt benzer şekilde belirlenerek alternatif karşılaştırılmasına devam edilir, sonuç olarak bir alternatif seçilinceye dek bu işlemler tekrar tekrar devam eder. Bu yöntemin sağladığı avantajlar ise; ölçeklendirilmemiş karar matrisinin kullanılabilir olması, son aşamada net bir karar sonucu elde edilir olması ve karar vericinin subjektif tercihini ölçütler üzerine yansıtabiliyor olmasıdır (Ersöz ve Kabak, 2010).

Maksimin (Kötümserlik) Yöntemi, alternatiflerin performansını en zayıf ya da güçsüz olması ölçütünü dikkate alarak ortaya koyar. Bu noktada karar verici, hangi ölçütün toplam performans üzerinde etkili olduğu bilgisine sahip değilse, kötümser davranış sergileyerek kötünün iyisini seçmeye yönelir. Diğer bir deyişle, ölçütler arasındaki minimum değerlerin maksimumunu seçmeyi temel alan bir modellemeyi öne sürer (Ersöz ve Kabak, 2010). Maksimin kriterinin karar vermedeki avantaj sağlayıcı özelliği, gerçekleşmesi muhtemel olan en yüksek kazancı sağlayacak şekilde seçim yaptırıyor olmasıdır. Ancak, bu yöntem olayların gerçekleşme olasılıklarını gözardı ettiğinden, gerçekleşme olasılığına göre bir

başka alternatifin seçilmesi sonucu elde edilebilecek daha yüksek bir kazancın yitirilmesine de sebebiyet verebilir (Önder ve Yıldırım, 2015).

Maksimaks (İyimserlik) Yöntemi, alternatiflerin performansını en güçlü ya da iyi olması ölçütünü dikkate alarak ortaya koyar. Bu noktada karar verici, hangi ölçütün toplam performans üzerinde etkili olduğu bilgisine sahip değilse, iyimser davranış sergileyerek iyi olan seçenekler arasından seçimini yapmaya yönelir. Diğer bir deyişle, ölçütler arasındaki maksimum değerlerin maksimumunu seçmeyi temel alan bir modellemeyi öne sürer (Ersöz ve Kabak, 2010). Maksimin için yapılan eleştiriler Maksimaks için de geçerlidir (Önder ve Yıldırım, 2015).

Çalışmada Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) ve Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) olarak ayrılan bu iki grup genel olarak birbiri ile karşılaştırılırsa; kriterlerin tanımlanması açısından, ÇAKV amaçlar üzerinden tanımlama yaparken, ÇÖKV nitelikler üzerinden tanımlama yapılmasına olanak tanımaktadır. Amaçların tanımlanması ÇAKV’ de açık ve belirgin şekilde yapılır; ÇÖKV’ de ise, dolaylı yoldan üzeri örtük bir biçimde yapılabilmektedir. Niteliklerin tanımlanması ise; ÇAKV’ de örtük olarak yapılırken, ÇÖKV’ de açık ve belirgin şeklindedir. Alternatifler ÇAKV’ de sonsuz sayıda ve sürekli olup önceden tanımlanmaz ve süreç esnasında belirlenir; ÇÖKV’ de ise sonlu sayıda ve ayrık yapıdadır, süreç esnasında ortaya çıkmaz, önceden tanımlanmıştır. Kullanım amacı ya da diğer bir bakış ile uygulandığı problem türü açısından bu iki grubu karşılaştırmak gerekirse; ÇAKV tasarım türü için kullanılır iken, ÇÖKV’ deki amaç seçim ve değerlendirmedir (Ersöz ve Kabak, 2010). Bu nitelikler göz önüne alındığında; bu çalışmada kullanılacak olan karar problemi nedeniyle, kullanılması gerekli olan yöntemin kullanım amacının seçim ve değerlendirme olması, karar probleminde sonlu sayıda alternatif olması, alternatiflerin birbirinden ayrık özellikte olması, alternatiflerin süreç esnasında belirginleşmeyip önceden tanımlanmış olması gereklidir; bu nedenle, ÇÖKV grubundaki yöntemlerin bu çalışmada kullanılması uygunluk kazanmıştır; dolayısıyla, ÇAKV grubundaki yöntemlerin hiçbirisi bu çalışmada kullanılabilirliği açısından değerlendirmeye dahil olmamaktadır.

ÇÖKV grubundaki yöntemleri kendi aralarında karşılaştırarak aralarından birini bu çalışmada kullanılmak üzere seçmek gerektiğinde ise; öncelikle, ELECTRE yöntemlerinin kullanım çerçevesinden bahsedilirse; kriterlerin performanslarının farklı birimlerle ifade ediliyor olması ve karar vericinin bu performansları hesaplamasının zor ve karmaşık bir orta ölçek ile tanımlamak istememesi durumunda, küçük farklılıklar önemsiz olup küçük farkların toplamı karar probleminin sonucunu belirlemede önemli olması durumunda; ya da alternatiflerin sıralanmasının gerçekleştiği ölçekte farklılıkların karşılaştırılmasının zor olduğu noktalarda aralık ölçeklerle değerlendirme yapılmasının gerekmesi durumunda ELECTRE yöntemi tercih edilebilir. Ancak tüm kriterlerin aynı aralıkta ve sayısal ölçeklerde olması durumunda bu yöntemin kullanılabilir olması zorunluluğu ELECTRE yönteminin dezavantajıdır (Önder ve Yıldırım, 2015).

PROMETHEE yönteminin kullanılabilmesi için şu noktaları göz önünde bulundurmak gereklidir; karar verici tüm kriterler için iki alternatif arasındaki önceliği belirtebilmelidir, kriterlere verdiği önemi oranlı bir ölçek üzerinden belirtmelidir, kriterlere verdiği ağırlıklar ile kriterler arasında verdiği ödünü ifade edebilmelidir, tüm kriterlere verilen değerler arasındaki farklar anlamlı olmalıdır, öncelik ilişkileri kurulurken kriterlerin değerleri arasındaki farklarda uyumsuzluk söz konusu olmamalıdır, ayrıca karar vericinin kriterler için belirlediği ağırlıkları gösteren bilgi ile alternatifler karşılaştırılırken kullanılan kriterler bakımından her bir tercih fonksiyonlarına ait bilgi mevcut olmalıdır. Bu zorunluluklar yanında bir dezavantaj ise, PROMETHEE yönteminde, her bir kriter için ayrı bir tercih fonksiyonunun tanımlanması gerektiğidir (Önder ve Yıldırım, 2015).

Sonuçta, bu çalışmada kullanılmak üzere bir yöntem belirlemek için, ağırlıkların belirlenmesi konusunda en çok kullanılan yöntemlerden biri olan AHP ile PROMETHEE kıyaslanırsa; PROMETHEE ağırlık belirlemede bir kılavuzluk sağlamaz, karar vericinin ağırlıkları kriterlere uygun bir biçimde dağıttığını varsayar (Önder ve Yıldırım, 2015). Bu da karar vericiye gerçekleştirdiği

ağırlıklandırma işlemlerinde ekstra bir yük getirir. Tutarlılık kontrolü açısından ele alındığında ise; AHP ve ELECTRE yöntemleri tutarlılık kontrolü yapılmasını sağlarken; TOPSIS ve SAW yöntemleri, işlemlerde tutarlılık kontrolü gerçekleştirmemektedir (Thor, Ding ve Kamaruddin, 2013). MAUT ve UTADIS yöntemlerinde de tutarlılık kontrolü için bir adım bulunmamaktadır. Bu çalışmada kullanıcıdan etkileşimli olarak değer alınacağından tutarlılık kontrolünün olması beklenmektedir. Bu nedenle AHP ve ELECTRE' nin tutarlılığın kontrolünün de yapılması açısından kullanılmaya uygun yöntemler olduğu görülebilmektedir. Tüm kriterlerin aynı aralıkta ve sayısal ölçeklerde olması durumunda ELECTRE yönteminin kullanılabilirliği zorunluluğu ELECTRE için bir dezavantajdır (Önder ve Yıldırım, 2015). AHP ve ANP yöntemleri karşılaştırıldığında ise; ANP yönteminde alternatifler ve kriterler arasındaki ağ yapısı şekline dönüştürülebilen bağımlılıkların olmadığı problemlerde, ANP kullanılması önerilmez; çünkü hesaplamalarda süpermatrisin birçok defa karesi alınır ve zaman kaybedilir. Bu da AHP ile çözülebilir bir problemin yöntemi olarak ANP kullanılması durumunda hesaplama uzunluğu ve süre açısından bir dezavantaj oluşmasına yol açar (Önder ve Yıldırım, 2015). Öte yandan, Maksimaks ve Maksimin gibi basit yöntemler olarak değinilen ÇKKV yöntemleri de karmaşık yapıdaki problemlerin çözümü için elverişli olmadığından ve olasılık değerlendirmesini dikkate almadıklarından; bu çalışmadaki karar problemi için yeterli değildir. Buradan yola çıkılarak, AHP yönteminin tercih edilmesinin gündeme gelmesi söz konusu olabilmektedir. AHP' nin avantajlarına bakıldığında da, bu çalışmada gerek duyulan özellikleri içerdiği görüldüğünden, AHP yönteminin kullanılması uygun olduğu tespit edilebilmektedir. Bunlardan bahsetmek gerekirse, AHP' nin sağladığı en önemli avantajlardan birisi, hiyerarşi yapısı ile büyük ölçekli problemleri çözümlemeyi önerdiğinden karmaşık karar problemlerini dahi hiyerarşide küçük parçalara bölerek yönetilebilir, anlaşılabilir, baş edilebilir ve çözümlenebilir bir forma dönüştürmüş olur. Kantitatif ve kalitatif değerleri de bir arada değerlendirmeye katabilmektedir. AHP yöntemi, uygulaması kolay, basit ve anlaşılabilir bir yaklaşım sunar. AHP birçok değerlendirme kriterini de değerlendirmeye katmayı sağlayabilen esnek bir modelleme aracıdır. Bu özelliklerinden dolayı AHP bu çalışmada kullanılması muhtemel bir yöntem olmuştur.

1.1.2. AHP' nin Kullanım Alanları

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), günlük hayatta çok sayıda kriterleri dikkate alarak karar verilmek üzere ele alınacak olan bir karar probleminde yer alan alternatifleri değerlendirebilmede ve karar vericiye bir sonuç elde etmesinde yardımcı bir çözüm sağlamada kullanılır. Alternatifleri değerlemede hem soyut hem de somut varlıkların matematiksel değerler üzerinden rakamlar aracılığıyla bir tutarlılık düzeyi çerçevesinde karşılaştırılmasını sağlamada kullanılır. Kısacası, günlük hayatta kompleks ve riskli bir karar verilebilmesi için, çok sayıda kantitatif ve kalitatif faktörün birbiri ile karşılaştırılması gerektiğinde kullanılır. Çok Kriterli Karar Verme(ÇKKV)' de; finans, yatırım, üretim, stok planlama, satış tahmini gibi birçok belirsizlik ve risk içeren durumlarda karar verebilmek için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir.

AHP yönteminin Thomas L. Saaty tarafından ilk kez 1971 yılında olasılık planlama problemleri çözümlemede kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmanın sonrasında, AHP yöntemi 1972 yılında ülke ekonomisine katkıda bulunma payı dikkate alınarak firmalara elektrik dağıtımı projesinde kullanılmıştır. Daha sonra, 1973 yılında Sudan ulaşım projesinde kullanılan bu yöntem, 1974-1978 yılları arasında daha da geliştirilerek son haline ulaşmış ve 1980 yılından günümüze kadar bu haliyle; hedef pazar seçimi, ürün belirleme, pazarlama karması belirleme, tüketici tercihleri belirleme, üniversite bütçesi hazırlama, kaynak tahsis etme, orta büyüklükteki hastanede sermaye bütçesine yönelik kararlardan emekliler için yatırım kararlarına, ABD' de yaşanabilecek en uygun ili belirlemeden ekonomik, sosyal, politik göstergeler değerlendirilerek ülke, il, ilçe gibi farklı büyüklükteki yerleşim noktalarının gelişmişlik sıralamalarına kadar birçok alanda kullanılmaya devam etmiştir (Topel, 2006). AHP' nin kullanım alanları Anık (2007) tarafından gerçekleştirilen literatürdeki bir çalışmada aşağıdaki şekilde özetlenmektedir :

- Ekonomi ve Yönetim Problemleri : performans analizi, veritabanı seçimi, ürün tasarımı ve üretim, yatırım - finans ve muhasebeye dayalı konular, karar desteği sağlama, politika, pazarlama, strateji geliştirme ve planlama,

risk analizi, kaynak sağlama, tesis lokasyon belirleme, ulaştırma ve lojistik ile tahminleme alanlarında,

- Politik Problemler : silah sektörü ve savunma, politik adaylık, küresel etkileri analiz etme, güvenlik sistemi değerlendirme, uluslar arası görüşmeler ve uyuşmazlıklar, toplum ve işçilik sektörüne yönelik politikalar, komplo teorileri gibi alanlarda,
- Toplumsal ve Sosyal Problemler : eğitim, hukuk, çevre, tıp, sağlık, nüfus ve kamu sektörü gibi alanlarda,
- Teknolojik Problemler : Bilgisayar ve bilgi seçimi, uzay araştırmaları, teknoloji transferi, pazar ve portföy seçimi gibi alanlarda kullanıldığı belirtilmiştir.

Literatürde yer alan diğer tez ve projeler ile makaleler incelendiğinde ise; Analitik Hiyerarşı Prosesi (AHP)' nin pek çok kullanım alanına rastlanmaktadır. Bunlardan bazılarına özet olarak değinmek gerekirse; şimşek (2015), AHP ve Bulanık Analitik Hiyerarşı Prosesi (BAHP) yöntemlerinin insan kaynağı seçiminde kullanılmasına yönelik güvenlik sektöründe bir uygulama üzerinde çalışmıştır. Doğan (2004), mayın avlama gemisi seçmeye yönelik çok kriterli bir karar verme süreci için AHP yöntemini uyguladığı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bulut (2017), Türkiye' deki bankaların ekonomik, çevresel ve sosyal gösterge ve alt göstergeler üzerinden karşılaştırılarak sürdürülebilirlik performanslarını ölçerek ortaya koymaya yönelik çok kriterli bir karar verme modeli oluşturmuş ve çalışmayı hazırlarken AHP yaklaşımını kullanmıştır. Aslan (2017), alışveriş merkezleri için yer seçimi yapmak amacına yönelik çok kriterli bir karşılaştırma ve değerleme mekanizmasını AHP kullanarak gerçekleştirme doğrultusunda bir çalışma yapmıştır. Lesani (2016), petrol ve gaz ekipmanı imalatı gerçekleştiren firmaların kurumsal kaynak planlama yazılım paketini seçmeye yönelik karar vermede AHP yaklaşımını kullanmayı içeren bir çalışma gerçekleştirmiştir.

Tatar (2015), Bilgi güvenliği standartlarını karşılaştırmada AHP yönteminin kullanılmasına yönelik bir çalışma yapmıştır. Çalışmada yaygın olan bilgi güvenliği standartlarına yer verilmiş olup, bu standartlardaki ortak kriterler tespit edilmiş, sonrasında Expert Choice uygulaması kullanılarak alternatiflerin değerlendirilmesi sağlanmıştır. Sonuç olarak, elde edilen kriter değerlemeleri dikkate alındığında; COBIT, ISO 27001 ve ITIL' a göre üstünlük sağlamış; ancak, ISO 27000 güvenlik standartları COBIT ve ITIL' dan üstün olacak şekilde sonuç elde edilmiştir. Bu sebeple çalışmanın sonunda, standartlardan herhangi birinin tek başına kullanılması yüzde yüz bilgi güvenliği başarısı getiremediğinden, çalışmada kapsamında bu standartları bir araya getirip tek bir çatı altında toplayabilecek bir yol haritası hazırlanarak sunulmuştur.

Talebi (2014), spor merkezinde hizmet kalitesini geliştirmek amacıyla Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) ve Bulanık AHP yönteminin kullanıldığı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Türkiye' de ve yurt dışında gittikçe yaygınlaşmakta olan spor merkezlerinde hizmet kalitesi ve müşteri memnuniyetinin değer kazanmaya başlaması motivasyonu ile birlikte, çalışmada spor salonlarının hizmet kalitesini artırmaya yönelik Bulanık AHP, SERVQUAL, KFY vb. çeşitli yöntemler uygulanmış ve müşteri ihtiyaçları araştırılarak müşteri memnuniyetini ve hizmet kalitesini artırmaya yönelik uygulama gerçekleştirilmiştir. 21 adet ana müşteri ihtiyaçlarının tespit edilmesi sağlandı.

Altay (2014), en iyi yat kategorisinin belirlenmesini sağlamaya yönelik AHP yönteminin uygulanması konusunda bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu yöntemi yat kriterlerinin önceliklendirilmesinde kullanan Altay, çalışmasında klasik AHP' deki dört seviyeli hiyerarşik yapıya dahil olan amaç, ana kriterler, ana kriterlere ait alt kriterler ve bu kriterler üzerinden değerlendirmesi yapılacak alternatifler ile çalışmayı gerçekleştirmiştir. Çalışmada yer verilen yat kategorileri olan alternatifler; standart, lüks, delüks ve ekonomi olarak dört adet kategoriden oluşmaktadır. Çalışmada belirlenen çeşitli ana ve alt kriterler üzerinden değerlendirmeyi yapmak üzere, ilgili alanda tecrübe sahibi olan operatörler ile müşterilerin görüşlerine başvurulmuş ve sonuç elde edilmiştir.

Kılıç (2015), İstanbul Boğazı'nda yaşanması muhtemel deniz kazalarına yönelik risk analizi yapmada Bulanık AHP yaklaşımını kullanmıştır. Çalışma kapsamında belirtildiği üzere, deniz kazalarına insan, çevre ve gemi kaynaklı pek çok etken yol açabilmekte ve bu etkenlerin birbiri arasındaki korelasyonu sebebiyle sayısal olasılık hesaplamalarının doğru sonuç vermeyeceği bu sebeple insan muhakeme yeteneğine ihtiyaç duyulduğu ve bu doğrultuda da AHP yönteminin kullanımının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Ancak AHP anket sisteminde kesin değerler ile kriterlerin karşılaştırılmasının yapılması gerekliliğinden ve çalışmada karşılaştırma matrisi birimlerinin çok riskli, daha çok riskli gibi dilsel değerlerden oluşturulması hedeflendiğinden, çalışmada yöntem olarak Bulanık AHP kullanılmıştır. İstanbul Boğazı' nın kendine özel yapısı nedeniyle değerlendirmelerde yüksek uzmanlık seviyesi gerektiğinden, bu konuda uzman 10 kişi ile anket yapılmıştır ve anket sonuçlarında elde edilen değerler üzerinden Bulanık AHP yöntemi uygulanmış ve İstanbul Boğazı'nda deniz kazalarına neden olan ana ve alt kriterlerin tümünün ağırlıkları tespit edilmiştir. Çalışma, boğazda bulunan birçok risk kriterinin değerlendirilmeye alınması ile deniz kazalarının analiz edilmesini sağlamış olup İstanbul Boğazı' nda gemilerin yol açtığı kaza riskini azaltmada kullanılabilecek bir kaynak niteliği göstermektedir.

Koyun (2014), AHP yönteminde yüksek tutarlılık gösteren matrislerin oluşturulmasına yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada tutarsızlığa yol açan sebepler araştırılmış ve tutarlı matris elde edilmesine yönelik bir süreç önerilmiştir.

Ahmed (2014), Bulanık AHP ile ilgili öne sürülmüş algoritma performanslarını karşılaştırılmıştır. Çalışmada yer verilen beş algoritma; “Logaritmik En Küçük Kareler Yöntemi (LEKKY), İyileştirilmiş LEKKY, Bulanık Boyut Analiz (BBA), İyileştirilmiş BBA ve Buckley'nin Geometrik Ortalama Yöntemi (BGOY)” olup kalan dört algoritma, “Geometrik Ortalama Yöntemi (GOY), Aritmetik Ortalama Yöntemi (AOY), Satır Toplamı Yöntemi (STY) ve Sütun Toplamının Ters Yöntemi (STTY)” şeklinde belirtilmiştir.

Yücesoy (2013), Bulanık AHP yöntemini kullanarak üniversite kampüslerinin karşılaştırılmasına yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. İdeal üniversite kampüsü elde edebilmek için hangi kriterlerin göreceli önem derecesine sahip olduğunun tespit edilebilmesi için, şehir planlaması uzmanları ile anket gerçekleştirmiştir. Bu karşılaştırmada dikkate alınması gereken birden çok ölçüt bulunduğundan, çok kriterli karar vermede en fazla tercih edilen yöntemlerden birisi olan AHP yöntemi tercih edilmiştir. Alternatif olarak Ankara’da faaliyet gösteren altı adet üniversite karşılaştırılmış ve 12 adet kriter karşılaştırmada kullanılmıştır. Anket sonuçlarına göre en önemli kriterlerden biri “Kampüs Konumu” olarak belirlenmiş, “Erişilebilirlik”, “Kampüsün Esnekliği” gibi diğer bazı kriterlerin de yüksek önem derecesine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışma sonucu, yeni bir üniversite kampüsü kurulmak istendiğinde hangi kriterlerin dikkate alınabileceğine dair bir kaynak oluşturmaktadır.

Nanehkaran (2013), AHP yöntemi yardımıyla elektronik ticaret hizmet kalitesinin değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada elektronik ticaret ve web site tasarımı üzerine bir anket yapılmış olup altı uluslararası ayakkabı firmasının web siteleri Expert Choice uygulaması kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Vahed (2012), maden havalandırması konusunda fan ve eğitim açısı seçimi gerçekleştirmeye yönelik AHP ve Nöro-Bulanık algoritmasını kullandığı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonucunda her iki yöntemin aynı sonucu verdiği görülmüştür. Buradan yola çıkılarak da karmaşık ve belirsiz veriler ile karar vermede Nöro-Bulanık algoritmanın da kullanılabileceği sonucu elde edilmiştir.

Kadıoğlu (2011), AHP tabanlı olarak tek nükleoid polimorfizmi önceliklendirmesi ile elde edilen performans parametrelerinin Alzheimer hastalığı verilerinin belirlenmesi konusunda çalışma yapmıştır.

Uyanık (2011), bir tedarikçi değerlendirme uygulaması üzerinden Hibrid Gri İlişkisel Analiz ve Bulanık AHP yöntemlerini karşılaştıran bir çalışma yapmıştır. Günümüzde satın alma ve kaynak temin etme konusunda en önemli sorunlardan biri haline gelen tedarikçi seçimine yönelik her iki metodun kullanılması ile elde edilen sonuçların karşılaştırılması sağlanmıştır.

Yegin (2009), AHP yaklaşımı ile perakende satınalma sürecinde kullanılabilecek tedarikçi seçimine yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada üç farklı noktada araştırma yapılması hedeflendirilmiştir; Türkiye’ de perakendecilik alanında en uygun tedarikçi seçimi yapılabilmesi için değerlendirilmesi gereken ana kriterlerin belirlenmesi, bu karar sürecine dahil olan kriterlerin arasında nasıl bir hiyerarşik yapı oluştuğunun tespit edilmesi ve kriterlerin öncelik ağırlıklarının belirlenmesidir. Bunun için literatür tarama gerçekleştirilmiş ve ardından telefon mülakatı ve derinlemesine mülakat teknikleri ile veri toplanmıştır. Elde edilen bu verilerle kriterler ortaya çıkarılmıştır ve gruplandırılmıştır, sonrasında en uygun tedarikçi seçimi için hiyerarşik karar modeli geliştirilmiştir. Sonrasında perakendecilik sektöründe hizmet veren satınalma çalışanları tarafından doldurulan anketlerin AHP yaklaşımı ile analiz edilmesi ve kriterlerin göreceli ağırlıklarının belirlenmesi sağlanmıştır. Kriterlerin göreceli ağırlıkları ile “Ürün” kriterinin satınalma kararına etki etmede en yüksek önem derecesine sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Mete (2011), AHP yöntemini kullanarak tedarik zinciri yönetimi konusunda değişim mühendisliği ve Veri Zarflama Analizi yapılmasına yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada televizyon üretimi alanında faaliyet gösteren bir şirkete ilişkin tedarikçi seçimi yapılmış ve Veri Zarflama Analizi yapılarak AHP yöntemi kullanılmıştır. Çalışma için seçilen ürün grubu ekran etiketi olup, bu etiketlerin iyileştirilmesi için fırsatlar değerlendirilmiş ve algoritma önerilmiştir. Önerilen algoritma ile geliştirilen modeller LINDO yazılım uygulamasıyla çözümlenmiştir. Sonrasında, elde edilen ikili karşılaştırma değerleri AHP ile analiz edilmiştir.

Yılmaz (2009), seramik lavabo ürün optimizasyonu için Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Kalite Fonksiyon Yayılımı metodlarına başvurduğu bir çalışma gerçekleştirmiştir. Kalite Fonksiyon Yayılımı metodunun seramik ürünlerde uygulanabilirliğini incelemeye alıp AHP yardımıyla ürünlerle ilgili müşteri beklentilerinin birbiri arasındaki hiyerarşik ilişkileri incelenmiştir ve elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

Aıtzhanov (2016), günümüzde elektrik üretiminde kullanımı gittikçe yaygınlaşan rüzgar türbin santralleri için yer seçimi yapmak amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemi ve Analitik Hiyerarşi Prosesi yaklaşımının kullanılması üzerine bir çalışma yapmıştır. Çalışma kapsamında Analitik Hiyerarşi Prosesi için gerekli kriterleri literatür ve yer seçimine yönelik daha önceki çalışmalardan çıkaran ve bunları ana kriterler altında gruplandıran Aıtzhanov, ArcGIS 10.2 yazılım aracını da coğrafi bilgi analizlerini yapmak için kullanmıştır. Rüzgar ve enerji sektöründen toplam 4 uzman ile anket gerçekleştirilmiş ve buradan toplanan veriler ile kriterlerin ikili karşılaştırılması sonucunda elde edilen değerlerden yola çıkılarak değerlendirme yapılmıştır.

Öztürk (2009), AHP' nin öncelik aralıklarını belirlemek için yeni bir yaklaşım öneren çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada rassal performans üretimi gerçekleştirilmesi sağlanan matrisler kullanılarak literatürdeki diğer yöntemlerle karşılaştırma yapılmıştır.

Tekin (2008), günümüzde çeşitli istatistiksel modellemeler ve insan muhakeme gücüne ve tecrübesine dayalı olarak ilerleyen kredi derecelendirme süreci için farklı iş birimlerinin aktif rol oynadığı görülmektedir. Çalışmada bu farklı birimler arasındaki farklılıkları ortaya koyabilmek için AHP yöntemine dayalı bir bilişim sistemi geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Önal (2006), Manisa' daki bir çamaşır makinası firmasının tedarikçi seçimine destek verecek Bulanık AHP yöntemine dayalı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada üç faza yer verilmiş olup ilk fazda tedarikçi seçimi amacına yönelik ana ve alt kriterler belirlenerek hiyerarşik yapı yaratılmıştır. İkinci fazda, ana ve alt

kriterler ile tedarikçi alternatiflerin ağırlıklarının tespit edilmesi sağlanmıştır. İkili karşılaştırmalar için dilsel değişkenlerin yardımına da başvurulmuştur. Üçüncü fazda ise; üç tedarikçi alternatifi için önceki fazlarda belirlenen kriter ve alt kriterler yoluyla kıyaslamalar yapılması sağlanmıştır ve alternatiflerin öncelik değerlerinin saptanması sağlanarak en iyi tedarikçi seçimi yapılmıştır.

Topel (2006), Klasik Analitik Hiyerarşi Prosesi' ni Bulanık Mantık ve Bulanık Kümeler Teorisi ile bir araya getirerek insan yargılarına dayalı çok kriterli karar verme sürecinde Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi'nin uygulanabilirliği üzerinde inceleme gerçekleştirebileceği bir çalışma yapmıştır. Çalışmada, uygulama olarak ele aldığı bir Veri Tabanı Yönetim Sistemi değerlendirme problemini Klasik AHP ve Bulanık AHP yöntemlerine göre çözerek sonuçlar karşılaştırmış ve elde edilen sonuçlara göre, Bulanık AHP' de bulanık sayı aralığının daraltıldığı ölçüde sonuç Klasik AHP' de elde edilen sonuçtan farklılaştığı görülmüştür ve bazı problemler için ikili karşılaştırmalarda kullanılan dilsel değişkenleri sayısal değerlere dönüştürme amaçlı kullanılan bulanık sayı aralığının sonucu etkileyebileceği tespit edilmiştir.

Özen (2005), Avrupa Birliği iş geliştirme merkezlerine ait performans değerlemesinin yapılabilmesi için Veri Zarflama Analizi ve AHP yöntemlerinin kullanıldığı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Kocaeli, İzmir ve Gaziantep' te yer alan AB iş geliştirme merkezleri KOBİ' lere danışmanlık hizmeti sunmaktadır. Bu merkezlerin performans değerlemesi için Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılırken, anket ve beyin fırtınası veri toplama teknikleriyle elde edilen verilerin hesaplanması için AHP yöntemi uygulanmıştır. AHP yöntemi için kurulacak modelde Excel kullanılmış olup, VZA için Warwick DEA yazılım aracı tercih edilmiştir.

Tunç (2004), AR&GE projelerini sınıflandırmaya yönelik AHP yönteminin kullanılması üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Projelerdeki tasarım aşamasında belirsizliğin gittikçe yükseliyor olması AR&GE projelerinin yönetilmesi zor bir noktaya gelmesine yol açmaktadır. Bu sorunun çözülmesine

yönelik olarak AHP yöntemi kullanılmak suretiyle bir çalışma gerçekleştirilmiş ve projelerin belirlenmiş nitelikler doğrultusunda sınıflandırılması sağlanmıştır. Özellikle bu niteliklerin değerlemesinin yapılabilmesi için uzman bilgisi ve görüşü gerekmekte olduğundan, AHP ile kurulan modelin bu alanda fayda sağladığı görüşü çalışmada paylaşılmıştır.

Başaranoğlu (2003), otomotiv üretiminde kullanılan fabrikalarda bant üretimi yapıldığından, üretim esnasında bir bantta meydana gelebilecek sorun diğer tüm bantları da etkileyerek üretimi durdurur. Bu nedenle bu üretim kaybının önlenmesi için verimliliği artırıcı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu konu ele alınarak verimliliği artırmak için AHP yöntemi yardımıyla bir karar destek sistemine başvurulmuş ve belirli kriterler yardımıyla bu üretim sistemine alternatif sistemler değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirme sonucunda verimliliği en fazla artırmayı sağlayabilecek alternatif “üretim postasında kayıpların azaltılması” olarak belirlenmiştir. Çalışma ile, AHP yöntemi ve karar destek sistemi yardımıyla, bant üretimi ile üretim yapan tesislerde, verimliliği artırmada en iyi alternatifin seçilmesi sağlanarak üretimde verimliliğin artırılması yönünde katkı sağlayabileceği görülmüştür.

Özmehmet (2001), karar destek sistemi üzerinde AHP ve hücre oluşturma tekniklerinin bir araya getirilmesi üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada AHP yöntemini kullanarak geliştirilen karar destek sistemi, üç tip hücre oluşturma yöntemini kullanıcıya sunmaktadır ve belirli performans ölçütlerini dikkate alarak AHP aracılığı ile hücre tasarımı alternatiflerini değerlendirerek en iyi alternatifini kullanıcıya önermektedir.

Uzun (2000), deniz savunmasında optimum suüstü savaş gemisi tipi ve sayısının belirlenebilmesine yönelik AHP ve çok hedefli karar vermede kullanılan Hedef Programlama yöntemlerini kullandığı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada 7 farklı gemi sınıfına yer verilmiş ve alternatifler için öncelik

derecelerinin belirlenerek karşılaştırmaların yapılmasında AHP' den faydalanılmıştır. AHP' de değerlendirme yapılması için kullanılan göreceli ölçek birimleri çok alçak, alçak, ortalama, yüksek, çok yüksek şeklindedir. Kullanılan iki adet model hem çok kriterli karar verme hem de optimizasyon tekniklerinin bir araya getirildiği bir çalışma niteliği taşımaktadır.

Seyhan (2000), HP ve AHP yöntemlerinden yararlanarak tedarikçi seçimi yapabilecek bir entegre uygulama oluşturmuştur. Çalışmada farklı tedarikçi ve malzemelere yer verilmiş olup her malzemeye en uygun tedarikçiyi belirleyebilmek istenmiştir. LINGO yazılımı aracılığı ile ardışık amaç programlama yöntemi uygulanmıştır. Uygulanan model ile hedeflerden sapmalar minimize edilmeye çalışılmıştır.

Cengiz (1995), AHP yöntemi kullanılarak portföy seçimi problemlerinin çözümünü sağlayan bir çalışma yapmıştır. IMKB' de yer alan hisse senetlerinden bir portföy oluşturmak üzere bu yaklaşım kullanılmıştır.

Gül (2017), lojistik dağıtımında ağ oluşturmaya destek sağlamak üzere AHP ve hedef programlama yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada dağıtım ağına etki eden bir faktör olan depo yeri seçimi için AHP ve hedef programlama birleştirilerek çok kriterli optimizasyon modeli oluşturulmak istenmiştir ve en uygun depoların en düşük maliyetle seçiminin sağlanması amaçlanmıştır.

Demirer (2017), güneş enerjisi santrali kurulmasında yer seçimi yapılabilmesi için AHP yöntemi kullanılmıştır. Literatür ve diğer kaynaklardan yapılan taramalar sonucunda 3 farklı yer alternatifleri belirlenmiştir ve AHP hesaplamalarında kullanılacak kriterler tespit edilmiştir. Daha sonra bu alanda 3 uzman tarafından AHP yardımı ile alternatiflerin değerlendirilmesi sağlanmış ve santralin kurulması için yatırımın yapılacağı alternatif tespit edilmiştir.

Türkoğlu (2016), Bulanık AHP yöntemini kullanarak tedarikçi seçimi yapılabilecek bir uygulama üzerinde çalışmıştır. Çalışma için alternatif değerlemede kullanılabilecek kriterler belirlenerek üç farklı tedarikçi alternatifi ile birlikte çalışılmıştır. 4 adet ana kriter ile bu kriterler altında yer alan 12 adet alt kriter çalışmada kullanılmış olup anket aracılığıyla veriler toplanmıştır. Daha sonra, toplanan veriler Bulanık AHP yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Çıkan sonuçlar incelenerek en önemli kriter ve bu kriteri en fazla sağlayabilen tedarikçi tespit edilmiştir. Daha sonra, bu yöntemin gerçekleştirdiği tüm işlemleri gerçekleştirebilen bir bilgisayar uygulaması geliştirilmiştir.

Dinç (2016), imalat sanayisinde bakım stratejisi seçimi yapılabilmesine yönelik AHP yöntemini uygulamıştır. Üretimde kalitenin artırılmasına en uygun bakım stratejisini belirleyerek katkı sağlamayı amaçlayan çalışmada, kriterler ve alternatifler belirlenerek AHP yönteminin içerdiği hiyerarşi ve karşılaştırma matrisleri hazırlanmıştır. AHP yöntemi uygulanarak veriler elde edilmiş ve Expert Choice yazılım uygulaması aracılığıyla bu veriler incelenerek sonuçlar alınmış ve çalışmaya konu olan fabrika için en uygun bakım stratejisi alternatifi belirlenmiştir.

Durak (2016), Türkiye’deki hava kargo taşımacılığı sektöründe yer alan hava kargo firmalarının en uygun havayolu seçimini yapabilmesi amacıyla yönelik AHP yöntemini kullanmıştır. Çalışmada bu amaca yönelik havayolu seçimine etki eden kriterler belirlenmiş olup bu kriterlerin önem derecesi AHP yardımıyla hesaplanmış ve dört havayolu alternatifinden seçim için en uygun olanın belirlenmesi sağlanmıştır.

Karakış (2016), bankaların ticari kredi vermesinde ortaya çıkan davranış şekillerinin Bulanık AHP ve Bulanık Mantık ile TOPSIS yöntemleri üzerinden incelenmesini sağlayan bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda, bu iki yöntemin bir araya gelerek entegre bir karar destek yapısı oluşturulduğunda, ticari kredi karar problemlerinin çözümünde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Gürbüz (2016), AHP yöntemini Isparta’ da bir konut seçimi probleminde uyguladığı bir çalışma yapmıştır. Sayıca çok ve birbirinden farklı özelliklere sahip alternatif konutlar arasından birini seçme kararı alırken bireyler maliyetlerin de yüksekliği sebebiyle tercihlerine en uygun seçimi yapmayı tercih etmek ister. Bu sorunu konu alan çalışmada, bu sorunun çözülmesine yönelik olarak alternatif seçmede dikkate alınacak kriterler belirlenmiş ve AHP yolu ile bu kriterlerin göreceli önem derecelerinin tespit edilmesi sağlanmıştır. Sonrasında, konut alternatifleri arasından sıralama yapılabilmesi için de AHP’ den yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sayısal veriler ışığında hangi alternatif yönünde seçim yapılabileceği belirlenmiştir.

Garagozi (2016), tedarikçi seçiminde AHP ve TOPSIS yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada turizm endüstrisindeki bir firma için tedarikçiler belirlenerek en uygun olanın seçilmesi için kullanılacak kriter seti belirlenmiş ve sonrasında ele alınan bu yöntemler ile kriterlerin önem derecesi belirlenmiştir. Elde edilen hesaplamaların sonucunda, en önemli kriter ile firmanın seçebileceği en uygun alternatif tespit edilmiştir.

Özmodanlı (2016), Türkiye’ deki teknolojik girişimcilik alanında sağlanan destek programlarının AHP üzerinden incelenmesine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada bu programlar için dikkate alınan kriterlerin araştırılması yapılmış olup verilerin elde edilmesinde literatüre ve girişimcilik ekosistemi paydaş anketlerine başvurulmuştur. Kriterlerin önceliklendirilmesi için AHP yöntemi kullanılmıştır. Sonuçta ideal yapıda olması gereken kriterler ve kriterlerin değerlendirilmesinin yapılabilmesi için bir model ortaya konulmuştur.

Gök (2016), elektrik enerjisi tüketiminin AHP yaklaşımıyla değerlendirilmesini sağlamıştır. Çalışmada Türkiye’ deki elektrik tüketiminin yıllık, aylık, günlük ve saatlik olarak inceleme ve değerlendirilmesi yapılmıştır.

Orcan (2016), lojistik endüstrisinde ağ tasarım problemlerinin çözümü için kullanılmak üzere AHP ve Hedef Programlama’ nın enterege edilerek uygulandığı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Gıda sektöründeki bir firmanın belirlediği koşullar

için depo yeri seçiminde Hedef Programlama gerçekleştirilmiş ve depo ağırlıklarının hesaplanabilmesi için yedi kriter tespit edilmiş ve AHP kullanılarak depoların öncelikleri oluşturulmuştur.

Güler (2016), AHP ve Coğrafi Bilgi Sistemi kullanarak katı atıklar için düzenli depolama alanlarına yer seçimi sağlamak üzere bir çalışma yapmıştır. Çalışmada yer seçimi için dinamik bir model geliştirilmiş, belirlenen yer seçimi kriterleri üzerinden AHP yardımıyla kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. İstanbul ilinde yer alan veri katmanları Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak konumsal olarak analiz edilmesiyle sonuç çıkarılmıştır. Sonuçlardan yola çıkılarak katı atık depolama sahası için alternatif alanlardan en uygun olanı önerilmiştir. Ayrıca karar vericilere destek olacak dijital harita altlıkları çalışmada toplanan verilerle meydana getirilmiştir.

Aras (2016), ileri seviyede ürün kalite planlamasına yönelik AHP ve Kalite Evi kullanılan bir çalışma gerçekleştirmiştir. Kalite Evi' nin ilk kademesinde yer alan müşteri gereksinimlerinin tespit edilmesi ve önceliklendirilmesi, AHP kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bu iki yöntemin bir arada kullanılmasıyla müşteri memnuniyetini artıran ürün ya da hizmet oluşumuna yardımcı bir kalite planı oluşturulmuştur.

1.1.3. AHP' nin Kullanımında İzlenecek Adımlar

AHP yöntemi, günümüzde, karmaşık yapıdaki çok kriterli karar vermeyi gerektiren karar problemlerini çözümlmek üzerine geliştirilen matematiksel bir yaklaşım olup gerçek hayattaki somut ve soyut kavramları rakamlarla ifade edilebilecek biçimde ikili karşılaştırmalar yardımıyla değerlemeye yardımcı olmaktadır. AHP yöntemi, gerçek hayattaki karmaşık problemleri bir hiyerarşi düzenine oturtturarak basitleştirmeye ve karar vermeye etki eden karara özel kriterler yardımıyla karar için tercih yapılacak alternatifleri değerlendirmeye olanak tanır. AHP' nin bu olanakları sağlamak amacıyla nasıl kullanıldığı konusuna detaylı bir incelemede bulunabilmek için ise; bu bölümde AHP' nin belli başlı kullanım

adımlarına yer verilerek bu kullanım adımları hakkında yapılacak olan açıklamalarda AHP' nin temelini oluşturan özellikler, genel formülleri ve ilgili adımdaki uygulanma şekilleri ile anlatılacaktır.

AHP' nin kullanım adımları literatürde yer alan bir tez çalışmasında, Şekil 2' de gösterildiği akıştakine benzer biçimde özetlenmiştir (Acar, 2016). Literatürdeki diğer bazı çalışmalar da bu konuda incelenecek olursa, Şen (2009) tez çalışmasında AHP' nin kullanım adımlarını aşağıdaki gibi benimsemiştir :

- Adım 1: Karar verme problemi belirlenir.
- Adım 2: Faktörler arasında bir karşılaştırma matrisi oluşturulur.
- Adım 3: Kriterlerin yüzdelikli önem dağılımı belirlenir.
- Adım 4: Faktör karşılaştırmalarında tutarlılık hesaplanır.
- Adım 5: Her kriter için yüzdelikli önem dağılımı belirlenir.
- Adım 6: Karar noktalarında sonuç dağılımı bulunur.

Topel (2006) ise; üzerine hazırladığı tez çalışmasında, bu adımları belirleyebilmek için, Saaty' nin bir kitabından faydalanarak bir akış oluşturmuştur. Buradan yola çıkılarak, bu kaynağa göre; AHP ile karar verme sürecindeki izlenen adımlar aşağıdaki şekilde belirlenebilmiştir (Topel, 2006) :

- Adım 1: Karmaşık ve düzensiz bir problemin parçalara ayrılması; başka bir ifade ile, problemin temel elementlerini ve bu elementler arasındaki ilişkileri gösteren bir modelin yaratılması
- Adım 2: Alt elementleri düzenleyerek hiyerarşik bir yapı oluşturulması
- Adım 3: Oluşturulan hiyerarşideki düzende, aynı gruptaki alt elementlerin birbirine göre algılanan önemine dayalı olarak her bir alt elemente sayısal değer verilmesi
- Adım 4: Hiyerarşinin alt elementlerinin kıyas sonucu göreceli önceliğini belirlemek amacıyla, verilen bu değerlerin kullanılması
- Adım 5: Karar alternatifleri arasından belirleme yapmak için yani genel bir sonuç elde etmek için önceki adımda elde edilen değerlerle ifade edilen bu önceliklerin sentezlenmesi

- Adım 6: Daha önce alt elementlere verilen rakamsal değerleri değiştirerek sonuçta elde edilmiş kararın duyarlılığının analiz edilmesi

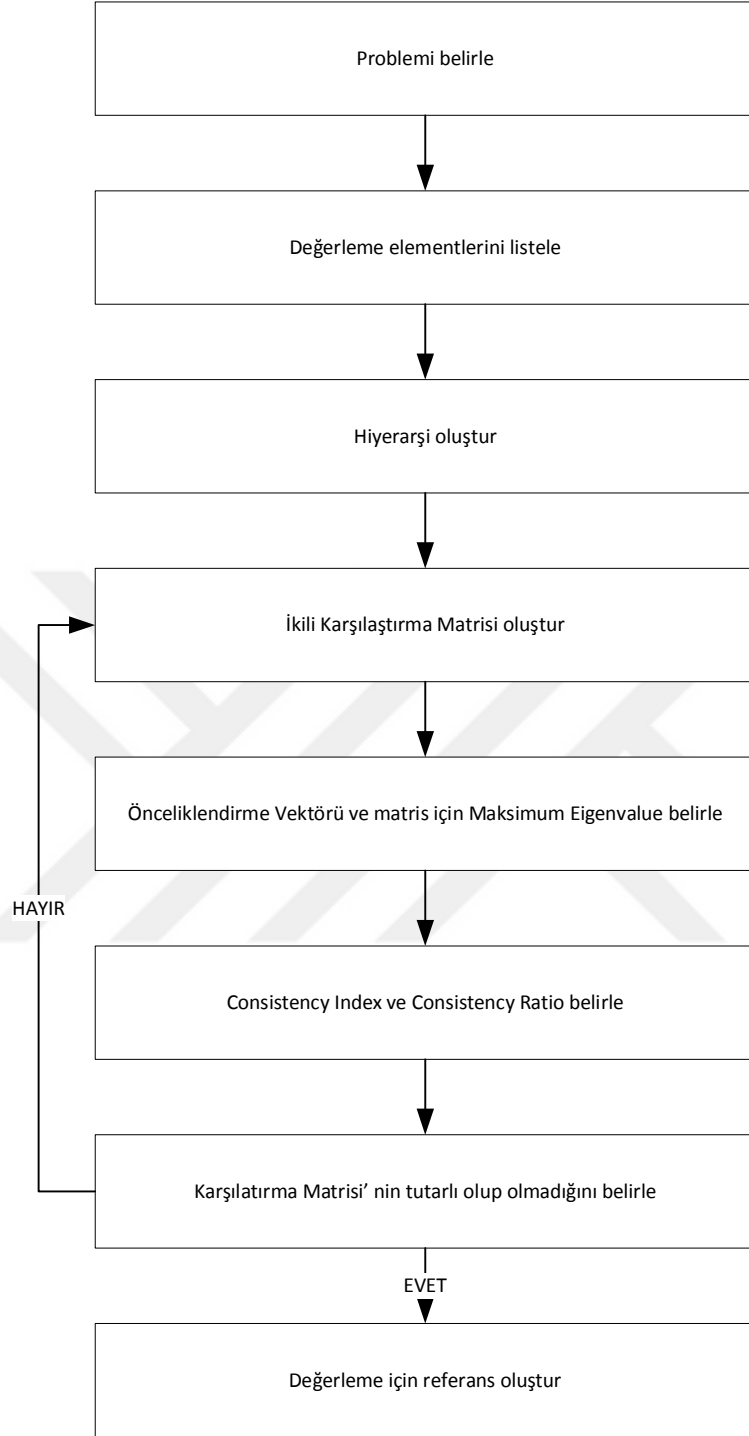
Literatürde yer alan bir diğer tez çalışmasında ise, AHP' nin uygulanmasında izlenen adımlara aşağıdaki şekilde değinilmiştir (Anık, 2007):

- Adım 1: Problemin tanımlanması
- Adım 2: Sistemin gözlenmesi
- Adım 3: Hiyerarşik yapının kurulması
- Adım 4: Önceliklerin belirlenmesi (İkili karşılaştırmalar)
- Adım 5: Sentez
- Adım 6: Değerlendirme ve sonuç

Anık (2007) yukarıdaki şekilde adımlarını ifade ettiği çalışmasında, referans göstererek bu adımlara yer vermiştir. Bu adımlar ise kısaca şu şekilde açıklanmıştır:

Problemin tanımlanması; bir karar problemini çözmek için izlenecek yoldaki ilk adımdır. Aynı zamanda problemin AHP ile çözülüp çözilemeyeceğine karar verileceği adımdır. Bunun için problemin elemanlarının kantitatif göstergelerinin bulunup bulunmadığına dikkat edilir.

Sistemin gözlenmesi; AHP karmaşık bir problemi belirli kriterlerden oluşan bir hiyerarşiye dönüştürür ve sonrasında bu kriterler alt elemanlara bölünürler, En alt düzeye ise, karar vermek için değerlendirilmeye alınacak olan seçenekler yerleştirilir. Bu şekildeki bir hiyerarşik yapının kurulabilmesi ve kriterlerin belirlenebilmesi için; sistemin bütünü, elemanları ve onların birbirleri arasındaki ilişkiler net bir şekilde anlaşılana dek gözlenmelidir.



Şekil 2. AHP Uygulama Adımları

Hiyerarşik yapının kurulması; klasik problem çözme teknikleri ile karşılaştırmak gerekirse, bu adım model kurma aşamasına karşılık gelir. Ancak bu model kişiye göre değişiklik gösterebilir. Model kurma öznel bir kavram

gibi tek bir doğrunun söz konusu olması mümkün değildir. Hiyerarşideki en önemli nokta, elemanların tam ve net olarak belirlenmesi ve bu elemanlar arasındaki ilişkilerin oluşturulmasıdır. Çünkü, modelin kurulmasındaki asıl amaç, her seviyedeki elemanların karşılaştırmalı gücünü ölçebilmektir.

Önceliklerin belirlenmesi (ikili karşılaştırmalar); modelin kurulmasının ardından gelen bu aşamada, aynı hiyerarşi düzeyindeki faktörlerin görelî ağırlıkları belirlenir. Her hiyerarşi düzeyi içindeki birbiri ile aynı grupta olan elemanlar, kendi aralarında karşılaştırılarak bu adım gerçekleştirilir.

Sentez; her alt kriter için hiyerarşinin en alt düzeyinde bulunan seçeneklerin ikili karşılaştırmaları yapılarak sonrasında bütün ağırlıkların birleştirilmesi ile seçeneklerin genel ağırlıkları bulunur.

Değerlendirme ve sonuç; bu adımda özvektörün hesaplanması esnasında, karar probleminin rassal indeksi hesaplanır, bu indeks 0.1 veya daha yüksek bir değere karşılık geliyorsa, değerlendirmenin tutarsız olduğu anlaşılmaktadır. Bu sebeple, elde edilen sonuç geçerli bir karar verilmesi adına yetersiz olduğundan; sistemin daha kararlı hale getirilmesi ya da yeni hedefler belirlenmesi için geri besleme niteliğinde kullanılabilir. Bu noktada, hiyerarşinin yapısını değiştirmek şeklinde bir model değişimine gitmeden önce, ikili karşılaştırmalar kontrol edilmelidir. Çünkü, önceliklerde yapılabilecek bazı düzeltmeler, problemin genel uyumsuzluk indeksini düşürmeye yeterli olabilir. Bu index, kabul edilebilir bir oranda ise; en büyük görelî ağırlığa sahip alternatif seçilerek uygulanabilir. Böylelikle rasyonel bir sonuca ulaşılmış olur.

AHP' nin kullanım adımları literatürde yer alan bir tez çalışmasında, Şekil 2' deki gösterime benzer biçimde ifade edilmektedir (Acar, 2016). Bu çalışmada yer alan adımlar, yukarıda bahsedilmiş olan diğêr çalışmalardaki adımlardan farklı isimlendirilmiş ancak içerik ve bütüne sağladığı katkı açısından diğêr çalışmalardaki adımları da kapsar nitelikte olduğundan, bu çalışmadaki adımlar açıklanırken Şekil 2' deki adımlar üzerinden ilerleyerek içeriklerini de sonraki alt başlıklarla detaylandırabilmek mümkündür.

1.1.3.1.Problemin Belirlenmesi

AHP yönteminin uygulanmasında ilk adım, karar probleminin belirlenmesidir. Problemin çözümlenebilmesi için öncelikle karar vermek için karşı karşıya kalınan problemin ne olduğunun belirlenmesi gereklidir. Bu kararın hangi amaca yönelik gerçekleştirileceği, problemi oluşturan karar vermeye etki eden faktörlerin ve varsa alt faktörlerin neler olduğu ve bu problemde karar verilirken hangi alternatifler arasından seçimin yapılacağı bu karar probleminin temel unsurları olarak görülebilir.

AHP yöntemi çok kriterli bir karar verme yöntemi olduğundan; AHP ile çözülecek bir karar probleminde karar vermeye etki eden kriter sayısı en az iki ya da daha fazla olmalıdır. Bu nedenle problem belirlemede, bu noktaların da göz önünde bulundurulması faydalı olur. Bunun yanı sıra, AHP ile çözümlenecek bir karar problemi genellikle çok sayıda kriter içeren ve dolayısıyla kompleks bir yapıda olduğundan; karar probleminin çözümlenebilmesi için hiyerarşik bir yapıda yapılandırılabilmesi gereklidir. Bu hususlar üzerindeki daha detaylı bilgiye aşağıda yer verilecektir.

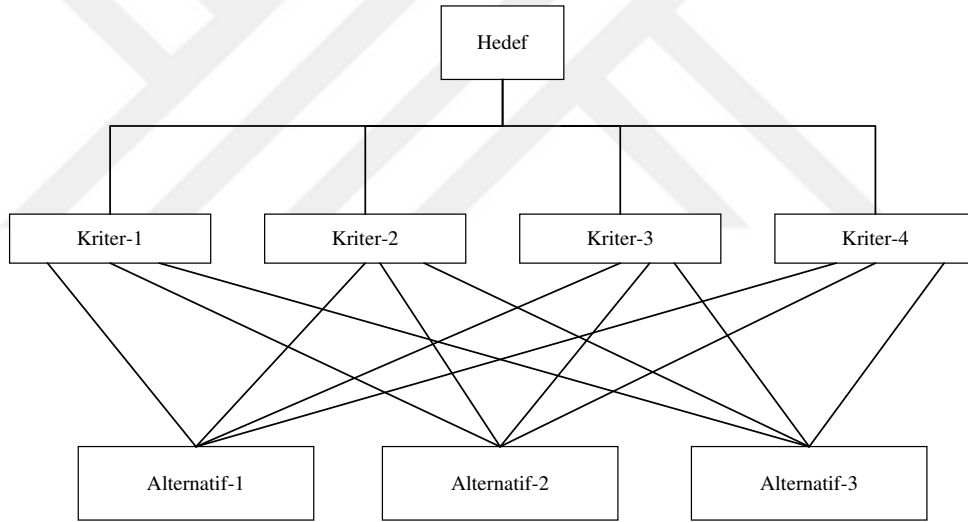
Bir karar problemi detayları ile birlikte ele alınırken; öncelikle bu problemi çözmede hedeflenen bir amaç, bu amaca ulaşmadaki karar noktaları ve karar noktalarına etki eden faktörler belirlenir. Sonrasında problemin çözüm sürecini kolaylaştırmak için tüm bunları modelleyen bir hiyerarşi yapısı oluşturulur. Hiyerarşi modelinde, ilk seviyede amaç, ikinci seviyede kriterler ve üçüncü seviyede seçilmek için ele alınabilecek alternatifler yer alır (Acar, 2016). Hiyerarşi ile ilgili daha detaylı bilgi çalışmanın devamındaki alt başlıkta sağlanacaktır.

1.1.3.2.Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Bir karar probleminin tanımı yapılarak probleme konu olan kararın amacı, element ve alt elementleri ile karar alternatifleri şeklinde karmaşık bir karar probleminin sadeleştirilmiş bir biçimde temel yapılandırılması tamamlandıktan

sonra, detayları ile birlikte ele alınırken; problemin çözüm sürecini kolaylaştırmak için tüm bunları modelleyen bir hiyerarşi yapısı oluşturulur.

Hiyerarşi modeli bir ağaç yapısı şeklinde yapılandırılır. Hiyerarşi modelinde, ilk seviyede amaç, ikinci seviyede kriterler ve üçüncü seviyede seçilmek için ele alınabilecek alternatifler yer alır (Acar, 2016). Diğer bir deyişle, hiyerarşi modelinde en üst seviyeye bu problemde verilecek olan karardaki amaç, onu takip eden ikinci seviyeye karara etki eden faktörler, ve ikinci seviye ile ilişkili olan üçüncü seviyede ise sonuçta karar verilme noktasında aralarından seçim yapmak için değerlemeye konu olacak karar alternatifleri yer almaktadır(Saaty, kitap). Tüm bunlar ve aralarındaki ilişkileri gösteren basit bir hiyerarşi modeli Şekil 3’ te gösterilmektedir.



Şekil 3. AHP Hiyerarşisi

Hiyerarşi yapısının kurulması, karar probleminin yapılandırılmasını sağlar. Saaty (2001), kitabında bir karar probleminin nasıl yapılandırılacağına dair açıklama yaparken, hiyerarşi yapısının nasıl oluşturulacağından bahsetmektedir. Buna göre, bir karar problemini yapılandırmada kullanılacak en basit form, üç seviyeden oluşan bir hiyerarşidir. Bu hiyerarşide, kararın amacı en üst seviyede yer alır. İkinci seviyede ise, amacı takip etmek suretiyle, alternatifleri değerlemede kullanılacak olan kriterler vardır. Alternatifler ise; en alt seviye olan üçüncü

seviyede yer alır. Karmaşık yapılı bir karar probleminde kriterler altında alt kriterler de yer alabilmektedir. Bir karmaşık sistem için, bu şekilde yapılarak gerçekleşecek bir hiyerarşik dekompozisyonun yardımıyla, insan aklı çok çeşitlilik içeren problemlerle dâhi baş edebilir duruma gelir. Kişiler, karara etki eden faktörleri, böylelikle, hiyerarşinin üst seviyelerinde tutulacak olan genelden hiyerarşinin daha alt seviyelerinde yer verilecek olan özele doğru dereceli şekilde yapılandırır. Yapılandırmadaki temel amaç, bir seviyedeki elementlerin önemini komşu seviyedeki ve diğer tüm elementler ile birlikte değerlendirilebilir kılmaktır. Bu yapı oluşturulduğunda, AHP' nin uygulanması da tahmin edilemeyecek şekilde kolaylaşmış olur (Saaty, 2001).

1.1.3.3.İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Bir karar problemini model üzerinden ifade eden hiyerarşi yapısının oluşturulmasının ardından, bu hiyerarşi modelinde yer alan ve karar vermeye etki eden kriterlerin ve varsa alt kriterlerin sayısal değerler üzerinden birbirleri ile karşılaştırılmasının yapılabilmesi için, karşılaştırma matrisleri oluşturulur (Acar, 2016). Örnek bir karşılaştırma matrisi yapısı ise, Formül (1) üzerinden görülebilmektedir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Bir karşılaştırma matrisi, (1) formülü üzerinden de görülmekte olduğu gibi, nxn boyutunda bir kare matristir. Bu matriste diyagonal konumda yer alan değerler ise 1 değerini gösterir (Şen, 2009).

1.1.3.4.İkili Karşılaştırmalar Yoluyla Önceliklerin Belirlenmesi

Bir karar problemine ait karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasının ardından, kriterlerin önem dağılımları karar verici tarafından ikili karşılaştırmalar yapılarak belirlenmelidir (Acar, 2016). Bu aşamada, aynı hiyerarşi düzeyindeki faktörlerin göreceli ağırlıkları belirlenir. Her hiyerarşi düzeyi içindeki birbiri ile aynı grupta olan elemanlar, kendi aralarında karşılaştırılarak bu adım gerçekleştirilir (Anık, 2007).

Bir karar probleminde, karar verici ikili karşılaştırma matrisi üzerinden yapacağı değerlendirmelerde 1' den 9' a kadar tam sayılar üzerinden ifade edilebilen derecelendirmeler kullanır. Saaty' nin öne sürdüğü AHP yöntemine göre; bu değerler, aşağıdaki gibi Tablo 1' de verilen temel ölçeklendirmedeki önem derecelendirmelerini ifade etmektedir.

Tablo 1. Temel Ölçeklendirme

Önem Derecesi	Temel Tanımı	Açıklaması
1	Eşit Önem (Equal Importance)	Karşılaştırılanların her ikisi de amaca eşit şekilde katkı sağlar
2	Zayıf (Weak)	
3	Orta Derecede Önem (Moderate Importance)	Karşılaştırılanlardan birinin önemi diğerinden az miktarda fazladır
4	Ortanın Üstünde Önem (Moderate Plus)	
5	Güçlü Önem (Strong Importance)	Karşılaştırılanlardan birinin önemi diğerinden büyük miktarda fazladır
6	Güçlünün Üstünde Önem (Strong Plus)	
7	Çok Güçlü Önem (Very Strong or Demonstrated Importance)	Karşılaştırılanlardan birinin önemi diğerinden çok büyük miktarda fazladır
8	Çok Çok Güçlü Önem (Very, Very Strong)	
9	Son Derece Güçlü Önem (Extreme Importance)	Karşılaştırılanlardan birinin önemi diğerine göre en yüksek önem derecesine sahiptir
Yukarıda Verilen Değerlerin Tersi (Reciprocals)	Mantıksal Varsayım	i faktörünün değeri, j faktörüne kıyasla yukarıdaki sıfırdan farklı değerlerden birine sahip olursa, j değeri i ile karşılaştırılırken ters (reciprocal) değeri alır
Oranlı Rasyonel Sayılar (Rationals)	Ölçekten Doğan Oranlar	Eğer matrisin boyutunu oluşturmak için n sayıda değer ile tutarlılık sağlanıyorsa söz konusu olur

Matris üzerinden değerlerin karşılaştırmasının yapılması, matriste birebir karşı karşıya gelen faktörler üzerinden ikili olarak ve birbirinin diğerine göre önem değerinin verilmesi şeklinde yapılır (Şen, 2009). Örneğin; (1) formülünde verilen matriste, matrisi oluşturan eleman a_{ij} şeklinde ifade edilirse, i ' nin karar verici için j ' den daha fazla önem taşıdığı bir durumda; karşılaştırma matrisinin birinci satır, ikinci sütun bileşeni ($i = 1, j = 2$) için 3 değeri verilir. Tam tersi bir durum söz konusu olsaydı; diğer bir deyişle, 2 faktörü 1 faktöründen görece olarak daha fazla

bir öneme sahip olsaydı; bu durumda ise, matrisin birinci satır, ikinci sütun bileşeni için 1/3 değeri verilirdi (Şen, 2009).

Matris üzerindeki her iki diyagonal alanın matriste ortada kalan değerler, kare bir matriste her faktörün kendisi ile karşılaştırılması ile elde edileceğinden, 1 değerini alır. Örneğin; yine i' nin satır bileşeni, j' nin sütun bileşeni olarak gösterildiği bir a_{ij} ifadesinde, birinci satır birinci sütun bileşeni ($i=1, j=1$) için her iki faktör de birbiri ile aynı öneme sahiptir, bu durumda Tablo 1' de eşit önem derecesini gösteren 1 değeri verilir.

Matris üzerindeki diyagonal alanın altında kalan kısımlarda ise, kare matrisin doğal yapısından kaynaklı olarak, bölmeye göre tersi alınır. Kısacası, aynı örnek matris bileşeni üzerinden bir formülle ifade etmek gerekirse; aşağıda (2) ile gösterilen formül uygulanır ve matriste alt üçgen alanları değerlendirilmiş olur (Şen, 2009).

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (2)$$

1.1.3.5.Kriterlerin Yüzdesel Önem Dağılımının Belirlenmesi

AHP için oluşturulan karşılaştırma matrisleri, kriterlerin birbirine göre olan önem seviyesini gösterir. Ancak, bu kriterlerin toplamdaki ağırlıklarının diğer bir değişle yüzdesel önem dağılımının belirlenebilmesi için kolon vektörler kullanılır. Bunun için; aşağıda (3) üzerinde gösterilen örnek vektördeki biçimde uygulanır, bu şekildeki n birimlik B vektörü, n sayıda elemandan oluşmaktadır (Şen, 2009).

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \vdots \\ b_{n1} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Bu vektörün uygulanmasında kullanılan formül ise, (4) ile gösterilmiştir (Şen, 2009).

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (4)$$

Yukarıda ifade edilen işlemler, her kriter için tek tek gerçekleştirildikten sonra, kriter sayısı kadar B vektörü elde edilmiş olur. n sayıdaki bir B kolon vektörü bir matris formatında bir araya getirilirse, (5) ile ifade edilen C matrisi oluşur (Şen, 2009).

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & \cdots & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Formül (5) ile gösterilen C matrisi kullanılarak, kriterlerin birbirine göre ifade edilen önem değerini gösteren yüzdeli önem dağılımı elde edilebilir. Bunu yapmak için ise, C matrisi üzerindeki satırların aritmetik ortalaması bulunur ve Formül (6)'da gösterilmekte olan W kolon vektörü elde edilir. Oluşan bu W kolon vektörü, öncelik vektörü (priority vector) olarak anılır (Şen, 2009).

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

W vektörünü hesaplamada kullanılan formül (Şen, 2009) ise; (7) ile birlikte ifade edilmiştir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (7)$$

1.1.3.6.Kriterlerin Karşılaştırılmasında Tutarlılık Belirlenmesi

AHP sistematik bir yaklaşım olmasına rağmen, kriterler için ikili karşılaştırmalar karar verici tarafından yapıldığından, karşılaştırmalarda verilen değerlerin tutarlılığının kontrol edilmesine ihtiyaç vardır. Bunun için AHP, Consistency Ratio (CR) değerini hesaplayarak hem öncelik vektörünün hem de kriterler arasındaki karar verici tarafından gerçekleştirilen ikili karşılaştırmaların tutarlılığını ölçümlemeyi sağlar.

CR değerinin hesaplanması, toplam kriter sayısının hesaplanması ve λ sembolü ile ifade edilen AHP' nin önerdiği bir katsayı (Principal Value) ile bu sayının karşılaştırılması ile gerçekleşir. λ değerinin hesaplanması için; karşılaştırma matrisi A ile öncelik vektörü W çarpılarak, Formül (8)' de gösterilen D kolon vektörü elde edilir (Şen, 2009).

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (8)$$

Sonra, D vektörünün elemanları, W kolon vektöründeki karşılık gelen eleman ile Formül (9)' daki gösterildiği gibi bölünerek E değeri hesaplanır (Şen, 2009).

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (9)$$

Bu hesaplanan değerlerin aritmetik ortalaması alındığında ise, λ değeri elde edilmiş olur (Şen, 2009).

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (10)$$

Buradaki λ değeri hesaplandıktan sonra ise, tutarlılığı ölçmek üzere kullanılacak olan Consistency Index (CI) tutarlılık endeksi değerinin hesaplanması Formül (11)' de verilen formüle göre gerçekleştirilir (Şen, 2009).

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (11)$$

Son aşamada ise, CI değerinin Random Index (RI) adı verilen standart düzeltme değerine bölünmesiyle tutarlılık göstergesi olan Consistency Ratio (CR) değeri Formül (12)' de verilen formüle göre bulunur (Şen, 2009).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (12)$$

CR değeri hesaplamada hangi RI değerinin kullanılacağını belirlemek ise, karar probleminde ele alınan kriter sayısına göre olur (Şen, 2009). Tablo 2' de yer alan kriter sayısının karşısına gelen RI değeri hesaplamada kullanılır (Acar, 2016).

Tablo 2. RI (Random Index) Göstergesi

Kriter Sayısı	RI (Random Index)
1	0
2	0
3	0,58
4	0,9
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

CR değerinin 0,10' dan daha küçük olması durumunda, karar verici tarafından yapılan karşılaştırmaların geçerli olduğu kabul edilir. CR değerinin 0,10' dan büyük olması durumunda ise; karar verici tutarsız bir karşılaştırma yapmış olur (Şen, 2009).

1.1.3.7. Her Kriterin m Karar Noktasındaki Yüzde Önem Dağılımı

Bu adımda daha önceki adımda ifade edilen işlemler benzer şekilde gerçekleştirilir. Ancak bu sefer, her kriter için karar noktalarının yüzde önem dağılımı da oluşturulur; diğer bir deyişle, birebir karşılaştırma ve matris işlemleri kriter sayısı kadar tekrar edilir. Ancak, bu sefer her kriter için karar noktalarında kullanılan G karşılaştırma matrisinin boyutu mxm olur. Tüm karşılaştırma işlemleri tamamlandıktan sonra ise, her kriterin karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren S kolon vektörü elde edilir. S kolon vektörü, mx1 boyutunda olup Formül (13)' te gösterilmiştir (Şen, 2009; Acar, 2016).

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} \\ S_{21} \\ \vdots \\ S_{m1} \end{bmatrix} \quad (13)$$

1.1.3.8. Karar Noktalarında Sonuç Dağılımının Bulunması

Bu adımda mxn boyutundaki K karar matrisi, mx1 boyutundaki S kolon vektörü üzerinden elde edilir. K karar matrisi Formül (14)' te gösterilmiştir (Şen, 2009; Acar, 2016).

$$K = \begin{bmatrix} S_{11} & \cdots & S_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{m1} & \cdots & S_{mn} \end{bmatrix} \quad (14)$$

Sonuç olarak, K karar matrisi W öncelik vektörü ile Formül (15)' te gösterildiği biçimde çarpılması sonucunda, m elemanlı L kolon vektörü elde edilir (Şen, 2009; Acar, 2016).

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & \cdots & s_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{m1} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ \vdots \\ l_{m1} \end{bmatrix} \quad (15)$$

1.1.4. AHP' nin Avantajları

AHP' nin kurucusu olan Saaty' ye göre bu yöntem aşağıdaki avantajları sağlamaktadır (Saaty, 1990; Acar, 2016; Anık, 2007) :

- 1) Modelin Tekliği (Unity) : AHP, birçok farklı çeşitteki yapısal olmayan problem için kolay anlaşılır, esnek ve tek bir model sunar.
- 2) Karmaşıklık (Complexity) : AHP, karmaşık problemleri çözmede, tündengelim ve sistem yaklaşımlarını entegre eder.
- 3) Bağımlılık (Interdependence) : AHP doğrusal düşünme şeklinde ısrarcı değildir, bir sistemdeki elemanların birbirine bağımlılığı ile baş edebilmektedir.
- 4) Hiyerarşi Yapılanması (Hierarchy Structuring) : AHP bir sistemin elemanlarını farklı seviyede sıralamak ve her seviyedeki elemanları gruplandırmak için zihninin doğal bir yansıması olmuştur.
- 5) Ölçme (Measurement) : AHP, öncelikleri belirlemek için bir metod ve soyut varlıkları ölçmek için bir ölçek sunar.
- 6) Tutarlılık (Consistency) : AHP, önceliklerin belirlenmesinde kullanılan yargıların mantıksal tutarlılığını takip eder.

7) Sentez (Synthesis) : AHP, her bir alternatifin arzu edilebilirliğinin bütünsel hesaplamasının yapılmasını sağlar.

8) Ödenen Bedeller (Tradeoffs) : AHP, bir sistemdeki her faktörün görelî önceliklerini değerlendirmeye alır ve kişilerin hedeflerine bağlı olarak en iyi alternatifî seçmelerine yardımcı olur.

9) Muhakeme ve Uyum (Judgement and Consensus) : AHP çoğunlukçu bir yaklaşımda ısrarcı değildir ancak çok çeşitli yargılardan temsili bir sonuç üretilebilmesini sağlar.

10) Süreç Tekrarı (Process Repetition) : AHP tekrarlar yoluyla kişilerin yargılarını ve anlayışlarını geliştirmesini ve de problem tanımlamasının daha arındırılmış ve temiz bir hale dönüştürülmesini sağlar.

1.2. Karar Destek Sistemi (KDS)

Karar Destek Sistemi (KDS), karar vericilerin veri ve analiz modelleriyle doğrudan etkileşimli olarak yapılandırılmış olmayan problemleri çözdüğü bilgisayar destekli sistemdir (Sprague ve Carlson, 1982). İlk olarak 1970 yılında J. D. Little tarafından yapılan çalışmada KDS konseptinin ortaya çıktığı görülmüştür. Daha sonra terim olarak ilk kullanımı ise Scott Morton ile 1971 yılında gerçekleşmiştir.

Karar Destek Sistemi, genellikle taktik düzeyde hizmet veren bir bilişim sistemidir, orta vadeli kararlar alınması konusunda kullanılmaktadırlar. Bazen de stratejik olarak adlandırılan şirketlerde verilen uzun süreli kararların verilmesine destek olmak için tasarlandıkları görülmektedir. Bu sistemlerin tasarlanmasındaki amaç; yöneticilerin olağan dışı durumlar için karar vermesine yardımcı olacak sistemsel desteği uygun zamanda ve uygun yerde vermektir. Çevre koşullarının hızlı şekilde değiştiği durumlarda ‘ne olursa ne yapmalıyız?’ sorularının yanıtını ararlar. KDS’ ler yapay zeka içermezler ve yönetici yerine karar almazlar. Yöneticinin karar vermesini kolaylaştırmak için tasarlanmışlardır (Kul, 2013).

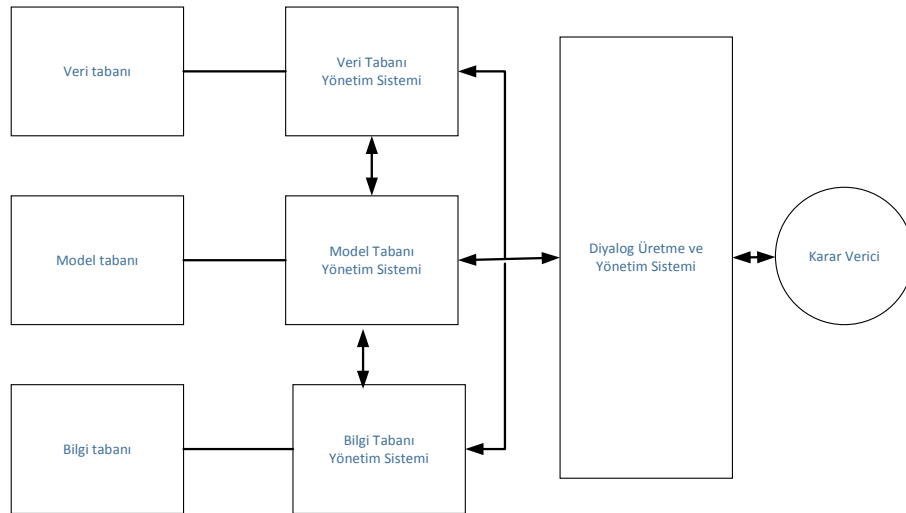
Karar Destek Sistemleri (KDS)’ nde aşağıdaki dört temel özelliğin bulunması gereklidir (Kul, 2013):

- KDS, yarı yapısal ya da yapısal olmayan kararları destekleyici olmalıdır. Yapısal kararların üstündeki düzeyde bir karar problemini çözüm için ele almalıdır.
- KDS, yalnızca bir yönetim düzeyine odaklanmamalıdır; bütün yönetim düzeyleri arasında bütünleşmeyi sağlamalıdır.
- KDS, karar verme sürecinin bütün aşamalarında destek olabilmelidir.
- KDS’ nin kullanımı kolay olmalıdır.

1.2.1. Bileşenleri ve İşleyişi

Karar Destek Sistemi' nin mimarisi; temelde, arayüz, veritabanı ve model tabanından oluşur.

- **Arayüz:** Kullanıcının KDS' e direktifleri verdiği ve çıktıları aldığı bir yazılım arayüzü vardır. Arayüz sayesinde, kullanıcı ve sistem arasında diyalog kurulur, kullanıcının KDS' ye erişimi sağlanır.
- **Veritabanı:** Kullanıcının talep edeceği bilgileri saklayarak, kullanıcıdan gelecek olan sorguların cevabını sağlar.
- **Model tabanı:** İhtiyaca yönelik çok sayıda modeli barındırarak karar vermede bilişsel sürecin gerçekleşmesine olanak tanır. Modeller, KDS' ye analiz yetkinliği kazandırır. Model tabanında, problemin matematiksel karşılığı yaratılarak, karar vermeyi desteklemek için bilgi üretmek amacıyla algoritmik sürecin gerçekleştirilmesi sağlanır. Kısaca model tabanı, KDS' nin farklı analizler yapmakta kullanabileceği çeşitli istatistiksel, finansal, matematiksel ve diğer kantitatif modelleri içerir.



Şekil 4. Karar Destek Sisteminin Bileşenleri

Bu bileşenler arasındaki ilişki ve KDS' nin genel yapısı ise, Şekil 4' de gösterilmiştir.

1.2.2. Çeşitleri ve Sınıflandırılması

Daniel Power' ın gerçekleştirdiği sınıflandırma, Tablo 3' te özetlenmiştir (Decision Support Systems Concept, Anonim, b.t.);

Tablo 3. Power' ın KDS Çeşitlerini Sınıflandırması

Baskın Bileşen	Kullanıcı Grubu	Amaç	Teknoloji
İletişim Tabanlı KDS	Organizasyon içi ve organizasyonlar arası kullanıcılar	Toplantı düzenle, not tahtasına ekle	Web tabanlı ya da yerel ağ
Veri Tabanlı KDS	Yöneticiler, çalışanlar, organizasyon içi ve organizasyonlar arası	Veri ambarı sorgula, ad-hoc analiz yap	Web tabanlı , yerel ağ ya da anabilgisayar
Doküman Tabanlı KDS	Uzmanlar, yöneticiler	Web sayfalarını ara, doküman bul	Web tabanlı
Bilgi Tabanlı KDS	İç kullanıcılar, müşteriler	Yönetim tavsiyeleri, ürün seç	Web tabanlı ya da yerel ağ
Model Tabanlı KDS	Yöneticiler, çalışanlar ve müşteriler	Çalışanlara zaman planı , karar analizi yap	Web tabanlı, bağımsız bilgisayar

1.3. Veritabanı Araçları

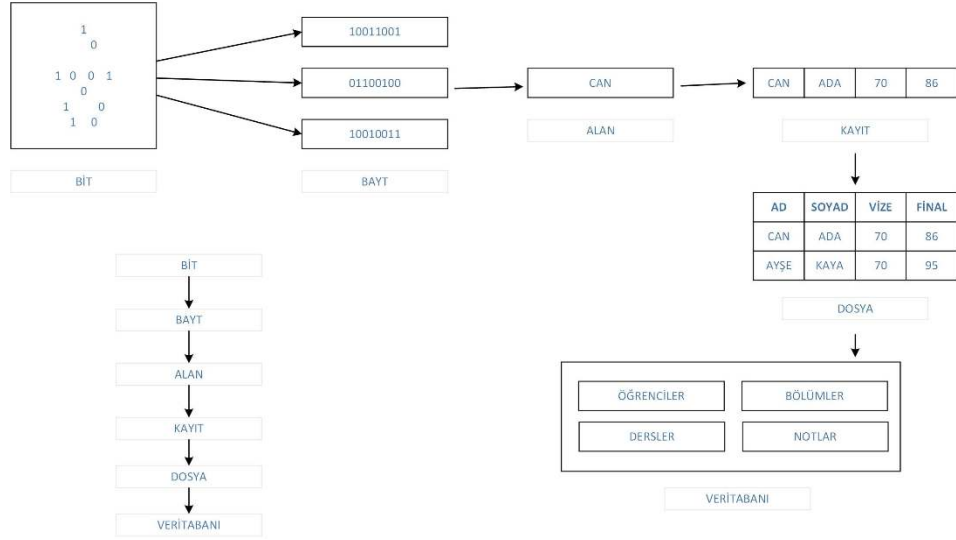
Bu bölümde veritabanı araçları ile ilgili genel tanımlara ve kavramlara yer verilecek, sonrasında SQL ve NoSQL kavramları ile veritabanlarının avantaj ve dezavantajları üzerinde durulacaktır. Daha sonra veritabanlarının tarihçesine yer verilecektir ve son olarak veritabanı araçlarının çeşitleri ve sınıflandırılması alt başlığının altında ilişkisel ve ilişkisel olmayan veritabanlarına değinilecektir.

1.3.1. Veritabanı Araçları Tanımları ve Temel Kavramları

Bu kısımda, veritabanı araçları ile ilgili genel tanımlara ve kavramlara yer verilecektir.

1.3.1.1. Genel Tanımlar

Veritabanı (database); Belirli düzeni sağlayan verilerin oluşturduğu topluluktur. Belirli bir düzende olmasındaki tek amaç ise; gerekli olması durumunda yeni bilgilerin uygun şekilde eklenmesini sağlamak, daha önce eklenmiş bilgilere erişmek, bunları güncellemek ve silmektir (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017). Veritabanları, işletmelerin karar verme sürecinde yol gösterici olacak verinin mevcut kayıtlardan süzülmesi ve raporlanması konusunda kullanılırlar. Bu kayıtlar ise; veritabanında, bit, byte, alan, kayıt, dosya ve bunların bütünleşerek veritabanını oluşturduğu Şekil 5’ de gösterilen belirli bir hiyerarşi içerisinde tutulurlar. Bu dönüşümü açıklamak gerekirse; bilgisayar içerisindeki malumat 1 ve 0 değerinden birini alabilen **bit** değerleri ile oluşurlar. Sekiz adet bit yan yana geldiğinde bir **Byte** oluşur. Byte ise; kullanılan kodlama standardına göre, bir harf, simge veya rakamdan oluşan karakteri ifade eder. Karakterler yan yana geldiğinde bir **alan** oluşur. Alanlar birleştirildiğinde ise; veritabanı içerisinde bir **kayıt** meydana gelir. Kayıtların birleşmesi ise, bir dosya ya da tablo adını verdiğimiz yapı oluşur. Tablolardaki her bir satır bir kayıt, her bir sütun ise varlıklar için tutulan özelliklerden gelir. Dosyalar veya tablolar bir araya geldiğinde ise, bir veritabanı oluşmuş olur (Kul, 2013).



Şekil 5. Veritabanı Hiyerarşisi

VTYS, Veritabanı Yönetim Sistemi (DBMS, Database Management System); veritabanı oluşturulduğunda, hangi kaydın nerede tutulacağı, bunların formatının nasıl olacağı, veri alanlarından hangilerine hangi kullanıcıların nasıl erişeceği gibi yönetsel işlemleri yapmayı sağlayan uygulama yazılım sistemidir (Kul, 2013). Kaynaklarda genellikle; veritabanı sistemleri, veritabanı yazılımları ya da veritabanı araçları olarak da anılırlar. VTYS' nin yanısıra VYS olarak da kısaltılırlar. Güncel olarak kullanılan VTYS' den bazıları şunlardır; Microsoft SQL Server, Oracle, IBM DB2, MySQL, Sybase, Firebird, Filemaker, PostgreSQL, Berkeley (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017). Bu örneklerle ilgili daha fazla detaya sonraki kısımda ilişkisel ve ilişkisel olmayan veritabanlarına değinilirken yer verilecektir.

Veritabanı üzerinde VTYS aracılığıyla yapılan temel dört işlem; oluşturma, değiştirme, ekleme ve silmedir. Veritabanı ile ilgili gerçekleştirilen etkinlikler ise; çoğunlukla tasarım, oluşturma, kullanım ve yönetim şeklindedir (Kul, 2013).

1.3.1.2.SQL ve NoSQL Kavramları

Bu kısımda veritabanı üzerinde işlem yapabilmeyi sağlayan SQL ile NoSQL kavramlarına yer verilmiştir.

SQL (Structured Query Language); ilişkisel bir veritabanında veri kaydetmeyi, kayıtlı verilere erişmeyi, onları değiştirmeyi ve silmeyi sağlayan bir bilgisayar dilidir. Bu ifadenin dilimizdeki karşılığı Yapılandırılmış Sorgu Dili anlamında olup, MySQL, MS Access, Oracle, Sybase, Informix, PostgreSQL gibi birçok ilişkisel VTYS' nin standart veritabanı dili olarak kullanılmaktadır; ilişkisel veritabanı sistemleri için bir standart haline gelmiştir (Almehmes, 2014). Günümüzde sorgulama dili olarak kullanılmaya devam eden SQL, IBM tarafından ilişkisel veritabanları için 1980' li yıllarda geliştirilmiştir (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017). SQL dilinin ortaya konulmasındaki amaçlar ise şöyle sıralanabilir (Almehmes, 2014):

- İlişkisel VTYS' lerde veriye erişimi sağlar.
- Verinin tanımlanmasını sağlar.
- Verinin veritabanında tanımlanmasını ve yönetilmesini sağlar.
- SQL modülleri, kütüphaneleri ve önderleyicileri kullanılarak başka dillere gömülü şekilde işlem yapılabilmesini sağlar.
- Veritabanı ve tabloların yaratılmasını ve kaldırılmasını sağlar.
- View, stored prosedür ve fonksiyonların bir veritabanında kullanılabilmesine olanak sağlar.
- Tablo ve prosedürlere yetkilerin verilmesini sağlar.

SQL' deki ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability) prensiplerine uygun olarak tasarlanmıştır. Detaylı bir şekilde ifade etmek gerekirse, SQL dilini kullanan ilişkisel veritabanlarında, aşağıdaki prensiplere uygunluk görülmesi söz konusudur (Gaspar ve Coric, 2018):

- Atomcity (Bölünmezlik) : Ya hep ya hiç prensibidir; bir işlemin parçalanamaz bir birim olması noktasında, bu işlem içerisindeki aktivite(ler) ya tamamen gerçekleşir ya da hiçbiri gerçekleşmez.
- Consistency (Tutarlılık) : Bir işlem bir veritabanını tutarlı durumun birinden diğerine geçirebilmelidir. Bu, bir işlemin ilişkilerle sağlanmış olan tüm kurallara, kısıtlara uygun olması gerektiğini ifade eder.
- Isolation (İzolasyon) : İşlemlerin birbirinden bağımsız olarak gerçekleşmesi anlamına gelir. Yarım kalmış işlemlerin kısmi etkileri başka herhangi bir işleme görünebilir olmamalıdır.
- Durability (Dayanıklılık) : Başarılı bir şekilde tamamlanmış bir işlemin etkisi, veritabanında kalıcı olarak tutulmalıdır.

SQL dilinin her VTYS' ye göre kendi kullanım şeklinde oluşturduğu ifade şekilleri yer almaktadır. Örneğin; MS SQL Server T-SQL (Transact SQL) kullanırken, Oracle PL/ SQL ve Access JET SQL türündeki gibi farklı kullanımlarına rastlamak mümkündür (Almehmes, 2014).

NoSQL (Not Only Structured Query Language) kavramı, ortaya çıkışı ile birlikte özellikle ölçeklenebilirlik, hız ve verimlilik açısından sağlayabileceği avantajları ile birlikte SQL veritabanlarına bir alternatif olarak kullanıcılara sunulmuştur. Büyük Veri (Big Data) konseptinin insan hayatına girmesiyle birlikte, NoSQL' in sağladığı avantajlar sebebiyle, günümüzde NoSQL veritabanlarına olan ilginin de arttığı görülmektedir. Bunun altında yatan sebep, SQL veritabanlarının büyük veriler karşısında yetersiz kalmasıdır (Uzunbayır, 2015).

Gartner isimli araştırma şirketinin yalnızca mobil uygulamalardaki trafik üzerine yaptığı araştırma sonuçları dahi, zetabayt ile ölçülen bir veri boyutundan söz edilebildiğini gözler önüne sermektedir. Bu veri boyutu

Gartner tarafından 2013- 2016 yılları için derlenerek veri miktarındaki artışa dikkat çekilmiştir, Tablo 4 üzerinden de bunu görebilmek mümkündür. Bu araştırmanın sonuçlara göre, mobil veri trafiği 2015’ te %59 büyüme gösterir. Mobil video ise; 2018’ te büyüme veri trafiğinin %60’ ından fazlasını oluşturacaktır (Gartner, 2015).

Tablo 4. Dünya Üzerindeki Mobil Veri Trafiği

Yıl	2013	2014	2015	2016
Toplam Terabayt	19,049,158	32,512,824	51,820,492	79,527,408
Büyüme (%)	80	71	59	53

Ticari kuruluşlar günümüzde bu büyük miktardaki verinin geleneksel veritabanı sistemleri üzerine depolanmasında sorunlar yaşamaya başlamışlardır. Buna ek olarak, bu büyük çaplı verinin arasından faydalı olanları çekip çıkartarak analiz etmek istemektedirler. Ancak veri miktarı büyüdükçe, veriyi işleyebilme kabiliyeti de geleneksel veritabanlarında azalmaktadır (Uzunbayır, 2015). Bu açığı kapatmak için ise, NoSQL’ e olan ilgi her geçen gün artmaktadır. NoSQL, Büyük Veri ile gelen büyük miktardaki (quantity), hızdaki (velocity) ve çeşitlilikteki (variety) verinin yarattığı sorunlara bir cevap olarak doğmuştur. Modern veritabanı sistemleri ile, bu verilerin aratılabilmesi, depolanabilmesi ve yönetilebilmesi gereklidir (Gaspar ve Coric, 2018).

NoSQL’ in özelliklerini aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür (Gaspar ve Coric, 2018):

- İlişkisel olmayan (nonrelational) veri modeline dayanır.
- Dağıtılmış (distributed) ve kümelenmiş (cluster) yapıdadır.
- Şema içermemektedir.
- CAP ve BASE yaklaşımlarını ele alır.

- Büyük veriyi destekler.
- Açık kaynak kodludur.
- Yatay ölçeklenebilir.
- Doğru soruna doğru veri modeli ile yaklaşılmasını sağlar.

NoSQL’ de temel alınan CAP teoreminin ilk olarak Eric Brewer tarafından 1998 yılında ortaya konulduğu söylenmektedir. Sonrasında 1999 yılında yayınlanmış ve 2000 yılında “Principles of Distributed Computing” adlı sempozyumda ifade edilmiştir. CAP teoremine göre; herhangi bir ağ ile bağlanmış paylaşımlı data sistemi, aşağıdaki özelliklerden en fazla iki tanesine sahip olabilmektedir;

- C- Consistency (tutarlılık); bütün istemcilere tek, güncel ve okunabilir bir veri versiyonu sağlamaktır.
- A- High Availability (yüksek kullanılabilirlik); dağıtılmış yapıdaki bir veritabanı bütün istemcilerine her zaman gecikme olmaksızın güncelleme işlemi yapabilmesi için izin verebilmelidir.
- P- Tolerance to Network Partitions (ağ bölümlerine tolerans gösterme); veritabanı bölümleri arasında bir iletişim sorunu olsa bile, istemcinin isteklerine sistemin yanıt verebilmesidir.

NoSQL, SQL’ deki ACID prensiplerine karşılık BASE (Basically Available, Soft-state, Eventually Consistent) prensiplerini kullanır. NoSQL ile SQL prensip açısından karşılaştırılması gerekirse, Tablo 5’ teki şekilde özetlemek mümkündür (Gaspar ve Coric, 2018):

Tablo 5. ACID ve BASE Yaklaşımlarının Karşılaştırılması

ACID (SQL)	BASE (NoSQL)
Yüksek tutarlılık	Düşük tutarlılık
İzolasyon	Son yazılan
Güvenilir veritabanı	Basit veritabanı
Basit kod (SQL)	Kompleks kod
Kullanılabilir ve tutarlı	Kullanılabilir ve parça toleranslı
Ölçek kısıtlı	Ölçek kısıtsız
Paylaşımaya yatkın (disk, hafıza, işlemler)	Paylaşımaya kapalı (paralel edilebilir)

NoSQL veritabanı çeşitleri ve bu çeşitlere sektörden örnekler Tablo 6’ da verilmiştir (Jatana, Puri, Ahuja, Kathuria ve Gosain, 2012);

Tablo 6. NoSQL Veritabanlarının Çeşitleri

Çekirdek NoSQL	Document Store	Key Value / Tuple Store	XML Veritabanları
Hadoop/ Hbase	MongoDB	DynamoDB	Mark Logic Server
Cassandra	CouchDB	Azure Table Storage	EMC document xDB
Hypertable	RavenDB	MEMBASE	Exist
Amazon Simple DB	Citrusleaf	Riak	Sedna
Cloudata	Clusterpoint Server	Redis	BaseX
Cloudera	ThruDB	LevelIDB	Qizx
SciDB	Terrastore	Chordless	Berkely DB XML
Stratosphere	SisoDB	GenieDB	
	SDB	Scalaris	
		Tokyo Cabinet/Tyrant	
		GTM	
		Scalien	
		Berkeley DB	
		Voldemort	
		Dynomite	

1.3.2. Veritabanı Araçlarının Avantajları ve Dezavantajları

Veritabanı sistemlerinin avantajları, temelde aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017);

- Veri bağımsızlığı sağlar.
- Veri iletişimini etkin şekilde gerçekleştirir.
- Veri bütünlüğünü korur.
- Yetkisiz veri erişimlerini engeller.
- Verinin yönetilebilmesini sağlar.
- Veriler arasında karmaşık ilişkiler tanımlamaya olanak sunar.
- Eşzamanlı kullanım özelliği sunar.
- Hata durumunda sistem geri yükleme avantajını sağlar.
- Güncel veriye anında erişim imkanı tanır.
- Uygulama geliştirme zamanının kısılmasını sağlar.

Güncel veriye anında erişebilme özelliği, örneğin bir veritabanı kullanıcısının eklediği, değiştirdiği veri diğer kullanıcılar tarafından anında görüntülenmektedir (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017). Ayrıca VTYS' ler uygulama geliştirme noktasında, sağladıkları arayüzlerle kullanıcıya esneklik, pratiklik ve kolaylık sağlarlar.

Veritabanı sistemlerinin dezavantajları ise, klasik dosya sistemi ile karşılaştırıldığında; aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017);

- Maliyet (lisans, kurulum, program geliştirme, bakım vd.) yüksektir.
- Arıza durumunda, veri dönüşümü daha zordur.
- Uygulamanın yavaş çalışmasına neden olabilir.
- Karmaşık yapısı dolayısıyla kırılganlığı daha yüksektir, şöyle ki; bir sistesel sorun oluşması durumunda küçük bir sorun dahi olsa büyük sorunlara yol açabilmektedir.

1.3.3. Veritabanı Araçlarının Tarihçesi

Veritabanı sistemlerinin tarihçesine dönölüp bakıldığında; temelde manyetik depolama cihazına tarihsel gelişimi dayandırılmaktadır. İlk manyetik depolama cihazı, 1949 yılında IBM tarafından geliştirilen IBM 726 Tape Unit' tir. Ancak, bu bant sürücü verilere sıralı eriştiğinden oldukça yavaş çalıştığı görülmüştür. Bunun üzerine, 1956 yılında IBM firması, 305 RAMAC isimli 2 metre boyundaki ilk disk depolama sistemini geliştirmiştir. Bu sistemin kapasitesi 5 MB ' tır, ayrıca rastgele erişilebilirlik özelliğine sahip ilk disk'tir. Bu özelliğinin ona kattığı hız artışı nedeniyle, bilgisayar depolama bileşenleri tarihçesinde de önemli bir yer tutmuştur (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017).

Zaman içerisinde bilgisayar ortamında saklanabilecek veri miktarının yanında disklerin veri okuma-yazma hızları da artış göstermiştir. Bu durum ise fiziksel ve kavramsal veri yönetiminin nasıl yapılacağına yönelik sorunlarla karşı karşıya kalınmasına yol açmıştır. Finans, üretim, satın alma gibi farklı birimlerin verilerinin bilgisayar ortamında etkinlikle depolanması ve depolanan verilerin yönetilmesi şeklindeki sorunlara çözüm arayışı neticesinde VTYS kavramı ortaya çıkmıştır (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017).

İlk genel amaçlı VTYS 1960' lı yıllarda General Electric şirketinde çalışan Charles Bachman geliştirilen Integrated Data Store isimli sistemdir. Bu sistemde ağ yapısı veri modeli kullanılmış olup bu veri modeli 1960' lı yıllarda geliştirilen VTYS' lerde bir standart olmuştur. 1960' lı yılların sonlarında ise, IBM tarafından hiyerarşik veri modeli geliştirilmiş ve bu veri modeline dayalı olarak Information Management System isimli VTYS oluşturulmuştur. Bu sistem birden çok kullanıcının aynı veriye bilgisayar ağı ile erişmesine olanak tanımıştır. Günümüzde nadiren de olsa kullanıldığına rastlamak mümkündür (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017).

Veri modelleri arasında en fazla kullanılan ilişkisel veri modelleri ise; 1970' li yıllarda IBM' de çalışan Edgar Codd tarafından geliştirilmiştir. Bu yenilik, VTYS' lerde hızlı bir gelişime öncülük etmiştir. Günümüzde sorgulama dili olarak kullanılan SQL de, yine IBM tarafından ilişkisel veritabanları için 1980' li yıllarda geliştirilmiştir (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017).

1980' li yıllarda nesne yönelimli veri modeli içeren nesne yönelimli veritabanları da nesne yönelimli programlama dillerine paralel olarak ortaya çıkartılmıştır. Bu veritabanlarının en önemli özelliği; uygulamadaki nesnelerin doğrudan veritabanı nesnesi olarak modellenebilmesidir. Böylece, zaman alıcı bir işlem olan haritalama (mapping) adlı veri dönüşümü işlemi ortadan kalkmıştır (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017).

1990' lı yıllarda, sorgulama dilinin güçlendirilmesi, veritabanlarının ses, resim vb. diğer karmaşık yapıdaki verileri de üzerinde tutması gibi konulara yönelik çalışmalar yapılmaya devam etmiştir. İnternetin ortaya çıkışı ile birlikte veriler, web sunuculardaki geleneksel dosyalar üzerinde tutulmakta iken; zamanla verinin saklanması ve yönetilmesi için VTYS' ler kullanılmaya başlanmıştır. Bu durum, internet üzerindeki verilerin çığ gibi büyümesine yol açmış ve VTYS' lerin önemini daha da artırmıştır. Günümüzde VTYS' ler hala önemini yitirmemiştir ve Bilişim Teknolojileri açısından önem bir pazar durumuna gelmiştir (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017).

1.3.4. Veritabanı Araçları Çeşitleri ve Sınıflandırılması

Kullanıcı sayısı bazında ele alındığında; VTYS' ler aşağıdaki gibi sınıflandırılır (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017):

- Tek kullanıcı VTYS' ler
- Çok kullanıcı VTYS' ler

Tek kullanıcı VTYS' lerde eşzamanlı olarak tek bir kullanıcı veritabanını kullanabilmektedir, diğer kullanıcılar bu sırada beklemede kalırlar. Çok kullanıcı VTYS' lerde ise, birden fazla kullanıcının eş zamanlı olarak veritabanını kullanmasına izin verilmektedir (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017).

Veritabanının bulunduğu bilgisayar sayısı bazında, aşağıdaki gibi sınıflandırma yapılması mümkündür (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017):

- Merkezi (Centralized) VTYS' ler
- Dağıtılmış (Distributed) VTYS' ler

Merkezi veritabanı sistemlerinde, veritabanı tek bir anabilgisayar (mainframe) ya da sunucu (server) üzerinde bulunur. Kullanıcılar bir ağ üzerinden bu merkezi veritabanına ulaşırlar. Dağıtılmış sistemlerde ise; veriler birden fazla lokasyonda depolanır. Lokasyonlar birbirine ağ üzerinden bağlanır. Kullanıcılar da benzer şekilde ağ üzerinden veritabanına ulaşırlar (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017).

Genel olarak VTYS' ler kullandıkları veri modeline göre aşağıdaki gibi beş temel sınıfa ayrılabilir (Kellegöz ve Çetinyokuş, 2017):

- İlişkisel veri modeli kullanan VTYS' ler
- Nesne yönelimli veri modeli kullanan VTYS' ler
- Hiyerarşik veri modeli kullanan VTYS' ler
- Ağ veri modeli kullanan VTYS' ler
- Nesne yönelimli- ilişkisel veri modeli kullanan VTYS' ler

Günümüzde veritabanları ayrıca veri modeline bakılarak ilişkisel veritabanları ilişkisel (relational) ve ilişkisel olmayan (nonrelational) olmak üzere iki farklı sınıfa ayrıştırılmaktadırlar (Gaspar ve Coric, 2018).

Günümüzde en çok kullanılan veritabanı modeli ilişkisel veritabanlarıdır (Gözüdeli, 2014). Ancak Büyük Veri konseptinin ortaya çıkması sonrasında ilişkisel olmayan veritabanı sınıfındaki NoSQL veritabanlarına duyulan ihtiyaç artmakta ve NoSQL veritabanları da giderek yaygınlaşmaktadır. Ayrıca, ilişkisel ve NoSQL veritabanları dışındaki diğer veri modellerini kullanan veritabanları da nadir de olsa günümüzde kullanılma ihtimali bulunmaktadır. Ancak yine de tüm bunlar, ilişkisel veri modeline sahip veritabanlarının günümüzde en yaygın şekilde tercih edilerek kullanılıyor olması gerçeğini değiştirmeyecektir. Bu sebeple, veritabanları bu çalışmada ilişkisel ve ilişkisel olmayan şeklinde iki sınıfa ayrılarak incelemeye devam edilecektir. Bu iki sınıfa daha detaylı alt başlıklar halinde yer verilecektir, ancak öncesinde özet bir karşılaştırma ile bunların temel özellikleri üzerinden ikisinin arasındaki benzerlik ve farklılıkları Tablo 7 üzerinden gösterildiği şekilde ortaya koymak mümkündür (Jatana vd, 2012).

Tablo 7. İlişkisel ve İlişkisel Olmayan Veritabanı Karşılaştırılması

İlişkisel Olmayan	İlişkisel
Yüksek veri işleme kapasitesi	Düşük veri işleme kapasitesi
Yüksek derecede ölçeklenebilir	Düşük derecede ölçeklenebilir
Yüksek esneklik (Şema tanımı olmadan veri ihtiyaç duyulan zamanda girilebilir ve değiştirilebilir.)	Düşük esneklik (Veri önceden tanımlı olan tablo ve yapılara uyumluluk çerçevesinde girilebilir.)
Sistem hafızasına veri cache'leme ile performans iyileştirilebilir.	Veri Cache'leme ancak özel donanımsal altyapı kullanılarak sağlanabilir.
Uygulamada çoklu operasyon işlemleri çalıştırılabilir.	Uygulamada işlem bazlı operasyon tek tek gerçekleştirilebilir.
Tekil indeks ve anahtar değer depolama mevcuttur.	Birden fazla kolonda index mevcuttur.
BASE özelliklerini destekler.	ACID özelliklerini destekler.
Tutarlılığı bozabilir.	Tutarlılık daha yüksektir.
Veri bütünlüğünü bozan mükerrer kayıt oluşturma serbesttir. Bir kaydı güncellemek aynı zamanda mükerrer kayıtları da güncellemektir, bu da yüksek miktarda iş yüküne yol açar.	Mükerrer kayıt oluşmasını ve tutarsız verinin veritabanını işgal etmesini önler.
İlişkisel olmayan veritabanında, özellikle de birden fazla kriter içerecek şekilde, arama yapmak verimsizdir.	İlişkisel veritabanı yapısı SQL tarzında bir sorgulama dili ile tablolar arası ortak paylaşılan bir birincil anahtarın varlığına olanak tanıyarak verimli bir karşılaştırma ve istenen kaydı geri döndürme özelliği içerir.

1.3.4.1.İlişkisel Veritabanları

İlişkisel veritabanları (relational databases), verileri oluşturan parçaların dışarıdan erişilebilen ya da toplanıp bir araya getirilebilen formal tanımlı tablolar şeklinde organize olmuş hali şeklinde tanımlanabilir. İlk olarak 1970' lerde Edgar Codd tarafından ortaya çıkarılmış bir veritabanı çeşididir (Jatana vd, 2012). İlişkisel veritabanları günümüzde çoğunlukla birlikte kullanıldıkları dil olan SQL ile de anılırlar, tablolar ve aralarındaki ilişkileri temel alan bir yapıdadırlar ve ilişkisel bir veritabanı yönetim sistemi aracılığıyla yaratılıp kullanılmakta ve yönetilmektedirler.

Gartner teknoloji araştırma şirketi tarafından 2007 yılında yayınlanan bir çalışmada verilen ilişkisel veritabanı yönetim sistemi (VTYS) tanımı; genellikle SQL programlama arayüzü içeren ve ilişkisel veri modeli ile çalışan VTYS' dir. Diğer bir deyişle; veritabanının veri parçaları arasındaki ilişkilere bağlı olarak erişildiği ve organize edildiği bir VTYS' dir (Gartner, 2007). İlişkisel veritabanlarının üç temel noktaya dayanan ortak bir yapıda olduğu görülmektedir; tümü ilişkisel modeli, ACID işlemlerini ve SQL dilini kullanırlar (Gaspar ve Coric, 2018).

Gartner tarafından 2007 yılında belirtildiği üzere, ilişkisel VTYS pazarındaki büyüme 2005 ve 2006 yıllarında devam etmiştir ve VTYS yazılımlarının satış gelirlerinden elde edilen hasılatlara ve Pazar payına göre öncelikli olarak Oracle, IBM ve Microsoft şirketleri VTYS pazarında konumlandırılmaktadır. 2005-2006 yılları arasındaki en fazla büyümeyi ise Microsoft şirketi sağlamıştır. Bu bilgilerin yanısıra, çalışmada; her üç satıcının kendi ilgili olduğu işletim sistemi platformunda yaygınlığını sürdürmüş olduğu ifade edilmiştir; Oracle Unix ve Linux platformunda yaygınlığını sürdürürken, Microsoft Windows işletim sisteminde, IBM ise zSeries' de yaygınlığını sürdürmeye devam ettiği ifade edilmiştir. Bu durum Tablo 8 üzerinde gösterilmektedir (Gartner, 2007).

Tablo 8. Dünya Üzerindeki Satıcıların İlişkisel VTYS Hasılatı

Şirket Adı	2006 (Milyon \$)	2006 Pazar Payı (%)	2005 (Milyon \$)	2005 Pazar Payı (%)	2005-2006 Büyüme (%)
Oracle	7,168.0	47.1	6,238.2	46.8	14.9
IBM	3,204.1	21.1	2,945.7	22.1	8.8
Microsoft	2,654.4	17.4	2,073.2	15.6	28.0
Teradata	494.2	3.2	467.6	3.5	5.7
Sybase	486.7	3.2	449.9	3.4	8.2
Diğer Satıcılar	1,206.3	7.9	1,149.0	8.6	5.0
Toplam	15,213.7	100.0	13,323.5	100.0	14.2

İlişkisel veritabanlarının sağladığı avantajlar sayesinde, bugün hala birçok sistem bu tip veritabanları ile kullanılmaya devam etmektedir. Bu avantajları aşağıdaki şekilde ifade edebilmek mümkündür (Jatana vd, 2012):

- Bilgilerin çoğu veritabanında tutulur, uygulama üzerinde tutulmaz.
- Veri ekleme, silme ve güncelleme işlemleri kolay gerçekleştirilir.
- Veri özetleme, çağırma ve raporlama kolaydır.
- Veritabanı birbirine oldukça ilişkili tablolar ile tabular formda yapılanmıştır, veritabanının doğası tahmin edilebilir hale gelmiştir.
- Veritabanı şemasında yapılması gereken herhangi bir değişiklik oldukça kolaydır.

1.3.4.2.İlişkisel Olmayan Veritabanları

İlişkisel olmayan (non-relational) veritabanları, ilişkisel bir veri modeli üzerine kurulmamış olan veritabanlarıdır. Literatürde yer alan NoSQL veritabanları da bu kategoride yer alırlar. İlişkisel olmayan veritabanı

çeşitleri, veriyi organize etme şekillerine göre sınıflandırıldığında, aşağıdaki şekildedir (Jatana vd, 2012);

- Anahtar Değer Deposu (Key Value Store)
- Doküman Deposu (Document Store)
- Grafik Veritabanı (Graph Database)
- Kolon Tabanlı Veritabanı (Column Oriented Database)
- Obje Tabanlı Veritabanı (Object Oriented Database)
- Izgara & Bulut Veritabanı (Grid & Cloud Database)
- XML Veritabanı (XML Database)
- Çok Boyutlu Veritabanı (Multidimensional Database)
- Çok Değerli Veritabanı (Multivalue Database)
- Çok modelli Veritabanı (Multimodel Database)

İlişkisel (relational) veritabanları 1970' lerde ilk geliştirildikleri günden itibaren, ilişkisel bir veri modeli üzerine kurulmuş veritabanlarının üzerine yapılan araştırmalar hızla artmış ve veritabanları açısından yaşanan gelişmeler ivme kazanmıştır. İlişkisel veritabanları bir süre sonra kendinden önce geliştirilmiş olan veritabanı çeşitlerinin yerini almıştır. Ancak ilişkisel veritabanları ilk darbeyi 1990' ların ortasında nesne yönelimli programlama yaklaşımı yaygınlaşmaya başladığında almıştır. 1980' lerin sonlarında ve 1990' ların başlarında nesne yönelimli yaklaşım birçok programlama dili tarafından benimsenmiş ve Java gibi yeni nesne yönelimli dillerin oluşmasına yol açmıştır. İlişkisel veritabanının yapısından dolayı bir objeyi veritabanında tutmak yazılım geliştiriciler için çok sayıda işlem gerektirmektedir. Bu ve benzeri şekilde oluşan eksikliklerden dolayı, ilişkisel veritabanının yerine nesne yönelimli veritabanları geliştirilmiştir. İlişkisel veritabanındaki bu eksiklikler ise aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Gaspar ve Coric, 2018):

- Gerçek hayatta karşılaşılan varlıkların yetersiz temsil edilmesi
- Semantik aşırı yükleme

- Uzun süreli işlemleri yeterli şekilde destekleyememe
- Homojen veri yapısı
- Kısıtlı işlemler
- Tekrarlayan sorguları yönetmenin zorluğu
- Empedans eşleşmeme sorunu
- Şema değişiklikleri
- Yönlendirme ve erişim sıkıntıları

Yukarıdaki eksikliklere rağmen, ilişkisel veritabanı ticaretini yapan firmalar, değişikliklerle ilişkisel veritabanının yaygınlığını korumayı başarmışlardır.

2000' li yılların ikinci yarısına kadar, ilişkisel veritabanları yaygınlığını sürdürmüş ve herhangi yeni bir önemli veritabanı çeşidi sektöre sunulmamıştır. Ancak zamanla Web 2.0 uygulamaları, sosyal ağlar, Büyük Veri, bulut bilişim ve IoT (Internet of Things) konseptlerinin gelişmesi ile birlikte, ilişkisel veritabanları ikinci darbeyi almıştır. Büyük Veri konseptinin bir parçası olan Google, Amazon, Facebook, Twitter gibi aktörler, öncelikle ilişkisel veritabanlarının kısıtlarıyla karşılaşmış, sonrasında ise; farklı NoSQL veritabanlarının geliştirilmesine ve kullanılmasına öncülük etmişlerdir. Günümüzün uygulamalarında, ölçek (scale), erişilebilirlik (availability) ve çıktı (throughput) açısından eşsiz bugüne kadar görülmemiş bir seviyede nitelik gerektirmektedirler.

NoSQL veritabanlarını savunanlar ise; ilişkisel veritabanlarının aşağıdaki kısıtlarından dolayı, modern uygulamaların gereksinimlerini karşılamadıklarını öne sürmektedirler (Gaspar ve Coric, 2018):

- Bilgiyi doğal yapısından tablolara çevirme
- Tabular formdan bilginin yeniden yapılandırılmasının gerekli olması
- Verinin depolanmadan önce modellenmesi (semantik) gerekliliği
- Bir tablo kolonunun sadece benzer verileri tutabiliyor olması (sabit şema)

- İlişkisel sistemlerin yeterince ölçeklendirilememesi
- Farklı sistemler arasında kurulan zor bağlantılar
- Karmaşık iş kurallarının SQL ile kolaylıkla açıklanabilir olmayışı
- Zayıf performanslı yaklaşık terimler ve bulanık aramalar
- Karmaşık dokümanları verimli şekilde depolayamama ve doğrulayamama

1.4. Literatürdeki Benzer Çalışmalar

Bu çalışmada Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yönteminin anlatıldığı önceki bölümde bu yöntemin kullanım alanlarından bahsedilirken, literatürde yer alan farklı çalışmalara da değinilmiş ve AHP' nin literatürde teknoloji, pazarlama, üretim, sağlık, yönetim, finans, yatırım, güvenlik, politika, eğitim gibi daha pekçok alandaki karar problemlerini çözmek üzere bugüne dek kullanılmış, geniş bir yelpaze ile birçok farklı çalışmada yer aldığı görülmüştür. Ancak veritabanı seçiminde karar vermeye yönelik olarak uygulandığı çalışmalar sayıca azdır. Bunlardan bahsetmek gerekirse, Çavuşoğlu (1992), veritabanı sistemleri ve ilişkisel veritabanı modellerinin kıyaslandığı bir uygulama geliştirmek üzere bir tez çalışması gerçekleştirmiştir. Bahsedilen çalışma ilişkisel olmayan, NoSQL veritabanı modellerini de içermediğinden yapılacak olan çalışmadan farklılık göstermektedir. İlişkisel olmayan veritabanları, ilişkisel olan veritabanları ile kıyaslanması söz konusu olduğunda, onlara göre pek çok farklı özellik göstermektedirler, bu özellikler ise karar verirken kıyaslama yapılacak kriterler olduğundan, kriter açısından daha öncekinden oldukça farklı bir hiyerarşi bu çalışmada kullanılacaktır. Ayrıca önceki çalışma sadece ilişkisel veritabanı alternatiflerini içerirken, bu çalışma kapsam bakımından ilişkisel olmayan tüm veritabanlarını kapsayacağından değerlemede dikkate alınacak alternatiflerin sayısı ve çeşitliliği bakımından da farklılıklar söz konusu olacaktır. Uygulama geliştirmede kullanılacak olan algoritma ve araçlar da önceki çalışmadan farklı olacaktır.

Al-khanji (2015) Kerkük Üniversitesi için uygun veritabanı seçimini gerçekleştirmek üzere bir tez çalışması hazırlamıştır. Uygulama aşamasında, AHP yöntemi ya da farklı bir ÇKKV yöntemi kullanılmamış olup veritabanı seçimini yapabilmek için gerekli kriterlerin karşılaştırılması, insan gücüne ve muhakeme yeteneğine dayanarak yapılmıştır. Çalışma Kerkük Üniversitesi' nin özel durumunu inceleyerek, sadece bu duruma çözüm getirecek bir alternatifin sağlanması üzerine hazırlanmıştır. Bu nedenle farklı durumlardaki karar vericiler için optimum kararı sağlayabilecek bir çalışma niteliği içermemektedir. Çalışmadaki karşılaştırmalar, birincisi merkezi ve ikincisi dağıtılmış veritabanı sistemi olmak üzere iki veritabanı sistemi alternatifi üzerinden gerçekleştirilmiştir. Çalışmada üç yöntem kullanıldığı belirtilmiştir. Bunlardan birincisi, seçilen iki farklı sistemin özelliklerini ve bunların Kerkük Üniversitesi' nin özel şartlarına uygunluğunu belirlemektir. İkincisi, üniversitenin en çok kullanacağı sorgulamaları her iki sistemde de test ederek uygunluğu belirlemektir. Üçüncü olarak ise, üniversitenin rektörlüğünde ve ziraat fakültesinde anket uygulaması yapılmasıdır. Bu üç yöntemin sonuçlarına bağlı olarak bir çözüm önerisi sunulmaktadır.

Veritabanı ile Karar Destek Sistemi (KDS) kavramlarının bir arada kullanıldığı çalışmalar tarandığında ise, arıcılıkta kullanılmak üzere karar destek ve veritabanı yönetimi yazılımının geliştirilmesi çalışması bulunmaktadır (Yıldız, 2012). Çalışmada, Arisoft ismi verilen bir KDS yazılımı geliştirilmesi hedeflenmiştir. Ancak bu yazılım, veritabanı aracı seçmek amacıyla değil, arıcılıkta kullanılmak üzere oluşturulmuştur. Bu sebeple burada yapılacak olan çalışmadan farklılık göstermektedir.

Veritabanları ve KDS' nin bir arada yer verildiği başka bir çalışma ise, veritabanı yönetim sistemi kullanılarak KDS' lerin performansının artırılmasına yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada temel amaç KDS' lerin performansının artırılması olduğundan burada gerçekleştirilecek olan çalışmadan farklı bir çalışmadır. Veritabanı ve VTYS' lerin KDS' nin

verimliliğini geliştirmesi üzerine araştırma yapılmış ve çalışmanın sonunda ODTÜ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğrenci sistemi için bir KDS tasarlanarak geliştirilip uygulanmıştır (Abu-suod, 1988).

Veritabanlarının birbiri ile karşılaştırıldığı çalışmalar ele alındığında; NoSQL ve SQL veritabanlarının ya da ilişkisel ve ilişkisel olmayan veritabanlarının birbiri ile karşılaştırıldığı çalışmaların bulunduğu görülmektedir. Bununla birlikte, sadece ilişkisel veritabanlarını ya da sadece NoSQL veritabanlarını kendi içlerinde birbiri ile karşılaştırmak gibi sadece aynı kategorideki farklı alternatiflerin birbirleri ile karşılaştırıldığı çalışmaların da sıklıkla yer aldığı görülebilir. Ancak bu çalışmalarda karşılaştırmalar, AHP ya da bir çok kriterli karar verme yöntemi üzerinden gerçekleştirilmemiştir; bu nedenle yapılacak olan çalışmadan yöntem olarak farklılık göstermektedirler. Ayrıca, bu çalışmalarda kullanılan alternatifler ve bu alternatifleri değerlendirmede dikkate alınan faktörler birbirlerinden oldukça farklıdır. Bu çalışmalar, geçmişte veritabanı seçimine yönelik değerlendirmeye alınan karar alternatifleri ve karar vermeye etki eden faktörler yönünden bu çalışmayı destekleyici bilgiler içerdiğinden; bu çalışma için karar vermeye etki eden kriterlerin, alt kriterlerin ve alternatiflerin tespit edilebilmesinde kullanılmak üzere, sonraki alt başlıkta Bahsedilen karşılaştırma çalışmalarına yer verilecektir.

1.5. Veritabanı Seçimine Etki Eden Faktörler

Veritabanı seçimine etki eden faktörlerin belirlenebilmesi için, literatürdeki daha önce gerçekleştirilmiş olan veritabanı alternatiflerinin karşılaştırıldığı çalışmalara yer verilmesi gereklidir. Bu karşılaştırmalar literatürde, ilişkisel ile ilişkisel olmayan ya da SQL ile NoSQL veritabanlarının birbiri ile karşılaştırılması şeklinde gerçekleştirilmesinin yanı sıra, sadece ilişkisel veritabanlarının birbiri ile karşılaştırılması gibi aynı kategori altındaki çok sayıda alternatif üzerinden yapılan kıyaslamalar şeklinde de görülebilmektedir. Bu alternatiflerin birbirleri ile benzer,

veritabanları arasındaki ortak özellikler yönünden kıyaslamalar yapılabileceği gibi; birbirlerinde var olmayan ve birbirlerinden farklılık göstermelerini sağlayan özellikler yönünden de yapılabilmektedir. Bu nedenle bu kısımda bu yönlerden yapılan aynı ya da farklı kategorideki veritabanları üzerindeki karşılaştırmaları içeren literatürdeki çalışmalara yer verilerek, veritabanı aracı seçiminde alternatifler arasında karşılaştırma yapılırken veritabanlarındaki hangi özelliklere dikkat edildiğinin belirlenmesi sağlanacaktır.

Taha (2017), gerçekleştirdiği tez çalışmasında NoSQL ve ilişkisel VTYS'lerin performans yönünden karşılaştırılmasını sağlamıştır. Günümüzde yapılandırılmış, yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış verilerin hızla artış göstermesi üzerine, ilişkisel ve ilişkisel olmayan veritabanlarından hangisinin tercih edilmesi gerektiği ile ilgili birçok farklı görüş ortaya atılmaktadır. Bu noktada işlem performansı yönünden karşılaştırmalara bir açıklık getirmek üzere, bu çalışma yapılarak veri ekleme, okuma, güncelleme, silme gibi işlemler yönünden ilişkisel ve ilişkisel olmayan VTYS'lerin karşılaştırılması sağlanmıştır. Karşılaştırmada, ilişkisel veritabanı alternatiflerinden MySQL ve ilişkisel olmayan veritabanı alternatiflerinden Mongo DB ile Apache Cassandra kullanılmış ve bu karşılaştırmalar Yahoo Cloud Serving Benchmark uygulaması kullanılarak yapılmıştır. Daha sonra yapılan iş yükü testleri sonucuna göre elde edilen performanslar raporlanmıştır. Bu çalışmaya göre; **performans** faktörünün karşılaştırmalara olanak sağlayan bir kriter olduğu görülmektedir.

Literatürde yer alan başka bir çalışmada; Hammood, NoSQL veritabanı sistemlerini birbirleri ile karşılaştırmıştır (2016). Çalışmada, NoSQL veritabanı sistemlerinden MongoDB, Apache Hbase ve Apache Cassandra'nın karşılaştırıldığı görülmektedir. Karşılaştırmaların gerçekleştirilebilmesi için ise, Yahoo firmasının sunduğu Yahoo Cloud (YCSB) kullanılmıştır. Karşılaştırmalarda farklı iş yükleri üzerinden değerlendirmelerin

yapılabilmesi için test ortamı oluşturulmuştur. Daha sonra test ortamında yapılan testler sonucunda, her bir alternatifin zayıf ve güçlü yönleri ortaya konulmuştur. Bu alternatif veritabanları birbirinden farklı mimarilere sahip olduklarından testlerde birbirinden farklı tepkiler vermektedir. MongoDB düşük yüklerde çok iyi performans göstermiş, ancak ağır yükler altında Cassandra ve Hbase performans yönünden başarılı bulunmuştur. Okuma işlemlerinde ise, Hbase alternatifinin diğer iki alternatife göre daha düşük bir performans sergilediği çalışmada ifade edilmiştir. Buradan **performans** göstergelerinin karşılaştırmalar sonucu karar vermeye etki ettiği görülebilir. Bu göstergelerin ise, **iş yükü** ve **işlem tipi** yönünden düşük ya da yüksek şeklinde karşılaştırılması söz konusu olmuştur.

Aladily (2015), en sık kullanılan NoSQL veritabanlarının performanslarının karşılaştırılmasına yönelik bir çalışma tamamlamıştır. Bu çalışmada, öncelikle NoSQL veritabanları ile SQL veritabanlarının karşılaştırılmasını gerçekleştirmiştir. İlişkisel veritabanlarının ne zaman seçilmesi gerektiğinden ve NoSQL veritabanlarının neden seçilmesi gerektiğinden bahsetmiştir. Sonrasında, NoSQL veritabanlarından olan MongoDB, CouchDB, Cassandra, Hbase veritabanlarının karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir. Bu veritabanlarının, öncelikle farklı işletim sistemleri üzerine kurulumu yönünden karşılaştırılmak üzere; Windows, Linux ve Unix ortamlarında kurulum işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sonrasında, Yahoo Cloud Serving Benchmark yardımıyla karşılaştırılmaları sağlanmıştır. Bu karşılaştırmalar ise, veritabanı alternatiflerinin okuma, yazma gibi farklı iş yüklerinde gösterdiği performans, kayıt sayısı bazlı sunucu tarafındaki CPU kullanımı göstergeleri ve sorgularda ordering ile count, sum gibi aggregate fonksiyonlardaki başarıları yönünden kıyaslanmaktadır. Bu sebeple; veritabanı alternatifleri için, genel çerçevede **performans** ve temelde **iş yükü**, işlem bazlı olarak **CPU kullanımı**, **sorgu kullanımı** yönünden karşılaştırmaların yapılabildiği görülmüştür. Ayrıca farklı işletim sistemlerindeki kurulumlarında

farklılıklar görüldüğünden, **işletim sistemi** gibi **kurulum gereksinimleri** ve **özellikleri** de birbirleri ile karşılaştırılmalarında etki eden bir noktadır.

Uzunbayır (2015), büyük veri tasarım zorlukları ile ilgili bir alışveriş uygulaması üzerinden ilişkisel veritabanları ile NoSQL veritabanlarının karşılaştırılmasını sağlayan bir çalışma gerçekleştirmiştir. Günümüzde veri artışı sonucunda geleneksel veritabanı teknolojilerinin büyük verilerle başa çıkmada sorunlar yarattığını ifade ettiği çalışmada, bu sorunları gidermek konusundaki açığı kapamada çeşitli NoSQL ürünlerinin piyasaya sürüldüğünü belirtmiştir. Ancak, oluşan bu çeşitlilik sebebiyle, yazılım geliştiricilerin hangi tür veritabanını seçecekleri konusunda karar vermede zorlandıklarını söylemiştir. Bu konuya yönelik olarak, tez çalışmasında, farklı veritabanı yönetim sistemlerini ve onların beraberinde gelen zorlukları özetlemiş, ardından ilişkisel ve grafik tabanlı olmak üzere iki farklı veritabanı teknolojisini karşılaştırmıştır. Sonra bu iki teknolojiyi alışveriş uygulaması olan TrendPin için veri modelleri tasarlayarak uygulamıştır. Bu tasarım modelleri ile oluşan farklı sorgu performansları çalışmada gösterilmiştir. Bu çalışmada, ilişkisel ve NoSQL veritabanlarının kıyaslaması yapılırken; ilişkisel veritabanı modellerinde **tablo yapısı** mevcutken; NoSQL’ de veri çıkarmada ve işlemede **kolaylık** ve **verimlilik** sağlanabilmesi amacıyla tablo bulunmadığı, yerine key-value store içerdiği ifade edilmiştir. Buradan yola çıkılarak **veritabanı modeline** göre veritabanı alternatifleri birbirinden farklılık göstermekte ve kıyaslanmakta olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, NoSQL’ de verinin XML ve JSON dosya formatında saklandığı için join işlemlerine ve karmaşık sorgulara gerek duyulmadığı da belirtilmiştir. Bu noktada, **karmaşık sorgulama** ve **join kullanımı** söz konusu olması durumunda karar vericilerin bu faktörleri de dikkate alarak seçim yapması söz konusu olur. SQL ve NoSQL veritabanları için çalışmada yapılan çüncü bir kıyaslama ise, ilişkisel veritabanlarının tümünde bulunan temel ortak özellik olan ACID prensipleri, NoSQL tarafından sağlanmamaktadır. Bunun yerine NoSQL, performans ve ölçeklenebilirlik (scalability) sağlamak açısından BASE prensiplerini temel

alır. Bu durumda, SQL ve NoSQL veritabanları arasında kıyaslama yapılırken, ACID ya da BASE olarak hangi prensibi destekleyip desteklemediği noktasında **desteklenen prensip** bir kıyaslama faktörü olarak kullanılabilir. Aynı zamanda, bunun bir sonucu olarak, **performans** ile **ölçeklenebilirlik** farklılık göstereceğinden bu ikisi de karşılaştırma faktörleri arasında yer alır.

Al-ani (2015), SQL ve NoSQL veritabanlarını karşılaştıran bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada, karşılaştırmayı yapacak bir uygulama geliştirilmemiştir, teorik bir çalışma niteliğindedir ve günümüzde popüler olan her iki veritabanı tipi için birer örnek seçilerek özellikler bakımından karşılaştırılmalar yapılmıştır. Bu veritabanlarından seçilen ilişkisel olan MySQL ve ilişkisel olmayan Neo4j karşılaştırılmak üzere seçilerek, birbirlerinden farklı özellikleri, artı ve eksileri ile birlikte çalışmada ele alınmıştır. MySQL ele alınırken değerlendirmeye katılan özellikleri; ACID-BASE uyumluluğu, ilişkisel ya da ilişkisel olmama model özelliği, buffering ve caching, scalability ve availability, replication, sharding' dir. Neo4j ele alınırken üzerinde durulan özellikleri ise; ACID uyumluluğu, esnek şema, yüksek ölçeklenebilirlik, performans ve yüksek erişilebilirlik özelliklerini göstermesi ve SQL' den daha basit olan Cyper sorgulama dilini kullanmasıdır. MySQL ve Neo4j araçlarını benzerlik ve farklılıklar yönünden karşılaştırma noktasında ise şunlar söylenebilmektedir (Al-ani, 2015) :

- Kullandıkları diller birbirinden farklıdır, ancak Cyper SQL' den esinlenilerek türetildiği için benzer noktaları vardır. Örneğin yazım kuralları açısından Cyper dili de Where, Order By gibi benzer anahtar kelimeler barındırır. Her iki dil de kullanıcılar için okunaklı ve basittir. SQL, operasyonel açıdan CRUD işlemlerini içerir.

- MySQL ve Neo4j' nin her ikisi de açık kaynak kodlu veritabanlarıdır.

- Her ikisinin de kendi türündeki diğer veritabanları ile kıyaslandığında daha esnek olduğu görülmektedir. Ancak bu ikisi birbiri ile kıyaslandığında Neo4j' nin daha esnek ve hızlı geliştirme veritabanı olduğu söylenmektedir.

- Her ikisinde de eşlenme (replication) yatay yönlü olarak bulunmaktadır. Ancak, MySQL' de dikey yönde de gerçekleşebilmektedir.

- MySQL' de veri girişinden önce şema olduğu görülür, ancak Neo4j' de esnek şema vardır, şemasız olduğu söylenebilir.

- Sharding işlemi yatay bölümlenme (horizontal partitioning) ile olurken; Neo4j' de cache-based sharding işlemi gerçekleşir.

- Her ikisi de **ACID**' i desteklemektedirler. Ancak Neo4j **CAP** teoreminden dolayı yüksek **erişilebilirlik (availability)** özelliği gösterirken, MySQL **tutarlılık (consistency)** sağlamaya önem verir.

- **Veri modeli** açısından karşılaştırıldığında, MySQL **normalizasyon** prensibine uygun olarak tasarlanmıştır ve **veri kaybını (loss)** ve **tekrarını (redundancy)** önlemek için **ilişkisel model destekler**. Neo4j' de ise; bir **grafik (graph)** ve her grafik için, **nodlar (nodes)**, **ilişkiler (relationships)** ve **özellikler (properties)** vardır.

Çalışmada, NoSQL veritabanlarındaki ortak özellikler; dağıtık (distributed) merkezi yapıya sahip olmaları, CAP teoremini baz almaları sonucu ya sadece tam tutarlılık (consistency) sağlamaları ya da availability den bir miktar ödün vermeleri, veritabanı tarafında **ilişkisel model** kurulmasına izin vermemeleri ve ilişkilerin ancak uygulama katmanında kurulmasına olanak tanımaları şeklinde özetlenebilir (Al-ani, 2015).

Ali (2014), bulut üzerinde işleyen veritabanları için hizmet sağlayıcısı seçiminde dikkate alınması gereken performans göstergelerine yer verdiği

bir tez çalışmasında, bulut veritabanı servislerinin karşılaştığı sorunların erişilebilirlik (availability), fiziksel erişim kontrolü (physical access control), veri izolasyonu (data isolation), bağlantı hızı (connection speed) ve güvenlik saldırıları (security attacks) olduğunu ifade etmiştir ve bunlara açıklık getirmiştir. Günümüzde güvenlik gibi endişeler sebebiyle bulut veritabanları hala yeterince yaygınlaşmış değildir, ancak bu konudaki güvenlik faktörü sadece VTYS' nin kendi üzerinde bulundurulmuş güvenlik denetim ve kontrollerinden kaynaklı değildir, bulut üzerindeki veritabanının uygulama modeline (deployment model) göre, bu güvenlik seviyesi değişmektedir. Daha açık bir ifade ile; Private Cloud ile yüksek seviyede güvenlik sağlanır ancak bu yüksek bir maliyete de yol açar. Community Cloud, orta seviyede güvenlik ve maliyet getirir. Public Cloud ise; düşük seviyede bir güvenlik ve maliyet kaynağıdır. Hybrid Cloud, modelde kullanılan yöntemle göre değişiklik gösterebilmektedir. VTYS seçimi yapılırken nelere dikkat edilmesi gerektiğini de özetlemiştir (Ali, 2014).

Yukarıda **güvenlik (security)** kriterine bağlı olarak bulut veritabanlarının değerlendirilmeye alınması sözkonusu olup, ikinci performans göstergesi ise; **verimlilik (efficiency)** tir (Ali, 2014). Verimlilik, kullanıcıya gerekli servis fonksiyonallitesini sağlayabilmek için kullanılan kaynakların sayısı ve miktarıdır. Bu kaynakları, network bant genişliği (network bandwidth), veri depolama kapasitesi (storage capacity) ve işlemci (CPU) olarak özetlemek mümkündür.

Güvenlik ve verimliliğin yanısıra, üçüncü bir performans göstergesi; **güvenilirlik (reliability)** tir (Ali, 2014). Güvenilirlik, bir zaman periyodu içerisinde gerçekleşen hata sayısının ortalamasıdır. Bu kavram, belirli bir zaman ve durum karşısında, bir servis kesinti olmadan nasıl çalışır bunu tanımlar. Ayrıca, bir servisin verilen bir performans standardı ile zaman içerisinde çalışmaya devam edebilme yeteneğini ölçer. Dördüncü performans göstergesi ise, **ölçeklenebilirlik (scalability)** tir (Ali, 2014). Bu performans göstergesi, BT donanım kaynaklarını ölçeklendirebilme

yeterliliğini ölçer. Bu kaynaklar; işlemci gücü, hesaplama nodları, ağdaki bant genişliği, depolama ünitelerini içerir. Yalnız bu ölçeklendirme yapılırken, kabul edilebilir bir performans seviyesi sağlanması beklenmektedir. Ölçeklenebilirlik özellikle finansal servislerde önem kazanmaktadır. Bulut veritabanlarında bu performans göstergesinin ele alınmasının sebebi şudur; kullanıcının her ihtiyaç duyması durumunda, veritabanı bu ihtiyaç ile büyüyen kaynak miktarını destekliyor olmalıdır. BT kaynaklarının miktarındaki bu büyümenin ve artışın farklı çeşitleri olabilir. Bazı sistemlerde hesaplama ve depolama kaynaklarında artış gerekebilir. Ya da bazı sistemlerde, bazı zamanlar yüksek büyüme ve artış gerektirirken, diğer zamanlarda düşük bir büyüme gerektirebilirler. Daha da önemlisi, birçok organizasyon küçük miktardaki kaynaklarla faaliyete başlar ve zaman geçtikçe büyüme ve artış olması gerekebilir. Ancak kaynaklarda, sabit, düzenli ve dengeli bir artış kolaylıkla yönetilebilir.

Tablo 9’ da, VTYS’ lerin modele dayalı olarak gruplara ayrılması sonucu birbiri ile karşılaştırılmaları farklı özellikler üzerinden sağlanmıştır (Vaish, 2013).

Tablo 9. Modele Dayalı VTYS Karşılaştırılması

Özellik	Kolon Tabanlı	Doküman	Anahtar Değer	Grafik
Tablo Benzeri Şema Desteği (Kolon)	Evet	Hayır	Hayır	Evet
Değer Bazlı Filetleme/Sorgu	Evet	Evet	Hayır	Evet
Satırlar Arasında Gruplama	Evet	Hayır	Hayır	Hayır
Varlıklar Arasında İlişkilendirme	Hayır	Hayır	Hayır	Evet
Toplu Yakalama	Evet	Evet	Evet	Evet
Toplu Güncelleme	Evet	Evet	Evet	Hayır

2. ANKET ÇALIŞMASI

Önceki bölümde yer alan literatür tarama kısmında belirlenmiş olan literatürdeki geçmiş çalışmalarda, veritabanı aracı seçimine etki ettiği tespit edilen faktörler ile ilgili bu bölümde anket çalışması yapılarak veritabanı ile ilgili meslek hayatında çalışmalar yapan uzmanların görüşlerine başvurulacak ve veri toplanarak elde edilen verilerin yorumlanması yapılacak, bu anketin sonuçlarına göre AHP yönteminde kullanılması planlanan kısıtlara, kriterlere ve alt kriterlere netlik kazandırılacaktır.

Önceki bölümde yazılı ve basılı kaynaklardan incelemeler yapılması aracılığı ile, araştırılmada kullanılmak üzere gerekli olan bilgiler derlenmiştir. Bu bölümde ise, veri toplama tekniklerinden anket yöntemi uygulanmıştır. Anket, daha önceden belirlenmiş kişilerin ya da grubun herhangi bir konu üzerindeki duygu, düşünce, istek ve beklentilerini anlamak amacıyla, bir plan çerçevesinde yazılı ya da sözlü olarak hazırlanmış sorular bütünüdür (Silahtaroglu, 2014). Bu çalışmada kullanılmak üzere hazırlanan anket formu Ek-1’ de yer almaktadır. İlgili anket formu, web tabanlı bir anket oluşturma sitesi kullanılarak oluşturulmuş olup, online anket formuna anket linki üzerinden de ulaşılabilir.

Ankette yer alan sorular, literatür taramada belirlenen faktörleri içererek onların veritabanı seçimi için önem derecelerini tespit etmeye yardımcı olacak şekilde hazırlanmıştır. Ankette açık ve kapalı uçlu soru türleri kullanılmış olup, kapalı uçlu sorularda kullanılan anket ölçeği; Derecelendirmeli (Likert) ölçekli sorulara yer verilmiştir. Yanıtlar 5 ölçekli olacak şekilde; “Kesinlikle Katılmıyorum”, “Katılmıyorum”, “Kararsızım”, “Katılıyorum”, “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde derecelendirilmiştir.

Anketteki konu “Veritabanı Yönetim Sistemi (VTYS) Seçimine Etki Eden Faktörler” olup, kısaca veritabanı seçimi yapılırken karar vermeye etki eden faktörleri, hangi faktörlerin bu karar aşamasındaki değerlendirmelerde etkili olduğunu, etki önem dereceleri üzerinden tespit yapılmak üzere, araştırmak için

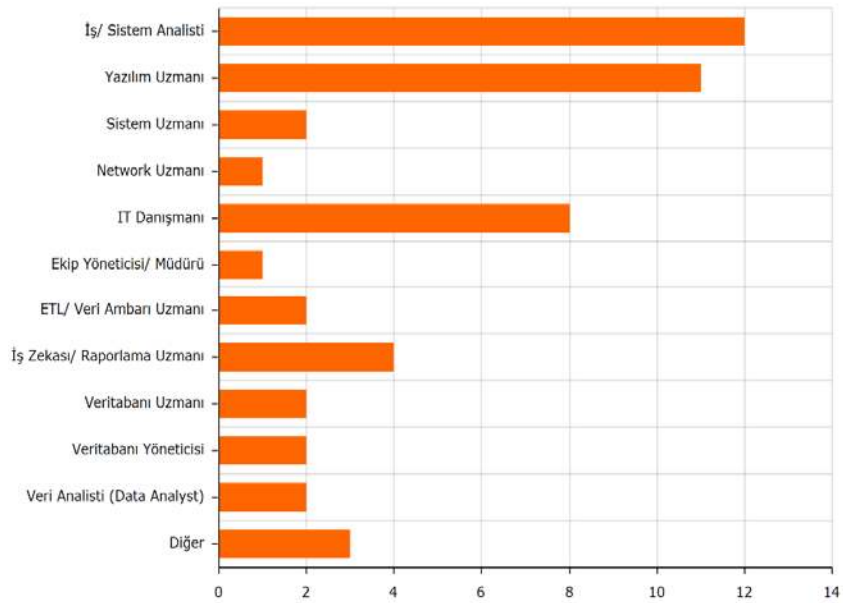
yapılmıştır. Anketteki hedef kitle veritabanı ile ilgili faaliyet gösteren Bilgi Teknolojileri uzmanları olup, 41 adet uzmanın katılımı ile çalışma gerçekleştirilmiştir; anketten toplanan veriler kullanılarak onların veritabanı seçimi kararı alırken hangi faktörlere önem verildiği belirlenmektedir. Ankette kullanılan sorulara göre uzmanların verdiği cevaplar ile derlenen anket sonuçları aşağıdaki şekildedir :

Soru-1 : Adınız Soyadınız nedir?

Bu soru için ankete katılan kişilerden kendi isim ve soyadı bilgilerini girmeleri beklenmektedir. Geçerli yanıt verenlerden anketi başarılı tamamlamış olanlardan ankete katılanların listesi oluşturulmuştur.

Soru-2 : Mesleğiniz nedir?

Bu soru için katılımcıya yöneltilen seçenekler Ek-1’ deki anket formu üzerinden görülebilir. Verilen yanıtlardan elde edilen sonuç ise, Şekil 6’ da gösterilmiştir.

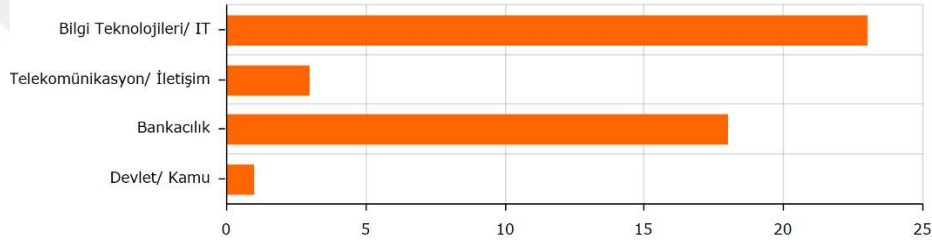


Şekil 6. Meslekler

Katılımcıların çoğunluğunu oluşturan ilk üç gruplandırma ele alındığında ise; 12 kişi İş/Sistem Analisti, 11 kişi Yazılım Uzmanı ve 8 kişi IT Danışmanı ünvanı ile olmak üzere, veritabanının kullanıldığı farklı sektörlerde faaliyet göstermektedir.

Soru-3 : Çalıştığınız Sektör nedir?

Bu soru için katılımcıya yöneltilen seçenekler Ek-1’ deki anket formu üzerinden görülebilir. Verilen yanıtlardan elde edilen sonuç ise, Şekil 7’ de gösterilmiştir.

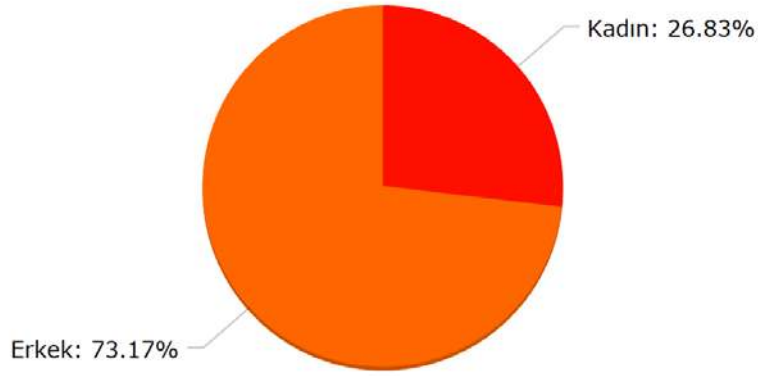


Şekil 7. Sektörler

Sektör bazlı olarak katılımcıların dağılımı ele alındığında, 23 kişi Bilgi Teknolojileri/ IT, 3 kişi Telekomünikasyon/ İletişim ve 18 kişi Bankacılık sektöründen, 1 kişi ise Devlet/ Kamu katıldığını ifade etmiştir.

Soru-4 : Cinsiyetiniz nedir?

Bu soru için katılımcıya yöneltilen seçenekler Ek-1’ deki anket formu üzerinden görülebilir. Verilen yanıtlardan elde edilen sonuç ise, Şekil 8’ de gösterilmiştir.



Şekil 8. Katılımcıların Cinsiyet Dağılımı

Cinsiyet olarak bakıldığında, katılımcıların %26,83' ünü kadınlar ve kalan %73,17' sini ise erkekler oluşturmaktadır.

Soru-5 : Veritabanı seçimi yaparken, Teknik Kurulum açısından hangi kriterlere önem verirdiniz, lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

Bu soru için katılımcıya yöneltilen seçenekler Ek-1' deki anket formu üzerinden de görülebilir. Verilen yanıtlardan elde edilen sonuç ise, Şekil 9' da gösterilmiştir.

Bu soru ile birlikte katılımcıya değerlendirmesi için yöneltilen ifadeler aşağıdaki şekildedir;

- Bir veritabanı seçimi yaparken, veritabanının kurulum gereksinimleri benim için önemlidir.
- Bir veritabanının hangi tür işletim sistemine kurulması gerektiği benim için önemlidir.
- Bir veritabanının gerektirdiği disk sayısı benim için önemlidir.
- Bir veritabanının gerektirdiği CPU benim için önemlidir.
- Bir veritabanının gerektirdiği minimum RAM kapasitesi benim için önemlidir.

- Bir veritabanının gerektirdiği network ve altyapı gereksinimleri benim için önemlidir.

Katılımcıların sayısı: 41



Şekil 9. Teknik Kurulum Önem Dağılımı

Bu soru için katılımcılar tarafından verilen yanıtlar Şekil 9 üzerinde gösterilen grafikten de değerlendirildiğinde, çoğunluk olarak 4 ve 5 yanıtının seçildiği görülmüştür. Ancak disk sayısı için verilen yanıtlardan 11 kişi kararsız olduğunu ifade ettiğinden disk sayısı karar modelinde kullanılmayacaktır. Network ve altyapı için ise, 4 kişi katılmadığını, 1 kişi kararsız olduğunu ifade etmiş, ancak 25 kişi kesinlikle katılıyorum ifadesini kullanmamıştır. Bu nedenle disk sayısı dışındaki bu faktörlerin tamamı karar modeline dahil edilebilir.

Soru-6 : Veritabanı seçimi yaparken, Performans açısından hangi kriterlere önem verirdiniz, lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

Bu soru için katılımcıya yöneltilen seçenekler Ek-1’ deki anket formu üzerinden görülebilir. Verilen yanıtlardan elde edilen sonuç ise, Şekil 10’ da gösterilmiştir.

Bu soru ile birlikte katılımcıya değerlendirmesi için yöneltilen ifadeler aşağıdaki şekildedir;

- Bir veritabanının göstereceği performans benim için önemlidir.

- Bana göre, bir veritabanının iş yükü açısından gösterdiği performans önemlidir.
- Bir veritabanının storage açısından verimli olması benim için önemlidir.
- Bir veritabanının CPU açısından verimli olması benim için önemlidir.
- Bana göre, bir veritabanında ölçeklenebilirlik (scalability) önemlidir.
- Bir veritabanında kullanılabilirlik benim için önemlidir.
- Bana göre bir veritabanının BASE prensiplerini desteklemesi önemlidir.
- Bana göre bir veritabanının ACID prensiplerini desteklemesi önemlidir.
- Bir veritabanında güvenilirlik benim için önemlidir.
- Bir veritabanında tutarlılık benim için önemlidir.



Şekil 10. Performans Önem Dağılımı

Şekil 10' dan görüldüğü üzere, katılımcılar % 70,73 oranında performansa mutlak derecede önem vermektedir. Kalanların % 26,83 ise önem verdiğini ifade etmiştir. % 2,44' ü ise kararsız olduğunu belirtmiştir. Sonuca bakıldığında, 41 katılımcıdan 1' i kararsız olduğunu ifade ederken, kalan 40 kişi önem verdiğini ya da kesinlikle önem verdiğini ifade etmektedir. Bu durumda bu katılımcı örnekleminin veritabanında performans kriterine büyük ölçüde önem verdiği söylenebilir. Storage işlemlerinde sağlanan verimlilik konusunda 3 kişi katılmadığını söylese de 10 kişi bu konuda kararsız olduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde, ACID ve BASE konusunda da kararsızların sayısının büyüklüğü göze çarpmaktadır. İş yükü, güvenilirlik, tutarlılık, ölçeklenebilirlik ve kullanılabilirlik ise yüksek ölçüde 4 ve 5 değerleri ile

derecelendirildiğinden, bu faktörler performans üzerine olan etkisi sebebiyle karar modeline performansın bir alt kriteri olarak dahil edilecektir.

Soru-7 : Veritabanı seçimi yaparken, Güvenlik açısından hangi kriterlere önem verirdiniz, lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

Bu soru için katılımcıya yöneltilen seçenekler Ek-1’ deki anket formu üzerinden görülebilir. Verilen yanıtlardan elde edilen sonuç ise, Şekil 11’ de gösterilmiştir.

Bu soru ile birlikte katılımcıya değerlendirmesi için yöneltilen ifadeler aşağıdaki şekildedir;

- Bir veritabanı seçerken, veritabanının güvenlik özellikleri benim için önemlidir, onlara dikkat ederim.
- Bir veritabanında doğrulama benim için önemlidir.
- Bir veritabanında yetkilendirme benim için önemlidir.
- Bir veritabanında şifreleme yapılması benim için önemlidir.
- Bir veritabanındaki profiller ve roller benim için önemlidir.

Katılımcıların sayısı: 41



Şekil 11. Güvenlik Önem Dağılımı

Şekil 11’ de yer alan grafik incelendiğinde, katılımcılardan 22’ si güvenlik kriterine kesinlikle önem verdiğini, 16’ sı önem verdiğini ifade etmiş, 3 kişi ise kararsız olduğunu açıklamıştır. Buradan yola çıkılarak güvenlik faktörü bir kriter

olarak karar modeline dahil edilmelidir. Ayrıca güvenlikle ilgili diğer alt konularda da verilen yanıtların büyük ölçüde 4 ve 5 üzerine olduğu hesaplanmakta ve görülmektedir. Bu sebeple tüm bu faktörler karar modeline dahil edilecektir.

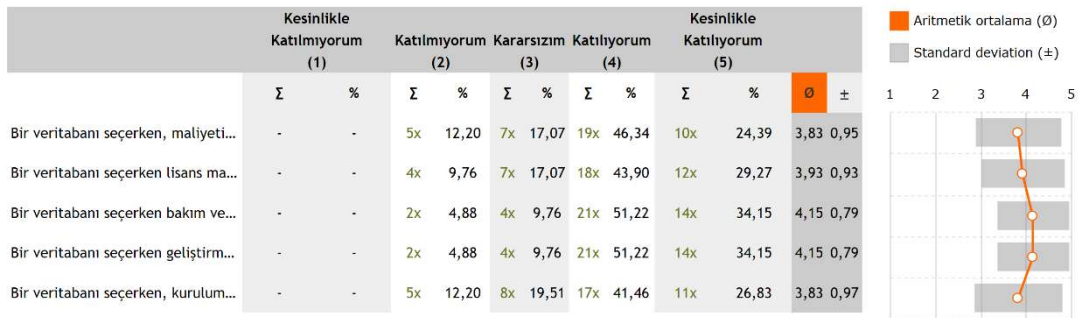
Soru-8 : Veritabanı seçimi yaparken, Maliyet açısından hangi kriterlere önem verirdiniz, lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

Bu soru için katılımcıya yöneltilen seçenekler Ek-1’ deki anket formu üzerinden görülebilir. Verilen yanıtlardan elde edilen sonuç ise, Şekil 12’ de gösterilmiştir.

Bu soru ile birlikte katılımcıya değerlendirmesi için yöneltilen ifadeler aşağıdaki şekildedir;

- Bir veritabanı seçerken, maliyeti benim için önemlidir, dikkat ederim.
- Bir veritabanı seçerken lisans maliyeti benim için önemlidir.
- Bir veritabanı seçerken bakım ve destek maliyeti benim için önemlidir.
- Bir veritabanı seçerken geliştirme ve değişiklik maliyeti benim için önemlidir.
- Bir veritabanı seçerken, kurulum maliyeti benim için önemlidir, dikkat ederim.

Katılımcıların sayısı: 41



Şekil 12. Maliyet Önem Dağılımı

Şekil 12 ile verilen grafik incelendiğinde, genel olarak maliyet açısından verilen önemi ifade etmek konusunda, 10 kişi kesinlikle katıldığını ifade ederken,

19 kişi katıldığını belirtmiştir. Ancak 7 kişi kararsız ve 5 kişinin katılmıyor olması, aritmetik ortalamayı 3,83' e düşürmüş olup katılanların sayısı, katılmayanlara vr kararsızlık gösterenlere yakın duruma gelmiştir. Ayrıca maliyet, her sistem için değişiklik gösterdiğinden, bazı sistemlerde maliyet önem kazanırken, ufak sistemlerde maliyet unsuru göze çarpan bir yer edinmeyebilir. Bu sebeple, bu maliyet faktörleri de dahil edilecek ancak alternatifler açısından karar verme sürecinde karar vericinin değerlemesine sunulacaktır.

Soru-9 : Veritabanı seçimi yaparken, Kullanım Özellikleri açısından hangi kriterlere önem verirdiniz, lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

Bu soru için katılımcıya yöneltilen seçenekler Ek-1' deki anket formu üzerinden görülebilir. Verilen yanıtlardan elde edilen sonuç ise, Şekil 13' te gösterilmiştir.

Bu soru ile birlikte katılımcıya değerlendirmesi için yöneltilen ifadeler aşağıdaki şekildedir;

- Bir veritabanı seçerken, veritabanının kullanım özellikleri benim için önemlidir, onlara dikkat ederim.
- Bir veritabanının tasarım açısından ilişkisel veri modelini destekliyor olması benim için önemlidir.
- Tercihen bir veritabanında başka bir dil yerine SQL dilinin kullanılması benim için önemlidir.
- Bir veritabanı seçerken, veritabanında tablo yaratılabilir olmasına önem veririm, tablo kullanılabilmesi benim için önemlidir.
- Bir veritabanının karmaşık sorgular ile de çalışmayı desteklemesi benim için önemlidir.
- Bir veritabanında count, sum gibi aggregating fonksiyonların kullanılabilir olması benim için önemlidir.

Katılımcıların sayısı: 41



Şekil 13. Kullanım Özellikleri Önem Dağılımı

Şekil de görülen grafik üzerinden değerler ele alındığında, verilen yanıtlar 4 ve 5 üzerinde yoğunlaştığından, buradaki faktörlerin tamamı karar modelinde karar vericinin değerlemesi için göz önünde bulundurulacaktır.

3. AHP YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

AHP yönteminin veritabanı aracı seçimine yönelik uygulanmasında, aşağıdaki detayları ile birlikte belirtilen adımlar izlenmiştir;

- Problemin Tanımlanması : Büyük Veri (Big Data) kavramının insan hayatına girmesiyle verilerin depolanması ve yönetilmesi konusunda geleneksel veritabanı araçlarının yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu durum NoSQL türündeki ilişkisel olmayan veritabanı araçlarına duyulan ihtiyacı artırmıştır. Günümüzde veritabanı araçları büyük veriye yeterli hale gelebilmek için sürekli gelişmekte ve çeşitlenmektedir. Ancak bu çeşitlilik, veritabanı aracı seçimi yapmak üzere alternatifleri değerlendirecek olan karar vericilerin hangi tür veritabanı seçeceği konusunda karar vermesini zorlaştırmıştır (Uzunbayır, 2015). Karar vericilerin bütçe ve zaman ayırarak araştırma yapmak kaydıyla tüm alternatifleri belirleyip, onları değerlendirmek üzere tüm özellikleri ile birlikte bir araya getirip organize edebilmesine, onların tüm özellikleri yönünden tek tek birbirleri ile karşılaştırma yapabilmesine ve bu karmaşık hale gelen problemi bilgisayar desteği olmadan salt insan zekası ve muhakeme gücü ile hatasız çözerek en uygun seçeneği bulabilmesine dönüşen bir karar verme süreci ile bugün karşı karşıya kalınmaktadır.

Günümüzde, veri kapasitesi ve veritabanlarına duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır; ancak herhangi bir veritabanı aracı seçilerek kullanılması kısıtlar ve ihtiyaçlar doğrultusunda mümkün değildir. Kısıtlar çerçevesinde ihtiyaçlara uygun bir veritabanı aracı alternatifi seçilememesi durumunda; veritabanı sistemlerinde maliyet, performans, verimlilik, kullanılabilirlik gibi birçok faktör yönünden istenmeyen ve beklenmeyen durumlarla karşı karşıya kalınmasına yol açmaktadır. Ayrıca yanlış verilen bir kararın uygulanması sonucunda, yeni veritabanı sistemi oluşturmak zaman ve bütçe gerektiren zahmetli bir süreç olduğundan doğru kararı vermemiş olmanın yol açacağı kayıplar da kritiklik taşımaktadır.

Yukarıda ifade edilen tüm olumsuzlukların üstesinden gelmek üzere veritabanı aracı seçiminde karar vermeye destek olacak bir sistemin oluşturulması ihtiyacı doğmuştur. Bu durum ilişkisel ve ilişkisel olmayan veritabanılarını güncel şekilde takip ederek en uygun seçeneği bulmada onların tümünü kısıtlar ve özellikler çerçevesinde karşılaştırabilecek bir modele ve sisteme duyulan ihtiyacın yaygınlaşmasına yol açmıştır. Bu ihtiyacı karşılamak üzere alternatifler, kriterler, alt kriterler ve kısıtlar tespit edilerek bu amaca yönelik bir model oluşturulması bu çalışmada gerçekleştirilecektir.

- Değerleme Elementlerinin Listelenmesi : Yukarıda ifade edildiği gibi problemin amacı uygun veritabanı sisteminin seçilmesidir. Bu amaca yönelik olarak kriter ve alt kriterlerin ayrıca bu problemdeki kısıtların ve alternatiflerin de tespit edilebilmesi için, literatür tarama ve anket yapılmıştır. Buna göre sonuçta aşağıdaki şekilde listeleme yapılabilmektedir;

Kriterler; performans özellikleri, güvenlik özellikleri, kullanım özellikleri ve maliyet gereksinimleri şeklindedir.

Performans Özellikleri Alt Kriterler;

İş Yüğü (Work Load)
Verimlilik (Cpu/ Storage)
Ölçeklenebilirlik (Scalability)
Erişilebilirlik (Availability)
İşlem Yetkinliği (Acid, Base)
Güvenilirlik (Reliability)
Tutarlılık (Consistency) şeklindedir.

Güvenlik Özellikleri Alt Kriterleri;

Doğrulama (Authentication)

Yetkilendirme (Authorization)

Şifreleme (Encryption)

Profiller ve Roller (Profiles And Roles) şeklindedir.

Maliyet Gereksinimleri Alt Kriterleri;

Lisans Maliyeti

Bakım Ve Destek Maliyeti

Geliştirme Ve Değişiklik Maliyeti

Kurulum Maliyeti şeklindedir.

Kullanım Özellikleri Alt Kriterleri;

Tablo Kullanabilme

İlişkisel Model Kurabilme

Karmaşık Sorgular Kullanabilme

Gruplamalı (Aggregate) Fonksiyonlar Kullanabilme

Sql Dilini Kullanabilme şeklindedir.

Teknik Kurulum Kısıtları;

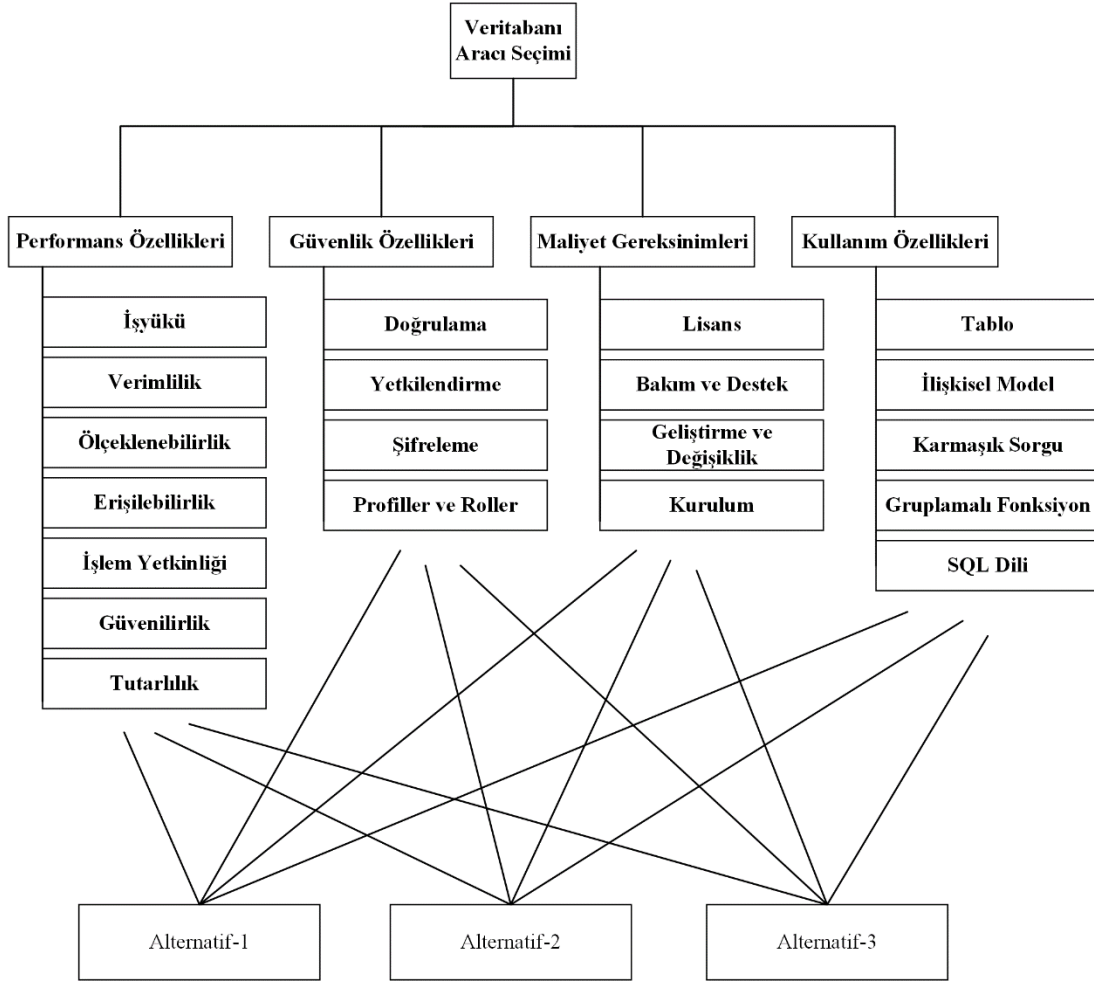
İşletim Sistemi

İşlemci

Minimum Ram Kapasitesi şeklindedir.

Bu kriterlerin, alt kriterlerin ve kısıtların nasıl belirlendiğine ilişkin detaylara anket ile ilgili hazırlanan kısımda yer verilmiştir.

- Hiyerarşinin Oluşturulması : Yukarıda belirtilen kriterler, alt kriterler ve kısıtlar tespit edildikten sonra uygun veritabanı sistemi seçimi karar problemindeki amaca yönelik hiyerarşi yapısı oluşturulmuştur. Bu probleme yönelik amaç birinci seviyede, belirlenen kriter ve alt kriterlerin ilişkilendirilmesi sonucu oluşan yapı ikinci seviyede ve alternatifler üçüncü seviyede yer almaktadır. Hiyerarşi modeli ise aşağıdaki Şekil 14 üzerindeki gibi oluşturulmuştur.



Şekil 14. Veritabanı Aracı Seçimi Hiyerarşisi

- İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması ve Değerleme : Yukarıda belirtilen kriterler, alt kriterler ve kısıtlar tespit edilip hiyerarşi modellemesi oluşturulduktan sonra, bu modeldeki yapıya uygun şekilde kriter ve alt kriterler için ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ve uygun veritabanı sistemi seçimi karar problemindeki amaca yönelik alternatiflerin karşılaştırılmasının her bir ikili kriter ve kriterlerin altındaki aynı grupta bulunan her ikili alt kriter çiftinin birbirine göre önem derecesinin belirtilerek Excel üzerinden gerekli öncelik vektörü, CI (Consistency Index) ve CR (Consistency Ratio) değerlerinin hesaplanması, sonucun tutarlı olup olmadığının belirlenmesi ve tutarlı sonuç oluşana dek karşılaştırma ve hesaplama işleminin tekrar tekrar gerçekleştirilmesi

şeklinde bu kısımda yapılacak işlemleri açıklamak mümkündür. Bu işlemlere dair hazırlanan karşılaştırma matrisleri ile yapılan hesaplamaları ve karşılaştırma sonuçlarını Tablo 10’ dan Tablo 19’ a kadarki tablolar üzerinde bulabilirsiniz.

Tablo 10. Ana Kriterler Karşılaştırma Matrisi

Ana Kriterler	Performans Özellikleri	Güvenlik Özellikleri	Maliyet Gereksinimleri	Kullanım Özellikleri
Performans Özellikleri	1	2	4	7
Güvenlik Özellikleri	1/2	1	5	8
Maliyet Gereksinimleri	1/4	1/5	1	3
Kullanım Özellikleri	1/7	1/8	1/3	1
Kolon Toplamları	1,892857143	3,325	10,33333333	19

Tablo 11. Ana Kriterler Öncelik Vektörü

Ana Kriterler	Performans Özellikleri	Güvenlik Özellikleri	Maliyet Gereksinimleri	Kullanım Özellikleri	Öncelik Vektörü (Priority Vector=X):	AX:	AX/X:	Kontrol
Performans Özellikleri	0,53	0,60	0,39	0,37	0,47	1,99956	4,24237158	
Güvenlik Özellikleri	0,26	0,30	0,48	0,42	0,37	1,55765	4,23900711	
Maliyet Gereksinimleri	0,13	0,06	0,10	0,16	0,11	0,45151	4,04134709	
Kullanım Özellikleri	0,08	0,04	0,03	0,05	0,05	0,2	4,04121725	

Kolon Topamları	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4,14098576	lmax
						0,04699525	CI
						0,05221695	CR
						tutarlı	Sonuç

Tablo 12. Performans Özellikleri Alt Kriterleri Matrisi

Performans Özellikleri	İş Yüğü	Verimlilik	Ölçeklenebilirlik	Güvenilirlik	İşlem Yetkinliği	Tutarlılık	Erişilebilirlik
İş Yüğü	1	2	4	7	7	7	7
Verimlilik	1/2	1	5	8	8	8	8
Ölçeklenebilirlik	1/4	1/5	1	3	3	3	3
Güvenilirlik	1/7	1/8	1/3	1	2	2	4
İşlem Yetkinliği	1/7	1/8	1/3	1/2	1	3	2
Tutarlılık	1/7	1/8	1/3	1/2	1/3	1	4
Erişilebilirlik	1/7	1/8	1/3	1/4	0,5	0,25	1
Kolon Topamları	2,321428571	3,7	11,33333333	20,25	21,83333333	24,25	29

Tablo 13. Performans Özellikleri Alt Kriterleri Öncelik Vektörü

Performans Özellikleri	İş Yüğü	Verimlilik	Ölçeklenebilirlik	Güvenilirlik	İşlem Yetkinliği	Tutarlılık	Erişilebilirlik	Öncelik Vektörü (Priority Vector =X):	AX:	AX/X:	Kontrol
İş Yüğü	0,43	0,54	0,35	0,35	0,32	0,29	0,24	0,36	2,87402	7,98154	
Verimlilik	0,22	0,27	0,44	0,40	0,37	0,33	0,28	0,33	2,67845	8,17288	
Ölçeklenebilirlik	0,11	0,05	0,09	0,15	0,14	0,12	0,10	0,11	0,87423	8,02371	
Güvenilirlik	0,06	0,03	0,03	0,05	0,09	0,08	0,14	0,07	0,52426	7,54912	
İşlem Yetkinliği	0,06	0,03	0,03	0,02	0,05	0,12	0,07	0,06	0,42474	7,6647	
Tutarlılık	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,14	0,05	0,34806	7,08539	
Erişilebilirlik	0,06	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,21533	7,36082	
Kolon Toplamları	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		7,69117	Imax
										- 0,90126	CI
										- 0,68277	CR
										tutarlı	Sonuç

Tablo 14. Güvenlik Özellikleri Alt Kriterleri Matrisi

Güvenlik Özellikleri	Doğrulama	Yetkilendirme	Şifreleme	Profiller ve Roller
Doğrulama	1	2	3	7
Yetkilendirme	1/2	1	5	6
Şifreleme	1/3	1/5	1	3
Profiller ve Roller	1/7	1/6	1/3	1
Kolon Toplamları	1,976190476	3,366666667	9,333333333	17

Tablo 15. Güvenlik Özellikleri Alt Kriterleri Öncelik Vektörü

Ana Kriterler	Doğrulama	Yetkilendirme	Şifreleme	Profiller ve Roller	Öncelik Vektörü (Priority Vector=X):	AX:	AX/X:	Kontrol
Doğrulama	0,51	0,59	0,32	0,41	0,46	1,94002	4,2328998	
Yetkilendirme	0,25	0,30	0,54	0,35	0,36	1,55295	4,31765454	
Şifreleme	0,17	0,06	0,11	0,18	0,13	0,51488	4,02490788	
Profiller ve Roller	0,07	0,05	0,04	0,06	0,05	0,22214	4,10746671	
Kolon Toplamları	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		4,17073223	Imax
							0,05691074	CI
							0,06323416	CR
							tutarlı	Sonuç

Tablo 16. Maliyet Gereksinimleri Alt Kriterleri Matrisi

Maliyet Gereksinimleri	Lisans Maliyeti	Bakım ve Destek	Geliştirme ve Değişiklik	Kurulum Maliyeti
Lisans Maliyeti	1	2	3	5
Bakım ve Destek	1/2	1	2	4
Geliştirme ve Değişiklik	1/3	1/2	1	3
Kurulum Maliyeti	1/5	1/4	1/3	1
Kolon Toplamları	2,033333333	3,75	6,333333333	13

Tablo 17. Maliyet Gereksinimleri Alt Kriterleri Öncelik Vektörü

Maliyet Gereksinimleri	Lisans Maliyeti	Bakım ve Destek	Geliştirme ve Değişiklik	Kurulum Maliyeti	Öncelik Vektörü (Priority Vector=X):	AX:	AX/X:	Kontrol
Lisans Maliyeti	0,49	0,53	0,47	0,38	0,47	1,92156	4,08096724	
Bakım ve Destek	0,25	0,27	0,32	0,31	0,28	1,15699	4,07372845	
Geliştirme ve Değişiklik	0,16	0,13	0,16	0,23	0,17	0,69138	4,0317639	
Kurulum Maliyeti	0,10	0,07	0,05	0,08	0,07	0,29598	4,01900231	
Kolon Toplamları	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		4,05136547	Imax
							0,01712182	CI
							0,01902425	CR
							tutarlı	Sonuç

Tablo 18. Kullanım Özellikleri Alt Kriterleri Matrisi

Kullanım Özellikleri	Tablo	İlişkisel Model	Karmaşık Sorgu	Gruplamalı Fonksiyon	SQL Dili
Tablo	1	2	4	8	8
İlişkisel Model	1/2	1	8	7	8
Karmaşık Sorgu	1/4	1/8	1	3	2
Gruplamalı Fonksiyon	1/8	1/7	1/3	1	2
SQL Dili	1/8	1/8	1/2	1/2	1
Kolon Toplamları	2	3,392857143	13,83333333	19,5	21

Tablo 19. Kullanım Özellikleri Alt Kriterleri Öncelik Vektörü

Kullanım Özellikleri	Tablo	İlişkisel Model	Karmaşık Sorgu	Gruplamalı Fonksiyon	SQL Dili	Öncelik Vektörü (Priority Vector=X):	AX:	AX/X:	Kontrol
Tablo	0,50	0,59	0,29	0,41	0,38	0,42	2,30010081	5,50975	
İlişkisel Model	0,25	0,29	0,58	0,36	0,38	0,40	1,99316177	4,94282	
Karmaşık Sorgu	0,13	0,04	0,07	0,15	0,10	0,09	0,47698907	5,32628	
Gruplamalı Fonksiyon	0,06	0,04	0,02	0,05	0,10	0,05	0,26594391	5,00078	
SQL Dili	0,06	0,04	0,04	0,03	0,05	0,04	0,21051685	5,75785	
Kolon Toplamları	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		5,3075	Imax
								0,07687	CI
								0,06864	CR
								tutarlı	Sonuç

Kriterlerin ve alt kriterlerin karşılaştırılması için, önceki işlemlerde Excel programı üzerinden gerçekleştirilen hesaplamalar, Tablo 20’ de belirtilen adımlar sırasıyla izlenerek yapılmıştır:

Tablo 20. Karşılaştırma Matrisi Hesaplama Adımları

Adım	İşlem
1	Kolon toplamaları bulunur.
2	Normalizasyon: her hücre kolon toplamına bölünür.
3	Öncelik Vektörü (priority vector=X) : Satır ortalamaları bulunur.
4	λ_{max} : Eigenvalue değeri bulunur. (Formül : $AX = \lambda_{max}X$ A : comparison matrix= priority matrix. X : Eigenvector=priority vector. λ_{max} : Eigenvalue.)
5	CI: Tutarlılık Endeks değeri bulunur. (Formül : $CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$ CI : Consistency Index. n : kriter sayısı.)
6	CR: Tutarlılık Oranı değeri bulunur. (CR : Consistency Ratio. $CR = CI / n$ 'nin tablodaki karşılık değeri.)
7	Tutarlılık kontrol edilir. ($CR < 0,1$ ise sonuç tutarlıdır.)

- Alternatiflerin Değerlendirilmesi : Alternatifler için veritabanına daha önceden kaydedilen değerlemelerden yola çıkılarak karşılaştırmalar yapılacaktır. Böylece karşılaştırma işlemleri bilgisayar tarafından gerçekleştirilecek ve karar vericinin ek bir işlem sarf etmesine gerek olmayacaktır. Alternatiflerin karşılaştırılmasına yönelik Excel uygulaması üzerinde düzenlenen tablo yapısı Tablo 21’ dendir.

Tablo 21. Alternatiflerin Karşılaştırılması

Ana Kriterler	Alt Kriterler	A1(MySQL)	A2(MS SQL)	A3(Cassandra)	Toplam	N(A1)	N(A2)	N(A3)	Toplam
Performans Özellikleri	İş Yüğü	90	70	90	250	0,36	0,28	0,36	1
	Verimlilik	80	70	80	230	0,34783	0,30435	0,34783	1
	Ölçeklenebilirlik	70	60	90	220	0,31818	0,27273	0,40909	1
	Güvenilirlik	80	70	90	240	0,33333	0,29167	0,375	1
	İşlem Yetkinliği	90	50	50	190	0,47368	0,26316	0,26316	1
	Tutarlılık	90	90	60	240	0,375	0,375	0,25	1
	Erişilebilirlik	90	90	90	270	0,33333	0,33333	0,33333	1
Güvenlik Özellikleri	Doğrulama	90	90	80	260	0,34615	0,34615	0,30769	1
	Yetkilendirme	90	90	70	250	0,36	0,36	0,28	1
	Şifreleme	80	70	80	230	0,34783	0,30435	0,34783	1
	Profiller ve Roller	90	90	70	250	0,36	0,36	0,28	1
Maliyet Gereksinimleri	Lisans Maliyeti	50	90	0	140	0,35714	0,64286	0	1
	Bakım ve Destek	50	70	10	130	0,38462	0,53846	0,07692	1
	Geliştirme ve Değişiklik	50	90	50	190	0,26316	0,47368	0,26316	1

	Kurulum Maliyeti	50	90	50	190	0,26316	0,47368	0,26316	1
Kullanım Özellikleri	Tablo	100	100	100	300	0,33333	0,33333	0,33333	1
	İlişkisel Model	100	100	0	200	0,5	0,5	0	1
	Karmaşık Sorgu	80	80	50	210	0,38095	0,38095	0,2381	1
	Gruplamalı Fonksiyon	70	90	90	250	0,28	0,36	0,36	1
	SQL Dili	100	100	0	200	0,5	0,5	0	1

- Karar Noktaları Değerleri Üzerinden Sentezleme ve Sonuç : İkili karşılaştırma matrisleri üzerinden değerlemeler gerçekleştirildikten sonra, elde edilen her bir değer kullanılarak tek bir sonuç elde edilmek üzere birleştirme işlemi yapılacaktır ve puan sıralaması gerçekleştirilerek kesin bir sonuç elde edilmesi sağlanacaktır.

Tablo 22. Performans Özellikleri Skorlarının Özeti

Ana Kriterler	Performans Özellikleri						
Ana Kriter Skoru	0,47						
Alt Kriterler	İş Yüğü	Verimlilik	Ölçeklenebilirlik	Güvenilirlik	İşlem Yetkinliğı	Tutarlılık	Erişilebilirlik
Alt Kriter Skoru	0,36	0,33	0,11	0,07	0,06	0,05	0,03
A1 (MySQL)	0,36	0,35	0,32	0,33	0,47	0,38	0,33
A2 (MS SQL)	0,28	0,30	0,27	0,29	0,26	0,38	0,33
A3 (Cassandra)	0,36	0,35	0,41	0,38	0,26	0,25	0,33
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tablo 22’ de Performans Özellikleri skorlarının özeti gösterilmektedir. Ana Kriter skorları, ana kriterlerin öncelik vektörü olarak hesaplanan değerlerini göstermektedir. Alt Kriter skorları, alt kriterlerin öncelik vektörü olarak hesaplanan değerlerini göstermektedir. Ayrıca her bir alt kriter için alternatiflerin normalizasyon değerleri tabloda yer almaktadır. En alt satırda ise, bu alternatiflerin normalizasyon değerlerinin kriter bazında toplamaları alınmıştır.

Tablo 23. Güvenlik Özellikleri Skorlarının Özeti

Ana Kriterler	Güvenlik Özellikleri			
Ana Kriter Skoru	0,37			
Alt Kriterler	Doğrulama	Yetkilendirme	Şifreleme	Profiller ve Roller
Alt Kriter Skoru	0,46	0,36	0,13	0,05
A1 (MySQL)	0,35	0,36	0,35	0,36
A2 (MS SQL)	0,35	0,36	0,30	0,36
A3 (Cassandra)	0,31	0,28	0,35	0,28
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00

Tablo 23’ te Güvenlik Özellikleri skorlarının özeti gösterilmektedir. Ana Kriter skorları, ana kriterlerin öncelik vektörü olarak hesaplanan değerlerini göstermektedir. Alt Kriter skorları, alt kriterlerin öncelik vektörü olarak hesaplanan değerlerini göstermektedir. Ayrıca her bir alt kriter için alternatiflerin normalizasyon değerleri tabloda yer almaktadır. En alt satırda ise, bu alternatiflerin normalizasyon değerlerinin kriter bazında toplamaları alınmıştır.

Tablo 24. Maliyet Gereksinimleri Skorlarının Özeti

Ana Kriterler	Maliyet Gereksinimleri			
Ana Kriter Skoru	0,11			
Alt Kriterler	Lisans Maliyeti	Bakım ve Destek	Geliştirme ve Değişiklik	Kurulum Maliyeti
Alt Kriter Skoru	0,47	0,28	0,17	0,07
A1 (MySQL)	0,36	0,38	0,26	0,26
A2 (MS SQL)	0,64	0,54	0,47	0,47
A3 (Cassandra)	0,00	0,08	0,26	0,26
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00

Tablo 24’ te Maliyet Gereksinimleri skorlarının özeti gösterilmektedir. Ana Kriter skorları, ana kriterlerin öncelik vektörü olarak hesaplanan değerlerini göstermektedir. Alt Kriter skorları, alt kriterlerin öncelik vektörü olarak hesaplanan değerlerini göstermektedir. Ayrıca her bir alt kriter için alternatiflerin normalizasyon değerleri tabloda yer almaktadır. En alt satırda ise, bu alternatiflerin normalizasyon değerlerinin kriter bazında toplamaları alınmıştır.

Tablo 25. Kullanım Özellikleri Skorlarının Özeti

Ana Kriterler	Kullanım Özellikleri				
Ana Kriter Skoru	0,05				
Alt Kriterler	Tablo	İlişkisel Model	Karmaşık Sorgu	Gruplamalı Fonksiyon	SQL Dili
Alt Kriter Skoru	0,42	0,40	0,09	0,05	0,04
A1 (MySQL)	0,33	0,50	0,38	0,28	0,50
A2 (MS SQL)	0,33	0,50	0,38	0,36	0,50
A3 (Cassandra)	0,33	0,00	0,24	0,36	0,00
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tablo 25’ te Kullanım Özellikleri skorlarının özeti gösterilmektedir. Ana Kriter skorları, ana kriterlerin öncelik vektörü olarak hesaplanan değerlerini göstermektedir. Alt Kriter skorları, alt kriterlerin öncelik vektörü olarak hesaplanan değerlerini göstermektedir. Ayrıca her bir alt kriter için alternatiflerin normalizasyon değerleri tabloda yer almaktadır. En alt satırda ise, bu alternatiflerin normalizasyon değerlerinin kriter bazında toplamaları alınmıştır.

Tablo 26. Alt Kriter Skorlarının Kombinasyonu

Ana Kriterler	Performans Özellikleri	Güvenlik Özellikleri	Maliyet Gereksinimleri	Kullanım Özellikleri
Ana Kriter Skoru	0,47	0,37	0,11	0,05
A1(MySQL)	0,36	0,35	0,34	0,41
A2(MS SQL)	0,29	0,35	0,57	0,41
A3(Cassandra)	0,35	0,30	0,09	0,18
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00

Tablo 26’ da alt kriter skorlarının birleştirilmiş özeti gösterilmektedir. Ana Kriter skorları, ana kriterlerin öncelik vektörü olarak hesaplanan değerlerini göstermektedir. Alt Kriter skorları ile her bir alt kriter için alternatiflerin normalizasyon değerlerinin çarpımları toplanarak ortaya çıkan sonuçlar tabloda yer almaktadır. En alt satırda ise, bu alternatiflerin birleştirme değerlerinin kriter bazında toplamaları alınmıştır.

Tablo 27. Alt Kriter Skorlarının Kombinasyonu Sonucu

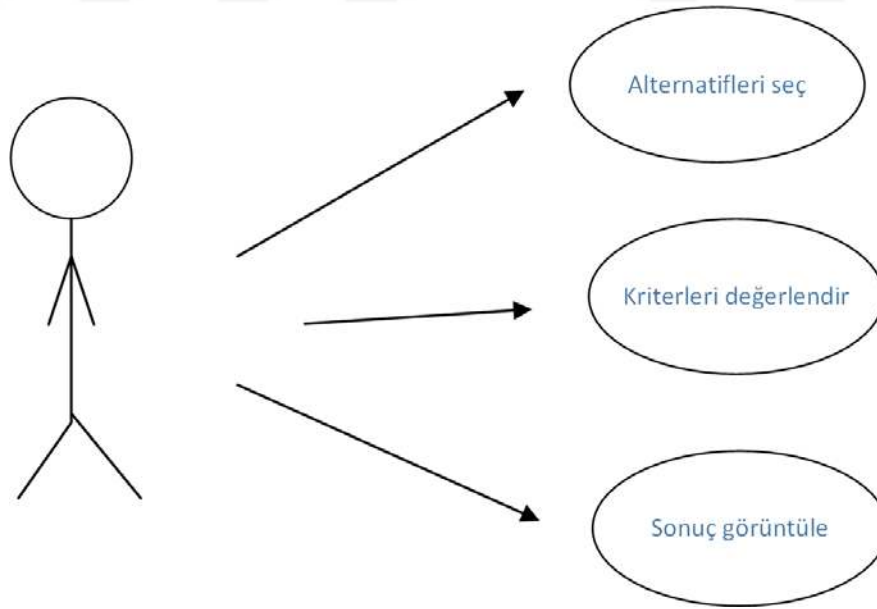
Alternatifler	Final Skoru	Sıralama
A1(MySQL)	0,3555	1
A2(MS SQL)	0,3499	2
A3(Cassandra)	0,2946	3

Alt kriter skorlarının alternatifler karşılığında değerlendirilmesi ve hesaplanması için kullanılan matris Tablo 27’ deki gibi gösterilmiştir.

A1 alternatifi, bu karar problemindeki karşılaştırmalar sonucu en yüksek değeri elde etmiş olduğundan, sonuçta seçimi yapılacak olan karar alternatifi olarak belirlenmiştir. Bu durumda bu karar problemi için MySQL veritabanı alternatifi bu çalışmada yaratılarak kullanılan AHP hiyerarşisi ve süreçleri tarafından çözüm olarak sunulmuştur.

4. KARAR DESTEK SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

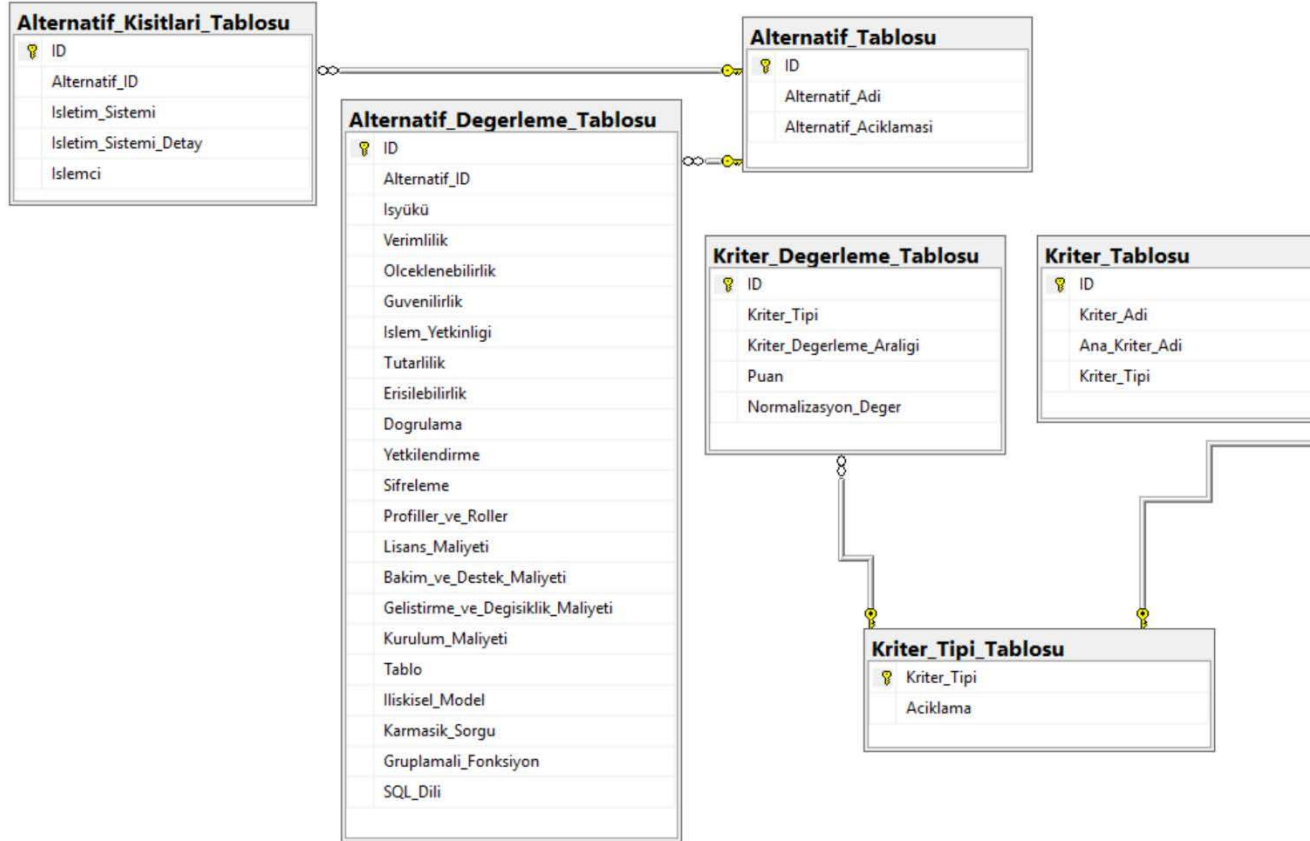
Sistemin kullanıcı tarafından kullanılır durumda olan fonksiyonlarının gösterildiği use case diyagramı Şekil 15’ tedir :



Şekil 15. Use Case Diyagramı

Sistem geliştirilmesi için C# yazılım dili kullanılmıştır. Microsoft Visual Studio IDE’ si yardımıyla form biçimindeki kullanıcı arayüzleri tasarlanmıştır. Kodlamada AHP yönteminin uygulanmasında geliştirilen algoritma C# dili kullanılarak kodlanmıştır. Nesne

tabanlı programlama metodolojisinden yararlanılarak gerçekleştirilen kodlama detayları ile görülebilir. Veritabanı tasarımı ve geliştirilmesi için, MS SQL Server 2016 isimli veritabanı aracı kullanılmıştır, Şekil 16’ da görülebilir.



Şekil 16. Veritabanı Diyagramı

Şekil 17’ de, bu çalışmada geliştirilen Karar Destek Sistemi’ ne ait bir kullanıcı arayüzü olan Giriş Ekranı gösterilmektedir.



Şekil 17. Giriş Ekranı

Şekil 17’ de gösterilen Giriş Ekranı, bu çalışmada Veritabanı Alternatif Karşılaştırma Sistemi adı verilen sistem çalıştırıldığında, ilk olarak kullanıcının karşısına gelen ana ekrandır. Uygulamanın çalışması süresince açık kalacak şekilde sistem tasarlanmıştır. Kullanıcı bu ekran üzerinden sistem hakkında bilgilendirilerek, alternatifler arasından hangisinin seçileceğine dair karar verilebilmesi için AHP yönteminin uygulanmasında kullanılan üç fonksiyonu sırasıyla kullanmak üzere yönlendirilir. Bu fonksiyonlara kullanıcı, ekrandaki Alternatifleri Seç, Kriterleri Değerlendir ve Sonuç Görüntüle adlı butonlara tıklayarak erişebilir.

Şekil 17’ deki Alternatifleri Seç adlı butona tıklandığında, Şekil 18’ de gösterilen Alternatif Ekranı görüntülenmektedir. Alternatif Ekranı üzerinden kullanıcı değerlendirilmek üzere karşılaştırma yapacağı alternatifleri belirlemektedir. Kullanıcının bu alternatifleri seçmesindeki temel amaç, karşılaştırılmak üzere değerlendirmeye alınacak alternatiflerin başlangıçta belirlenerek, akışın devamında bu alternatiflere ait kriter özellikleri baz alınarak karşılaştırmaların yapılabilmesinin sağlanmasıdır. Sistemin veritabanında yer alan çok sayıdaki alternatif arasından İşletim Sistemi gibi kısıtlar aracılığıyla filtreleme yapılmak üzere, bu ekranda kullanıcı öncelikle İşletim Sistemi ve İşlemci alanlarından kendisi için uygun olanların seçimini yapar. Kullanıcı bu seçimleri yapıp Getir butonuna bastığında, sistem arka planda veritabanına gider ve Şekil 16’ daki veritabanı diyagramı üzerinden gösterilen KDS_DB adlı MS SQL Server ile geliştirilen ilişkisel veritabanında bulunan bu kısıtlara uygun alternatifleri seçerek ekrana liste şeklinde getirir. Sonrasında kullanıcı ekrandaki bu liste kutusundan seçmek istediklerini işaretleyerek Seç adlı butona basar. Kullanıcı bu yöntemle seçim yaptığında, sistemdeki kontroller gereği en az ve en fazla üç alternatif seçimi şansına sahip olur. Ayrıca; sistem kontroller aracılığıyla, aynı alternatifin kullanıcı tarafından birden fazla kez seçilmesine de izin vermemektedir. Şekil 18’ de gösterilen ekran görüntüsünde, kullanıcı tarafından MYSQL 5.7, MS SQL Server 2014 ve Cassandra 3.11 adlı üç alternatif seçilmiş bulunmaktadır. Alternatifler için buradaki gibi uygun şekilde kullanıcı tarafından üç alternatif seçimi yapıldığında, kullanıcı Tamam butonuna basarak devam eder ve değerlendirilmeye alınacak olan alternatifler seçilmiş olarak ana ekrandaki bir sonraki işleme yönlendirilir.

Alternatif

Hoş Geldiniz ! 11.12.2017

Veritabanı Alternatif Karşılaştırma Sistemi

Lütfen işletim sistemi ve işlemci seçtikten sonra Getir butonu ile gelen listeden seçim yaparak Seç butonu ile 3 alternatif belirleyiniz.

İşletim Sistemi : Windows

İşlemci : 64 Bit

Getir

14 : MongoDB Enterprise; Windows Server 2012 R2 - Datacenter, Stan ^

14 : MongoDB Enterprise; Windows Server 2012 - Datacenter, Standan

14 : MongoDB Enterprise; Windows Server 2008 R2 - Datacenter, Stan

15 : Cassandra 3.11; Windows Server 2012 R2 - Datacenter, Standard

16 : Neo4j; Windows Server 2012 - Datacenter, Standard, Essent

16 : Neo4j; Windows Server 2016 - Datacenter, Standard, Essent

Seç

MYSQL 5.7

MS SQL Server 2014

Cassandra 3.11

<< Geri

Tamam

Şekil 18. Alternatif Ekranı

Şekil 18’ deki Alternatif Ekranı’ nda kullanıcı alternatif seçimi yapıp, ana ekrana geri döndükten sonra; ekranın ortasında yer alan Kriterleri Değerlendir adlı butona tıklayarak bir sonraki adımla devam edebilmektedir ya da uygulamadan ana ekran aracılığıyla çıkış yapabilmektedir. Kriterleri Değerlendir adlı butona tıklayarak devam edildiğinde, Şekil 19’ daki ekran kullanıcıya gösterilerek, kullanıcının değer girişi yapması beklenir. Kriter değerlendirme için kullanıcıya açık olan metin kutularının tamamının 1’ den 9’ a ya da tersi bir değerlendirme olması durumunda 1/9’ a kadar olan herhangi bir pozitif sayısal değerle doldurulması durumunda Devam butonuna basıldığında, kullanıcının bir sonraki adım ile devam etmesi sağlanır. Şekil 19’ da kullanıcı tarafından tamamlanması gereken değerlendirme, ana kriter değerlemesi için yapılmaktadır. Kullanıcı aynı yöntemle Şekil 20’ deki alanları Performans alt kriterlerinin değerlemesi için doldurur. Benzer şekilde, Şekil 21’ deki ekrandaki alanlar Güvenlik alt kriterlerinin, Şekil 22’ deki ekrandaki alanlar Maliyet alt kriterlerinin, Şekil 23’ teki ekrandaki alanlar ise Kullanım Özellikleri alt kriterlerinin değerlendirme için kullanıcı tarafından doldurularak ilerlenir. Kullanıcı her ilerlemede ekrandaki Devam butonuna basar. Kullanıcı tarafından ekrandan Devam butonuna basıldığında, arka planda sistem, her bir kriter ve alt kriter değerlendirme için uygun eleman sayısına sahip bir matris oluşturur, bu matrisler için girilen değerleri ekrandan okuyarak oluşturduğu matrise bu değerleri alır ve Excel’ deki gibi her kriter ve alt kriter matrisi için, sırasıyla, kolon toplamı hesaplar, normalizasyon yapar, öncelik vektörü bulur ve tutarlılık hesabı yapar. Eğer kullanıcı tarafından ekrandan girilen değerler geçerli ve tutarlı ise, Devam butonuna basıldığında yapılan bu hesaplamalar neticesinde bir sonraki adıma ilerlemek mümkün olur. Aksi takdirde, sistem tarafından ekranda hata mesajı gösterilerek kullanıcı girdiği değerlerin geçersiz veya tutarsızlık varsa tutarsız olduğu ve bu değerlerin düzeltilerek tutarlı olacak biçimde girilmesi gerektiği yönünde bilgilendirilir ve aynı adımdaki değerlemeyi tutarlı olacak biçimde tekrar gerçekleştirmesi kullanıcıdan beklenir. Kullanıcı tutarlı değer girişi yapana kadar Devam butonuna basıldığında aynı hata mesajı ekranda gösterilir ve bir sonraki adıma geçilmesine sistem tarafından izin verilmez. Geçerlilik kontrolleri ise, dolu, numerik ve sayısal değer girişi yapılmış olması ve değer aralığı olarak 1’ den 9’ a ya da 1/9’ a kadar bir değer girilmiş olmasıdır.

Kriter

Hoş Geldiniz ! 11.12.2017

Veritabanı Alternatif Karşılaştırma Sistemi

Lütfen aşağıdaki alanlara kriterlerini karşılaştırmada verdiğiniz 1-9 arası değeri veya bölüm tersini girerek Devam butonuna basınız.

Karşılaştırma yaparken, alanla ilgili yatay/düşey kriterlerden yataya karşı düşey konumdakinin birbirine göre önemini dikkate alınız.

Daha detaylı bilgi ve açıklama için lütfen yandaki ? ile gösterilen Yardım butonuna tıklayınız. ?

	K1	K2	K3	K4
K1 : Performans	1	2	4	7
K2 : Güvenlik		1	5	8
K3 : Maliyet			1	3
K4 : Kullanım				1

<< Geri Devam >>

Şekil 19. Kriter Değerleme Ekranında Birinci Adım

Kriter

Hoş Geldiniz ! 11.12.2017

Veritabanı Alternatif Karşılaştırma Sistemi

Lütfen aşağıdaki alanlara kriterlerini karşılaştırmada verdiğiniz 1-9 arası değeri veya bölüm tersini girerek Devam butonuna basınız.

Karşılaştırma yaparken, alanla ilgili yatay/düşey kriterlerden yataya karşı düşey konumdakinin birbirine göre önemini dikkate alınız.

Daha detaylı bilgi ve açıklama için lütfen yandaki ? ile gösterilen Yardım butonuna tıklayınız. ?

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K1 : İşyükü	1	2	4	7	7	7	7
K2 : Verimlilik		1	5	8	8	8	8
K3 : Ölçeklenebilirlik			1	3	3	3	3
K4 : Erişilebilirlik				1	2	2	4
K5 : İşlem Yetkinliği					1	3	2
K6 : Güvenilirlik						1	4
K7 : Tutarlılık							1

<< Geri Devam >>

Şekil 20. Kriter Değerleme Ekranında İkinci Adım

Kriter

Hoş Geldiniz ! 11.12.2017

Veritabanı Alternatif Karşılaştırma Sistemi

Lütfen aşağıdaki alanlara kriterlerini karşılaştırmada verdiğiniz 1-9 arası değeri veya bölüm tersini girerek Devam butonuna basınız.

Karşılaştırma yaparken, alanla ilgili yatay/düşey kriterlerden yataya karşı düşey konumdakinin birbirine göre önemini dikkate alınız.

Daha detaylı bilgi ve açıklama için lütfen yandaki ? ile gösterilen Yardım butonuna tıklayınız. ?

	K1	K2	K3	K4
K1 : Doğrulama	1	2	3	7
K2 : Yetkilendirme		1	5	6
K3 : Şifreleme			1	3
K4 : Profiller ve Roller				1

<< Geri Devam >>

Şekil 21. Kriter Değerleme Ekranında Üçüncü Adım

Kriter

Hoş Geldiniz ! 11.12.2017

Veritabanı Alternatif Karşılaştırma Sistemi

Lütfen aşağıdaki alanlara kriterlerini karşılaştırmada verdiğiniz 1-9 arası değeri veya bölüm tersini girerek Devam butonuna basınız.

Karşılaştırma yaparken, alanla ilgili yatay/düşey kriterlerden yataya karşı düşey konumdakinin birbirine göre önemini dikkate alınız.

Daha detaylı bilgi ve açıklama için lütfen yandaki ? ile gösterilen Yardım butonuna tıklayınız. ?

	K1	K2	K3	K4
K1 : Lisans	1	2	3	5
K2 : Bakım ve Destek		1	2	4
K3 : Geliştirme ve Değişiklik			1	3
K4 : Kurulum				1

<< Geri Devam >>

Şekil 22. Kriter Değerleme Ekranında Dördüncü Adım

Kriter

Hoş Geldiniz ! 11.12.2017

Veritabanı Alternatif Karşılaştırma Sistemi

Lütfen aşağıdaki alanlara kriterlerini karşılaştırmada verdiğiniz 1-9 arası değeri veya bölüm tersini girerek Devam butonuna basınız.
Karşılaştırma yaparken, alanla ilgili yatay/düşey kriterlerden yataya karşı düşey konumdakinin birbirine göre önemini dikkate alınız.
Daha detaylı bilgi ve açıklama için lütfen yandaki ? ile gösterilen Yardım butonuna tıklayınız. ?

	K1	K2	K3	K4	K5
K1 : Tablo	1	2	4	8	8
K2 : İlişkisel Model		1	8	7	8
K3 : Karmaşık Sorgu			1	3	2
K4 : Gruplamalı Fonksiyon				1	2
K5 : SQL Dili					1

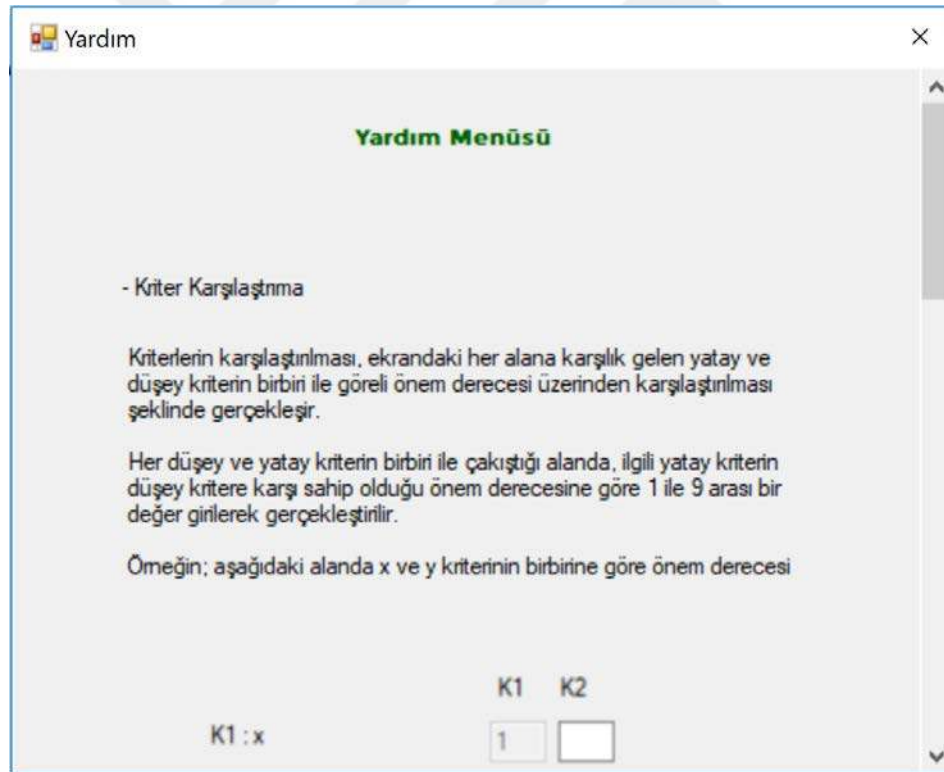
<< Geri Devam >>

Şekil 23. Kriter Değerleme Ekranında Beşinci Adım



Şekil 24. Sonuç Ekranı

Kullanıcı kriter değerlemelerini tamamladıktan sonra ana ekrana geri döner ve Sonuç Görüntüle butonuna basarak gerçekleştirdiği işleme ait sonuçları görüntüleyebilir. Kullanıcı arayüzlerini içeren ekran görüntülerinden Şekil 24’ te elde edilen sonuçta görüldüğü üzere, sistem tarafından üretilen sonuç ile AHP’ nin Excel yardımıyla uygulanması sırasında elde edilen sonuç birbiri ile aynıdır. Ekran görüntülerinde gösterilen işlemde kullanılan değerler ile Excel üzerinde verilen kriter değerlemeleri birebir aynıdır. Alternatif olarak yine Excel uygulamasındaki alternatifler ile aynı alternatifler seçilerek sistemin aynı girdi değerleri ile çalıştırılması sağlanmıştır. Sonuç ekranından görüldüğü üzere, sistemin ürettiği çıktı değerleri de yine Excel’ deki sonuç ile birebir aynıdır. Sistemin nasıl kullanıldığı ile ilgili kullanıcıya bilgi ve destek sağlamak açısından, yardım menüsü ve hata mesajı yönlendirmeleri sisteme eklenmiştir. Yardım menüsüne ait bir ekran görüntüsü Şekil 25’ te gösterilmektedir.



Şekil 25. Yardım Ekranı

SONUÇ

Bilgisayarın icat edilmesinden günümüze kadar, Bilgi Teknolojileri' nin insan hayatındaki yeri ve kullanımına duyulan ihtiyaç yıllar boyu artmıştır; bu durumda görülen artış sonucunda veri miktarı ve çeşitliliği de artmış, daha hızlı ve esnek veri depolama, işleme ve erişme özelliklerine sahip Bilgi Sistemleri' ne duyulan teknolojilerin geliştirilerek, bu teknolojileri hayata geçirebilmek için, farklı veritabanı araçlarına ve onların gösterebileceği yeni özelliklere duyulan ihtiyacın tetiklenmesine neden olmuştur. Bu ihtiyacı karşılamak için ise, her geçen gün var olan veritabanı araçlarına farklı özellikler eklenmekte ya da yeni veritabanı araçları üretilmekte ve kullanıma sunulmaktadır. Bu durum ise, veritabanı aracı seçimi amacıyla karar vermek üzere, sunulan karar alternatifleri ile bu alternatiflerdeki özelliklerde artan çeşitlilik nedeniyle insan zekasını ve muhakeme gücünü zorlayan karmaşık bir karar problemiyle karşı karşıya kalınmasına yol açmaktadır. Bu çalışma, veritabanı aracı seçiminde karar vericiye destek olmak amacıyla; bu karar probleminin çözümü için Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yönteminin uygulanmasına yönelik olarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde AHP yöntemi ile ilgili temel kavramlar, bu yöntemin kullanım alanları, ve formüller ile temel prensiplerden yola çıkılarak uygulama adımları detaylı şekilde açıklanmıştır. İkinci bölümünde ise; veritabanı aracı üzerine temel kavramlara, veritabanı araçlarının özelliklerine, işlevlerine ve kullanımlarına değinilmiş; sonrasında tarihçesi, çeşitleri ve sınıflandırılması anlatılarak, literatürde veritabanı araçları ile ilgili daha önceden gerçekleştirilmiş çalışmalara yer verilmiştir. İlişkisel ve ilişkisel olmayan veritabanlarının karşılaştırmaları yapılmıştır. SQL ve NoSQL veritabanlarına sektördeki örnekler ve literatürde yer alan güncel çalışmalar üzerinden değinilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde; önceki bölümünde literatür tarama ile elde edilen veritabanı aracı seçiminde karar vermeye etki eden faktörler, daha detaylı incelenmek üzere ankete dönüştürülmüş ve sektör uzmanlarının veritabanı aracı seçimindeki faktörleri değerlendirmeleri üzerinde yapılan bu anket ile araştırılarak anket ile elde edilen sonuçlar aktarılmıştır. Bu nedenle çalışma, sektördeki uzman görüşlerinin güncel olarak da yansıtılmasını sağlamaktadır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde; çalışmanın önceki bölümlerinden elde edilen verilerden yola çıkılarak, AHP yöntemi, veritabanı aracı seçimi karar problemine uygulanmıştır. Uygulama aşamasında, literatür tarama ve anket aracılığıyla derlenen veritabanı aracı seçiminde karar vermeye etki eden faktörler, kriter, alt kriter ve kısıtlara dönüştürülerek uygun veritabanı seçimi amacına yönelik bir karar hiyerarşisi oluşturulmuştur. Sonrasında Saaty tarafından geliştirilen AHP’ nin tüm adımları sırasıyla kriterlere ve alt kriterlere alternatif değerlendirme için uygulanmıştır. Uygulama sonucunda kullanıcının tercihi en uygun olabilecek veritabanı alternatifinin belirlenerek kullanıcıya önerilmesi sağlanmıştır.

Yapılan çalışma ile elde edilen sonuca göre; literatür tarama ve anket üzerinden yapılan araştırma; performans, maliyet, güvenlik ve kullanım faktörlerinin veritabanı aracı seçimi yapılırken karar vermeye etki ettiğini göstermiştir. Bu çalışmada toplanan verilerden yola çıkılarak oluşturulan karar modelinin ve AHP yönteminin veritabanı aracı seçimi karar problemine başarılı şekilde uygulanabildiği görülmüştür. Çalışma, hem SQL hem de NoSQL veritabanını içeren veritabanı aracı seçimi karar problemine AHP yönteminin başarıyla uygulandığı literatürdeki ilk çalışma özelliğini göstermektedir. Bu çalışmada oluşturulan karar modeli, karar vericiye destek olmak amacı ile bir Karar Destek Sistemi’ ne dönüştürülebilmektedir.

KAYNAKÇA

- Abu-suod, S. (1988). *Efficiency improvement of decision support systems using DBMS*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Acar, E. (2016). *Hazır Giyim İşletmesinde Optimal Kuruluş Yeri Seçiminin Çok Kriterli Karar Verme Tekniği İle Belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Ahmed, F. (2014). *Bulanık analitik hiyerarşi süreci: Bilimsel yazında yeralan ve yeni önerilen algoritmaların performanslarının kıyaslanması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sabancı Üniversitesi.
- Aitzhanov, C. (2016). *Coğrafi bilgi sistemi (CBS) ve analitik hiyerarşi yöntemi (AHY) yardımıyla rüzgar türbin santralleri yer seçimi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Aladily, A. (2015). *The performance wise comparison of the most widely used noSQL databases*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kadir Has Üniversitesi.
- Al-ani, Z. A. (2015). *Mysql ve neo4j veritabanlarında inceleme*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi.
- Ali, H. A. (2014). *Bulutta veritabanı hizmet sağlayıcı seçiminde düşünülmesi gereken performans göstergeleri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi.
- Al-khanji, Y. (2015). *Selecting a suitable database system for Kirkuk University*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi.
- Almehmes, I. A. (2014). *Design and Implement of Database Student Information Management System in College Of Medicine- University Of Diyala*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi.

- Altay, A. (2014). *En iyi yat kategorisinin analitik hiyerarşi yöntemiyle seçimi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yaşar Üniversitesi.
- Anık, Z. (2007). *Nesne Yönelimli Yazılım Dillerinin Analitik Hiyerarşi ve Analitik Network Prosesi ile Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.
- Aras, Ö. (2016). *İleri ürün kalite planlaması sürecinde analitik hiyerarşi proses (AHP) ve kalite evi (QFD) yöntemlerinin uygulanması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi.
- Aslan, A. B. (2017). *Analitik hiyerarşi prosesini yardımıyla alışveriş merkezleri yer seçimi kriterlerinin değerlendirilmesi: Ankara örneği*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Başaranoğlu, K. (2003). *Otomotiv endüstrisinde verimlilik yöntemine çok ölçütlü karar verme yaklaşımı: Analitik hiyerarşi süreç uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Galatasaray Üniversitesi.
- Bulut, S. (2017). *Analitik hiyerarşi süreci ile Türk bankalarının sürdürülebilirlik analizi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi.
- Cengiz, M. (1995). *Portföy seçimi problemine analitik hiyerarşi süreci (AHP) yaklaşımı*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi.
- Çavuşoğlu, G. M. (1992). *Veri tabanı sistemleri ve ilişkisel veri tabanı modellerinin kıyaslandığı bir uygulama geliştirme*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi.
- Decision Support Systems Concept. (b.t.). 15.10.2017, <http://what-when-how.com/information-science-and-technology/decision-support-systems-concept/>.
- Demirer, A. (2017). *Güneş enerjisi santrali yer seçimi probleminin analitik hiyerarşi prosesini yardımı ile değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi.

- Dinç, H. (2016). *Analitik hiyerarşi süreci metodu ile alternatif bakım stratejisi seçimi: İmalat sanayinde bir uygulama*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi.
- Doğan, B. (2004). *Karar vermede çok kriterli bir yaklaşım modeli olarak analitik hiyerarşi süreci olarak ve mayın avlama gemisi seçiminde analitik hiyerarşi süreci yönteminin uygulanması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Deniz Harp Okulu.
- Durak, M. Ş. (2016). *Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile tedarikçi seçimi ve bir uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi.
- Durak, M. Ş. (2016). *Türkiye hava kargo taşımacılığı sektöründe havayolu seçim kriterlerinin analitik hiyerarşi yöntemi ile incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi.
- Ersöz, F. ve Kabak, M. (09.03.2010). Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması. 22.10.2017, <http://docplayer.biz.tr/47937-Ersoz-kabak-savunma-sanayi-uygulamalarinda-cok-kriterli-karar-verme-yontemlerinin-literatur-arastirmasi-filiz-ersoz-1-mehmet-kabak-2-ozet.html>.
- Garagozi, F. (2016). *Tedarikçi seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve TOPSIS karar modellerinin kullanımı ve bir uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.
- Gaspar, D. ve Coric, I. (2018). *Bridging Relational and NoSQL Databases*. USA: IGI Global.
- Gök, K. (2016). *Elektrik enerjisi tüketimi, Türkiye değerlendirmesi ve analitik hiyerarşi süreci ile irdelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Gözüdeli, Y. (2014). *Yazılımcılar için SQL Server 2014 & Veritabanı Programlama*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

- Gül, E. (2017). *Analitik hiyerarşi prosesi ve hedef programlama yöntemi ile lojistik dağıtım ağ tasarımı probleminde depo seçimi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi.
- Güler, D. (2016). *Analitik hiyerarşi yöntemi ve coğrafi bilgi sistemleri ile alternatif katı atık düzenli depolama alanı yer seçimi: İstanbul ili örneği*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Gürbüz, S. K. (2016). *Analitik hiyerarşi proses yöntemi ile konut seçimi: Isparta'da bir uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Hammood, A. H. (2016). *NoSQL veritabanı sistemlerinin karşılaştırılması: MongoDB, apache HBase, and apache Cassandra üzerine bir çalışma*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi.
- Jatana, N., Puri, S., Ahuja, M., Kathuria, I. ve Gosain, D. (2012). A Survey and Comparison of Relational and Non-Relational Database, *International Journal of Engineering Research & Technology*, 1(6).
- Kadıoğlu, O. (2011). *Analitik hiyerarşi sürecine dayalı tek nukleotid polimorfizmi önceliklendirme yaklaşımı performans parametrelerinin alzheimer hastalığı verisi için belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Karakış, E. (2016). *Bankaların ticari kredi verme davranışlarının bulanık mantık TOPSIS ve bulanık analitik hiyerarşi süreci ile incelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi.
- Kellegöz, T. ve Çetinyokuş, T. (2017). *Veritabanı Sistemleri Teoriden Uygulamaya*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kılıç, İ. (2015). *Bulanık-analitik hiyerarşi sürecini kullanarak İstanbul Boğazı'nda deniz kazaları risk analizi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

- Konuşkan, Ö. ve Uygun, Ö. (2014). Çok Nitelikli Karar Verme (MAUT) Yöntemi Ve Bir Uygulaması. *Akademik Platform*, 14, 3-6.
- Koyun, Ş. (2014). *Analitik hiyerarşi prosesinde yüksek tutarlılıklı matrislerin oluşturulması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Kul, H. (2013). *İşletmeciler İçin Bilişim Sistemleri Temelleri ve Uygulamaları*. İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Lesani, S. H. (2016). *Petrol ve gaz ekipmanları imalat firmalarında kurumsal kaynak planlama yazılım paketi seçmek için analitik hiyerarşi süreç yaklaşımı*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi.
- Mete, O. (2011). *Vestel Elektronik firmasında tedarik zinciri yönetiminde değişim mühendisliği uygulaması ve veri zarflama analizi - analitik hiyerarşi süreci uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Nanehkaran, Y. A. (2013). *Evaluation of e-commerce service quality using the analytic hierarchy process*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi.
- Orcan, G. (2016). *Lojistik dağıtım ağ tasarımı problemlerinde analitik hiyerarşi süreci ve hedef programlama tekniklerinin entegrasyonu: Gıda sektöründe bir uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi.
- Önal, S. A. (2006). *Bir çamaşır makinası işletmesinde bulanık analitik hiyerarşi prosesine dayalı tedarikçi seçimi çalışması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Önder, E. ve Yıldırım, B. H. (2015). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Bursa: Dora Yayınevi.
- Özen, S. H. (2005). *Veri zarflama analizi ve analitik hiyerarşi prosesi ile AB iş geliştirme merkezlerinin performans değerlendirilmesi ve strateji geliştirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi.

- Özmehmet, S. (2001). *Hücre oluşturma teknikleri ve analitik hiyerarşi yönteminin bir karar destek sisteminde bütünleştirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Özmodanlı, Y. (2016). *Türkiye'de teknogirişimcilik desteklerinin analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yardımıyla incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi.
- Öztürk, U. (2009). *Analitik hiyerarşi sürecinde aralık değerlerden oluşan karşılaştırma matrislerinden öncelik aralıkları belirleme*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Pettey, C. (18.06.2007). Gartner Says Worldwide Relational Database Market Increased 14 Percent in 2006. 22.10.2017, <https://www.gartner.com/newsroom/id/507466>.
- Rainer, R. K. ve Turban, E. (2009). *Introduction to Information Systems*. Asia: John Wiley & Sons, Inc.
- Rivera, J. ve Meulen, R. (05.02.2015). What's Driving Mobile Data Growth?. 22.10.2017, <https://www.gartner.com/newsroom/id/2977917>.
- Saaty, R. W. (1987). The Analytic Hierarchy Process - What It is and How It is Used. *Mathl Modelling*, 9(3), 161-176.
- Saaty, T. (1990). *Decision Making For Leaders*. USA: RWS Publications.
- Saaty, T. L. ve Hu, G. (1997). Ranking by Eigenvector Versus Other Methods in the Analytic Hierarchy Process, *Elsevier*. 11(4), 121-125.
- Saaty, T. L. (1999). *Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World*. RWS Publications.
- Saaty, T. L. ve Vargas, L. G. (2001). *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*. New York: Kluwer Academic Publishers.

- Seyhan, E. (2000). *Analitik hiyerarşi süreci ve amaç programlamanın tedarikçi seçimine yönelik entegre bir uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Silahtaroglu, G. (2014). *Sistem Analizi ve Tasarımı*. İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Sprague, R. H. ve Carlson, E. D. (1982). *Building effective decision support systems*. N.J.: Prentice Hall Professional Technical Reference.
- Şen, S. (2009). *Multiple Criteria Decision Making (MCDM) in Supplier Selection*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi.
- Şimşek, H. (2015). *Analitik hiyerarşi süreci ve bulanık analitik hiyerarşi süreci yöntemlerinin insan kaynaklarının seçiminde kullanılması: Güvenlik sektöründe bir uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Taha, I. A. (2017). *NOSQL ve ilişkisel veritabanı yönetim sistemlerinin kapsamlı karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi.
- Talebi, H. (2014). *A fuzzy ahp weighted QFD for service quality improvement in a fitness center*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi.
- Tatar, N. (2015). *Bilgi güvenliği standartlarının analitik hiyerarşi prosesi yaklaşımı ile karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi.
- Tekin, B. (2008). *Kredi riskinin derecelendirilmesinde analitik hiyerarşi sürecine dayalı bir bilişim sistemi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi.
- Thor, J., Ding, S., Kamaruddin, S. (2013). Comparison of Multi Criteria Decision Making Methods From The Maintenance Alternative Selection Perspective, *The International Journal of Engineering & Science*, 2(6).

- Topel, A. (2006). *Analitik Hiyerarşi Prosesinin Bulanık Mantık Ortamındaki Uygulamaları-Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi.
- Tunç, M. (2004). *Analitik hiyerarşi yöntemini kullanarak AR&GE projelerinin sınıflandırma uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi.
- Türkoğlu, M. (2016). *Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile tedarikçi seçimi ve bir uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi.
- Uyanık, Ş. (2011). *Tedarikçi değerlendirme uygulaması: Hibrid gri ilişkisel analiz yöntemi ile bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemlerinin kıyaslanması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fatih Üniversitesi.
- Uzun, G. (2000). *Analitik hiyerarşi yöntemi ve hedef programlama metodlarının kullanılması ile Türk Deniz Kuvvetleri yapısının belirlenmesi için bütünlük yaklaşım*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Uzunbayır, S. (2015). *A Comparison Between Relational Database Models and NoSQL Trends on Big Data Design Challenges Using A Social Shopping Application*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir Ekonomi Üniversitesi.
- Vahed, A. T. (2012). *Analitik hiyerarşi süreci ve nöro-bulanık algoritması kullanılarak etkili maden havalandırma için fan ve eğim açısı seçimi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Vaish, G. (2013). *Getting Started with NoSQL*. Birmingham: Packt Publishing.
- Yegin, B. G. (2009). *Perakende satın almasında tedarikçi seçimi karar süreci: Analitik hiyerarşi süreci yaklaşımı ile Türk perakende sektöründe tedarikçi seçim kriter ağırlıklarının tespit edilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Yıldız, A. K. (2012). *Arıcılıkta kullanılacak karar destek ve veri tabanı yönetimi yazılımının (ARISOFT) geliştirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi.

Yılmaz, H. (2009). *Ürün tasarımında kalite fonksiyon yayılımı (KFY) ve analitik hiyerarşi süreci (AHS) yöntemleriyle ürün optimizasyonu: Seramik lavabo örneği*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü.

Yücesoy, S. (2013). *Üniversite kampüslerinin bulanık analitik hiyerarşi yöntemiyle kıyaslanması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi.



EKLER

Ek-1: Araştırmada Kullanılan Anket Formu

Veritabanı Yönetim Sistemi (VTYS) Seçimine Etki Eden Faktörler

Sayfa 1

Merhaba,

Bu anket, üniversite tez çalışmasında kullanılmak üzere; Oracle, IBM DB2 gibi bir Veritabanı Yönetim Sistemi (VTYS) seçimi yapılırken nelere önem gösterildiğini belirlemek için oluşturulmuştur. Sorularda VTYS ifadesi, okuma kolaylığı sağlamak açısından, veritabanı olarak kullanılmıştır. Ankete hızlıca katılımınız ricaı ile;
Teşekkürler/ Saygılarımla,

Sayfa 2

Adınız Soyadınız nedir? *



Mesleğiniz nedir? *

- ☐ İş/ Sistem Analisti
- ☐ Yazılım Uzmanı
- ☐ Donanım Uzmanı
- ☐ Sistem Uzmanı
- ☐ Network Uzmanı
- ☐ Destek Uzmanı
- ☐ Güvenlik Uzmanı
- ☐ IT Danışmanı
- ☐ Front-end Designer/ Developer
- ☐ Middle Layer/ Channel Developer
- ☐ Proje Yöneticisi/ Koordinatörü
- ☐ Ekip Yöneticisi/ Müdürü
- ☐ ETL/ Veri Ambarı Uzmanı
- ☐ İş Zekası/ Raporlama Uzmanı
- ☐ Veritabanı Uzmanı
- ☐ Veritabanı Yöneticisi
- ☐ Veri Madenciliği
- ☐ Veri Analisti (Data Analyst)
- ☐ Veri Bilimcisi (Data Scientist)
- ☐ CRM/ Analitik
- ☐ Öğrenci
- ☐ Eğitimci
- ☐ Diğer

Çalıştığınız Sektör nedir? *

- ☐ Bilgi Teknolojileri/ IT
- ☐ Telekomünikasyon/ İletişim
- ☐ Bankacılık
- ☐ Sigortacılık
- ☐ Yatırım/ Portföy
- ☐ Sağlık
- ☐ Eğitim
- ☐ Eğlence/ Turizm
- ☐ Savunma/ Güvenlik
- ☐ Devlet/ Kamu
- ☐ Üretim
- ☐ Taşımacılık/ Ulaşım
- ☐ Ticaret
- ☐ Diğer

Cinsiyetiniz nedir?

Lütfen seçiniz ... ▼

Veritabanı seçimi yaparken, Teknik Kurulum açısından hangi kriterlere önem verirdiniz, lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız. *

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
Bir veritabanı seçimi yaparken,veritabanının kurulum gereksinimleri benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanının hangi tür işletim sistemine kurulması gerektiği benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanının gerektirdiği disk sayısı benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanının gerektirdiği CPU benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanının gerektirdiği minimum RAM kapasitesi benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanının gerektirdiği network ve altyapı gereksinimleri benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐

Veritabanı seçimi yaparken, Performans açısından hangi kriterlere önem verirdiniz, lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız. *

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
Bir veritabanının göstereceği performans benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bana göre, bir veritabanının iş yükü açısından gösterdiği performans önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanının storage açısından verimli olması benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanının CPU açısından					

verimli olması benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bana göre, bir veritabanında ölçeklenebilirlik (scalability) önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanında kullanılabilirlik benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bana göre bir veritabanının BASE prensiplerini desteklemesi önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bana göre bir veritabanının ACID prensiplerini desteklemesi önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanında güvenilirlik benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanında tutarlılık benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐

Veritabanı seçimi yaparken, Güvenlik açısından hangi kriterlere önem verirdiniz, lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız. *

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
Bir veritabanı seçerken, veritabanının güvenlik özellikleri benim için önemlidir, onlara dikkat ederim.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanında doğrulama benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanında yetkilendirme benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanında şifreleme yapılması benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanındaki profiller ve roller benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐

Veritabanı seçimi yaparken, Maliyet açısından hangi kriterlere önem verirdiniz, lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız. *

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
Bir veritabanı seçerken, maliyeti benim için önemlidir, dikkat ederim.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanı seçerken lisans maliyeti benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanı seçerken bakım ve destek maliyeti benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanı seçerken geliştirme ve değişiklik maliyeti benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanı seçerken, kurulum maliyeti benim için önemlidir, dikkat ederim.	☐	☐	☐	☐	☐

Veritabanı seçimi yaparken, Kullanım Özellikleri açısından hangi kriterlere önem verirdiniz, lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız. *

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
Bir veritabanı seçerken, veritabanının kullanım özellikleri benim için önemlidir, onlara dikkat ederim.	☐	☐	☐	☐	☐
Bir veritabanının tasarım açısından ilişkisel veri modelini destekliyor olması benim	☐	☐	☐	☐	☐

için önemlidir.
Tercihen bir
veritabanında
başka bir dil
yerine SQL
dilinin
kullanılması
benim için
önemlidir.

☐☐☐☐☐

Bir veritabanı
seçerken,
veritabanında
tablo
yaratılabilir
olmasına önem
veririm, tablo
kullanılabilirliği
benim için
önemlidir.

☐☐☐☐☐

Bir
veritabanının
karmaşık
sorgular ile de
çalışmayı
desteklemesi
benim için
önemlidir.

☐☐☐☐☐

Bir
veritabanında
count, sum gibi
aggregating
fonksiyonların
kullanılabilir
olması benim
için önemlidir.

☐☐☐☐☐

Anketi başarıyla tamamladınız. Katılımınız için teşekkür ederiz.

Pencereyi kapatabilirsiniz.

Anket Formu Erişim Linki : <https://www.onlineanketler.com/s/36d03d2>

ÖZGEÇMİŞ

Adım Nuray Hazal Songur, 21 Mart 1989’ da İstanbul’ da üç kız çocuklu bir ailenin ortanca çocuğu olarak dünyaya geldim. İlköğretimimi Kuvayi Milliye İlköğretim Okulu’ nda tamamladıktan sonra, Rüştü Akın Anadolu Meslek Lisesi’ nde Bilgisayar Bölümü’ nü birincilikle bitirdim. Üniversitede lisans eğitimimi ise Boğaziçi Üniversitesi’ nde Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü’ nü okuyarak tamamladım.

Lisans eğitimimi 2013 yılında tamamladıktan sonra ilk olarak IBM adlı çok uluslu faaliyet gösteren özel bir şirketin Yazılım Danışmanlığı görevini yürütmek üzere IBM’ in müşterisi olan özel bir bankaya hizmet sağlamakla iş hayatına atıldım. Sonrasında 2014’ te özel bir bankada yine Bilgi Teknolojileri ile ilgili olarak üretim ortamı desteği sağlamaya başladım. 2016 sonunda ise aynı şirkette Bilgi Teknolojileri İş Analistliği görevini üstlenmeye başladım. 2016’ dan bu yana İş Analistliği üzerine kariyerimi geliştirmeyi hedeflemiş bulunmaktayım.

Boş zamanlarımda spor yapma, dans etme, sinemaya gitme, seyahat etme, yabancı dil geliştirme ve kitap okuma faaliyetlerinin yanısıra, kariyer gelişimimi destekleyici kurs, seminer ve eğitimlere katılmayı tercih ederim. İyi derecede İngilizce ve orta derecede Almanca yabancı dillerine hakim olmanın yanısıra, Bilgi Teknolojileri alanında yazılım geliştirme, iş analistliği, proje yönetimi gibi iş hayatına yönelik uzmanlık sertifikalarım bulunmaktadır. Gelecekte yüksek lisans eğitimimi tamamladıktan sonra, İş Analisti olarak kariyer geliştirmeyi hedeflemekteyim.

Nuray Hazal SONGUR