



**BAĞIMSIZ DENETİM GÖRÜŞLERİNİN
TAHMİN EDİLMESİNDE VERİ MADENCİLİĞİ
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI:
BORSA İSTANBUL'DA BİR UYGULAMA**

Zafer KARDEŞ
Doktora Tezi
Danışman: Prof. Dr. Tuğrul KANDEMİR
Nisan, 2024
Afyonkarahisar

T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

**BAĞIMSIZ DENETİM GÖRÜŞLERİNİN TAHMİN
EDİLMESİNDE VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI: BORSA İSTANBUL'DA BİR
UYGULAMA**

Hazırlayan
Zafer KARDEŞ

Danışman
Prof. Dr. Tuğrul KANDEMİR

AFYONKARAHİSAR 2024

ETİK VE BİLİMSEL İLKELER SORUMLULUK BEYANI

Doktora tezi olarak sunduğum “**Bağımsız Denetim Görüşlerinin Tahmin Edilmesinde Veri Madenciliği Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Borsa İstanbul’da Bir Uygulama**” adlı çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde bilimsel etik kurallara ve atıf gösterme ilkelerine riayet ettiğimi belirterek aksi bir durumun tespiti hâlinde sorumluluğun tamamen bana ait olduğunu kabul, beyan ve taahhüt ederim.

05/04/2024

İmza

Zafer KARDEŞ



T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ENSTİTÜ ONAYI

Öğrencinin	Adı- Soyadı	Zafer KARDEŞ
	Numarası	180674201
	Anabilim Dalı	İşletme Anabilim Dalı
	Programı	İşletme (Doktora)
	Program Düzeyi	☐ Yüksek Lisans ☒ Doktora ☐ Sanatta Yeterlik
Tezin Başlığı		Bağımsız Denetim Görüşlerinin Tahmin Edilmesinde Veri Madenciliği Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Borsa İstanbul’da Bir Uygulama
Tez Savunma Sınav Tarihi		05.04.2024
Tez Savunma Sınav Saati		16:00

Yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez, Afyon Kocatepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek ☒oy birliği – ☐oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hacı İbrahim DELİCE
MÜDÜR

Bu tez, Enstitü Müdürlüğünce kontrol edilerek, elektronik imza kullanılarak onaylanmıştır.

ÖZET

BAĞIMSIZ DENETİM GÖRÜŞLERİNİN TAHMİN EDİLMESİNDE VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: BORSA İSTANBUL'DA BİR UYGULAMA

Zafer KARDEŞ

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

Nisan, 2024

Danışman: Prof. Dr. Tuğrul KANDEMİR

Bu çalışma, şirketlerin finansal tablolarına ilişkin denetim görüşlerinin tahmin edilmesinde on iki farklı veri madenciliği yönteminin performanslarını karşılaştırmaktadır. Araştırma veri seti, Borsa İstanbul'da işlem gören 161 şirketin 2010-2022 yıllarına ait 2.093 şirket-yıl gözleminden oluşmaktadır. Finansal ve finansal olmayan 28 bağımsız değişken seti kullanılarak bağımsız denetim görüş türü sınıflandırması yapılmıştır. Bu çalışmada, tahmin modelleri için Bayes İnanç Ağı, Naive Bayes, Lojistik Regresyon, Yapay Sinir Ağları, Radyal Tabanlı Fonksiyon, Destek Vektör Makineleri, K-En Yakın Komşu, AdaBoost.M1 Algoritması, Karar Ağaçları (J48), Rastgele Ormanlar, Karar Kütüğü ile Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, denetim görüşünü tahmin etmede tahmin doğruluk performansı açısından %96.68 oranıyla en iyi performansı Rastgele Ormanlar modeli göstermiştir. Modellerin istatistiksel sonuçları tahmin doğruluğu, sınıflandırma matrisi, detaylı doğruluk sonuçları, Tip I hata oranı, Tip II hata oranı ve performans sonuçları ölçütleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Bu çalışma, finansal ve finansal olmayan değişkenlere dayalı 2.093 şirket-yıl gözlemini kullanarak, doğru denetim görüşünü tahmin edebilecek modeller geliştiren öncü bir çalışmadır. Bu çalışmanın veri madenciliği sınıflandırma yöntemleri ile denetim görüş türünü tahmin ederek denetim literatürüne katkıda bulunması beklenmektedir. Araştırmada kullanılan çerçeve tasarımı hem iç hem de bağımsız denetçiler, muhasebeciler, hissedarlar, şirket yöneticileri, vergi otoriteleri ve diğer kamu kurumları, bireysel ve kurumsal yatırımcılar, borsalar, hukuk şirketleri, finansal analistler, kredi derecelendirme kuruluşları ve bankacılık sistemi için alacakları kararlarda bir karar destek aracı olarak hizmet edebilir.

Anahtar Kelimeler: Denetim, Denetim görüşü tahmini, Veri madenciliği, Sınıflandırma, Makine Öğrenimi

ABSTRACT

COMPARISON OF DATA MINING METHODS FOR AUDIT OPINIONS PREDICTION: AN APPLICATION IN BORSA ISTANBUL

Zafer KARDEŞ

**AFYON KOCATEPE UNIVERSITY
INSTITUTE OF SOCIAL SCIENCES
DEPARTMENT OF BUSINESS ADMINISTRATION**

April, 2024

Advisor: Prof. Dr. Tuğrul KANDEMİR

This study compares the performance of twelve distinct data mining methods for estimating audit opinions on companies' financial statements. The dataset comprises 2,093 company-year observations from 161 companies listed on Borsa Istanbul between 2010 and 2022. Independent audit opinion classification is conducted utilizing a set of 28 financial and non-financial independent variables. The methods employed in the study include Bayesian Belief Network, Naive Bayes, Logistic Regression, Artificial Neural Networks, Radial Basis Function, Support Vector Machines, K-Nearest Neighbor, AdaBoost.M1 Algorithm, Decision Trees (J48), Random Forests, Decision Stump, and Classification and Regression Tree for constructing prediction models. Based on the findings, the Random Forests model demonstrated the highest prediction accuracy performance in forecasting audit opinions, achieving a rate of 96.68%. The statistical comparison of the models encompassed prediction accuracy, classification matrix, detailed accuracy results, Type I error rate, Type II error rate, and performance criteria. To this end, pioneers the development of models for predicting accurate audit opinions based on 2,093 company-year observations utilizing both financial and non-financial variables. It is anticipated to contribute to the audit literature by employing data mining classification methods for predicting audit opinion types. Furthermore, the framework design utilized in this study offers a decision support tool for internal and independent auditors, accountants, shareholders, company managers, tax authorities, public institutions, individual and institutional investors, stock exchanges, law firms, financial analysts, credit rating agencies, and the banking system.

Keywords: Auditing, Audit opinion prediction, Data mining, Classification, Machine learning.

ÖN SÖZ

Bağımsız denetim görüş türlerini tahmin etmek için veri madenciliği sınıflandırma yöntemleri çeşitli araştırmalarda incelenmiştir. Bu tez çalışmasında on iki farklı veri madenciliği sınıflandırma yöntemi ile bağımsız denetim görüş türü tahmin modelleri geliştirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Ortaya konulan bulguların bağımsız denetim raporu ile ilgili paydaşlara fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu tez çalışma sürecinde desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman yanımda olup bilgi ve tecrübesiyle katkılarını sunan, bana ilham veren çok değerli akademik danışmanım Prof. Dr. Tuğrul KANDEMİR'e içtenlikle şükranlarımı sunuyorum. Tez İzleme Komitesinde ve tez savunmasında yer alan değerli Prof. Dr. Veysel KULA'ya, değerli Prof. Dr. Yunus CERAN'a, değerli Prof. Dr. Mustafa AY'a, değerli Doç. Dr. Ender BAYKUT'a ve değerli Doç. Dr. Letife ÖZDEMİR'e, tezin uygulama kısmındaki katkıları nedeniyle değerli Doç. Dr. Münevvere YILDIZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tezin hazırlanması sürecinde gösterdikleri sonsuz sabır ve destekleri için sevgili eşim Halime KARDEŞ'e ve aileme candan teşekkür ederim. Çalışmanın bilim dünyasına ve ilgililere faydalı olması dileğiyle...

Zafer KARDEŞ
2024, Afyonkarahisar

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ETİK VE BİLİMSEL İLKELER SORUMLULUK BEYANI	ii
ENSTİTÜ ONAYI	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖN SÖZ	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLOLAR LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

DENETİMDE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1. DENETİM KAVRAMI	5
1.1. DENETİMİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ	5
1.2. BAĞIMSIZ DENETİMİN TANIMI	9
1.3. BAĞIMSIZ DENETİMİN AMAÇLARI	10
1.4. BAĞIMSIZ DENETİMİN ÖNEMİ VE YARARLARI.....	12
1.4.1. Bağımsız Denetimin Denetlenen İşletmeye Yararları	14
1.4.2. Bağımsız Denetimin Kamuya Yararları.....	15
1.4.3. Bağımsız Denetimin Devlete Yararları.....	15
1.5. MUHASEBE VE DENETİM ARASINDAKİ İLİŞKİ	16
2. BAĞIMSIZ DENETİMİN GELİŞİMİ	19
2.1. DÜNYADA BAĞIMSIZ DENETİMİN GELİŞİMİNE GENEL BAKIŞ	19
2.1.1. Dünyada Bağımsız Denetime İlişkin Düzenlemeler	21
2.1.1.1. Uluslararası Muhasebeciler Federasyonu (International Federation Of Accountants - IFAC)	21
2.1.1.2. Amerikan Finansal Muhasebe Standartları Kurulu (Financial Accounting Standards Board - FASB).....	22
2.1.1.3. Avrupa Muhasebeciler Federasyonu (Federation Des Experts Comptables Europeens – FEE)	22
2.1.2. Muhasebe Skandalları ve Yapılan Düzenlemeler	22
2.2. TÜRKİYE’DE BAĞIMSIZ DENETİMİN GELİŞİMİNE GENEL BAKIŞ	27
2.2.1. Türkiye’de Bağımsız Denetime İlişkin Düzenlemeler	28
2.2.1.1. Türkiye Muhasebe ve Denetim Standartları Kurulu (TMUDESK).....	28
2.2.1.2. Türkiye Muhasebe Standartları Kurulu (TMSK)	29
2.2.1.3. Türkiye Denetim Standartları Kurulu (TÜDESK)	29
2.2.1.4. 3568 Sayılı Meslek Yasası Kapsamında Yapılan Düzenlemeler	30
2.2.1.5. Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) Tarafından Yapılan Düzenlemeler	31
2.2.1.6. Bankacılık Alanında Yapılan Düzenlemeler	33
2.2.1.7. Sigortacılık Alanında Yapılan Düzenlemeler.....	34
2.2.1.8. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Tarafından Yapılan Düzenlemeler	34
2.2.1.9. Türk Ticaret Kanunu (TTK) Kapsamında Yapılan Düzenlemeler	35
2.2.1.10. Kamu Gözetimi Kurumu (KGK) Tarafından Yapılan Düzenlemeler	35

3. DENETİM TÜRLERİ.....	37
3.1. AMACINA GÖRE DENETİM TÜRLERİ	37
3.1.1. Finansal Tablolar Denetimi	37
3.1.2. Uygunluk Denetimi.....	38
3.1.3. Faaliyet Denetimi.....	39
3.1.4. Özel Amaçlı Denetim.....	39
3.2. DENETÇİNİN UNVANINA GÖRE DENETİM TÜRLERİ.....	40
3.2.1. Bağımsız Denetim	40
3.2.2. İç Denetim	41
3.2.3. Kamu Denetimi	41
3.3. YAPILIŞ NEDENİNE GÖRE DENETİM TÜRLERİ.....	41
3.3.1. Yasal (Zorunlu) Denetim	41
3.3.2. İsteğe Bağlı Denetim.....	42
4. DENETÇİ VE TÜRLERİ	42
4.1. DENETÇİ TANIMI.....	42
4.2. DENETÇİ TÜRLERİ	43
4.2.1. Bağımsız Denetçi.....	43
4.2.2. İç Denetçi	44
4.2.3. Kamu Denetçisi	45
5. DENETİM STANDARTLARI	46
5.1. GENEL KABUL GÖRMÜŞ DENETİM STANDARTLARI.....	47
5.2. ULUSLARARASI DENETİM STANDARTLARI	50
5.3. TÜRKİYE DENETİM STANDARTLARI	51
6. BAĞIMSIZ DENETİM GÖRÜŞ TÜRLERİ	54
6.1. OLUMLU DENETİM GÖRÜŞÜ.....	55
6.2. SINIRLI OLUMLU (ŞARTLI) DENETİM GÖRÜŞÜ.....	55
6.3. GÖRÜŞ BİLDİRMEKTEN KAÇINMA.....	56
6.4. OLUMSUZ DENETİM GÖRÜŞÜ	56
7. BAĞIMSIZ DENETİM SÜRECİ VE AŞAMALARI	56

İKİNCİ BÖLÜM

VERİ MADENCİLİĞİNDE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1. VERİ MADENCİLİĞİ KAVRAMI.....	60
2. VERİ MADENCİLİĞİNİN TANIMI	64
3. VERİ MADENCİLİĞİ VE İLİŞKİLİ OLDUĞU DİSİPLİNLER.....	66
4. VERİ MADENCİLİĞİ VE MAKİNE ÖĞRENMESİ	69
5. VERİ MADENCİLİĞİNİN TARİHİ.....	72
6. VERİ MADENCİLİĞİ MODELLERİ.....	76
6.1. SINIFLANDIRMA VE REGRESYON	77
6.2. KÜMELEME	78
6.3. BİRLİKTELİK KURALLARI VE ARDIŞIK ZAMANLI ÖRÜNTÜLER.....	79
7. VERİ MADENCİLİĞİNDE SINIFLANDIRMA YÖNTEMLERİ	79
7.1. BAYES İNANÇ AĞI (BAYESIAN BELIEF NETWORK - BBN)	80
7.2. NAİVE BAYES (NB)	80
7.3. LOJİSTİK REGRESYON (LOGISTIC REGRESSION - LR)	82
7.4. YAPAY SİNİR AĞLARI (ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS - ANN).....	82
7.5. RADYAL TABANLI FONKSİYON (RADIAL BASIS FUNCTION - RBF).....	84
7.6. DESTEK VEKTÖR MAKİNELERİ (SUPPORT VECTOR MACHINES - SVM).....	85
7.7. K-EN YAKIN KOMŞU (K-NEAREST NEIGHBOR / K-NN).....	86

7.8. ADABOOST.M1 ALGORİTMASI	87
7.9. KARAR AĞAÇLARI (DECISION TREES - DT)	88
7.10. RASTGELE ORMANLAR (RANDOM FORESTS - RF)	90
7.11. KARAR KÜTÜĞÜ (DECISION STUMP - DS)	91
7.12. SINIFLANDIRMA VE REGRESYON AĞACI (CLASSIFICATION AND REGRESSION TREE - CART).....	91
8. VERİ MADENCİLİĞİ KULLANIM ALANLARI	92
9. VERİ MADENCİLİĞİ SÜRECİ.....	94
9.1. PROBLEMİN TANIMLANMASI.....	95
9.2. VERİNİN ANLAŞILMASI.....	95
9.3. VERİNİN HAZIRLANMASI	96
9.4. MODELLEME	97
9.5. MODELİN DEĞERLENDİRİLMESİ	97
9.6. MODELİN KULLANILMASI	98
10. VERİ MADENCİLİĞİNDE MODEL DEĞERLENDİRME	100
10.1. MODELLERİN DOĞRULANMASI.....	100
10.2. PERFORMANS DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	103
11. VERİ MADENCİLİĞİNDE WEKA YAZILIMI	107

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BAĞIMSIZ DENETİM GÖRÜŞLERİNİN TAHMİN EDİLMESİNDE VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: BORSA İSTANBUL'DA BİR UYGULAMA

1. LİTERATÜR TARAMASI.....	111
2. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ.....	122
2.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ.....	122
2.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI VE SINIRLILIKLARI.....	122
2.3. ARAŞTIRMANIN ÇERÇEVE TASARIMI	123
2.4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	125
2.4.1. Veri Setine İlişkin Bilgiler.....	125
2.4.2. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler	139
2.4.3. Veri Ön İşleme Süreci	141
2.4.4. Araştırmada Kullanılan Veri Madenciliği Sınıflandırma Yöntemleri	144
3. ARAŞTIRMANIN BULGULARI	144
3.1. DEĞİŞKENLERE İLİŞKİN TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER	144
3.2. SINIFLANDIRMA YÖNTEMLERİNE İLİŞKİN BULGULAR	146
3.2.1. Bayes İnanç Ağı (BBN) Yöntemine İlişkin Bulgular	146
3.2.2. Naive Bayes (NB) Yöntemine İlişkin Bulgular	147
3.2.3. Lojistik Regresyon (LR) Yöntemine İlişkin Bulgular	148
3.2.4. Yapay Sinir Ağları (ANN) Yöntemine İlişkin Bulgular	149
3.2.5. Radyal Tabanlı Fonksiyon (RBF) Yöntemine İlişkin Bulgular	150
3.2.6. Destek Vektör Makineleri (SVM) Yöntemine İlişkin Bulgular.....	151
3.2.7. K-En Yakın Komşu (K-NN) Yöntemine İlişkin Bulgular.....	152
3.2.8. AdaBoost.M1 Yöntemine İlişkin Bulgular	153
3.2.9. J48 Karar Ağaçları (DT) Yöntemine İlişkin Bulgular	154
3.2.10. Rastgele Ormanlar (RF) Yöntemine İlişkin Bulgular.....	155
3.2.11. Karar Kütüğü (DS) Yöntemine İlişkin Bulgular	156
3.2.12. Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı (CART) Yöntemine İlişkin Bulgular	157

4. VERİ MADENCİLİĞİ SINIFLANDIRMA YÖNTEMLERİNİN TAHMİN PERFORMANSLARINA GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI	158
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	166
KAYNAKÇA.....	173
EKLER	183



TABLÖLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1. Denetimin Unsurları	6
Tablo 2. Denetim Yerine Kullanılan Terimler.....	9
Tablo 3. Yönetim İddialarının Sınıflandırılması.....	12
Tablo 4. Bağımsız Denetimin Önde Gelen Ülkelerdeki Gelişimi	20
Tablo 5. Önde Gelen Muhasebe Skandalları	23
Tablo 6. Mesleki Hile Kategorileri	25
Tablo 7. Bağımsız Denetime Tabi Şirketler	36
Tablo 8. Denetçi Yerine Kullanılan Yabancı Terimler.....	43
Tablo 9. İç Denetçi - Bağımsız Denetçi Karşılaştırması.....	45
Tablo 10. Genel Kabul Görmüş Denetim Standartlarının Sınıflandırılması.....	47
Tablo 11. Veri Madenciliğinin Yakın Geçmişi.....	75
Tablo 12. Veri Madenciliğinin Kullanım Alanları	92
Tablo 13. Sınıflandırma Matrisi.....	104
Tablo 14. Sınıflandırmada Kullanılan Performans Ölçütleri.....	105
Tablo 15. Denetim Görüşlerinin Tahmin Edilmesine Yönelik Çalışmaların Özeti.....	117
Tablo 16. Araştırma Örneklem Şirketlerinin Seçimi	125
Tablo 17. Örneklem Şirketlerinin Sektörlere Göre Dağılımı	126
Tablo 18. Veri Setinin Görüş Türlerine Göre Dağılımı	127
Tablo 19. Olumlu Dışı Denetim Görüşlerinin Dağılımı	129
Tablo 20. Sektörlerin Denetim Görüş Türlerine Göre Dağılımı.....	130
Tablo 21. Denetim Görüş Türlerinin Yıllara Göre Dağılımı	132
Tablo 22. Denetim Görüş Türlerinin Denetim Şirketi Büyüklüğüne Göre Dağılımı ..	134
Tablo 23. Denetim Şirketi Büyüklüğüne Göre Denetim Görüş Türü Dağılımı.....	135
Tablo 24. Bir Önceki Yıl Denetim Görüş Türleri Dağılımı	137
Tablo 25. Araştırmada Kullanılan Değişkenlerin Listesi	139
Tablo 26. Aykırı Değerlere ve Uç Değerlere İlişkin Bilgiler	142
Tablo 27. Aykırı ve Uç Değerlerin Çıkarılmasından Sonra Veri Seti Durumu.....	142
Tablo 28. Araştırmada Kullanılan Veri Madenciliği Sınıflandırma Yöntemleri.....	144
Tablo 29. Araştırma Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler	145
Tablo 30. BBN Modelinin Sınıflandırma Matrisi.....	147
Tablo 31. BBN Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları	147
Tablo 32. NB Modelinin Sınıflandırma Matrisi	148
Tablo 33. NB Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları	148
Tablo 34. LR Modelinin Sınıflandırma Matrisi.....	149
Tablo 35. LR Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları	149
Tablo 36. ANN Modelinin Sınıflandırma Matrisi	150
Tablo 37. ANN Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları	150
Tablo 38. RBF Modelinin Sınıflandırma Matrisi	151
Tablo 39. RBF Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları	151
Tablo 40. SVM Modelinin Sınıflandırma Matrisi	152
Tablo 41. SVM Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları	152
Tablo 42. K-NN Modelinin Sınıflandırma Matrisi	153
Tablo 43. K-NN Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları	153
Tablo 44. AdaBoost.M1 Modelinin Sınıflandırma Matrisi	154
Tablo 45. AdaBoost.M1 Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları	154
Tablo 46. DT (J48) Modelinin Sınıflandırma Matrisi	155
Tablo 47. DT (J48) Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları.....	155

Tablo 48. RF Modelinin Sınıflandırma Matrisi	156
Tablo 49. RF Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları	156
Tablo 50. DS Modelinin Sınıflandırma Matrisi.....	157
Tablo 51. DS Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları	157
Tablo 52. CART Modelinin Sınıflandırma Matrisi	158
Tablo 53. CART Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları	158
Tablo 54. Modellerin Tahmin Doğruluğu ve Sınıflandırma Matrisi	159
Tablo 55. Modellerin Ağırlıklı Ortalamalarına Göre Detaylı Doğruluk Sonuçları	161
Tablo 56. Modellerin Tip I ve Tip II Hata Oranları.....	163
Tablo 57. Modellerin Performans Sonuçları.....	164
Tablo 58. Kappa İstatistik Sonuçlarının Yorumlanması.....	165



ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Denetim Tanımı Akış Süreci.....	7
Şekil 2. Muhasebenin Fonksiyonları.....	16
Şekil 3. Muhasebenin Birincil Fonksiyonları.....	17
Şekil 4. Finansal Tablolar.....	17
Şekil 5. Muhasebe - Denetim İlişkileri.....	18
Şekil 6. IAASB Standartları Genel Yapısı	53
Şekil 7. Bağımsız Denetim Görüş Türleri	54
Şekil 8. Denetim Süreci.....	57
Şekil 9. Birden Fazla Disiplinin Birleşimi Olarak Veri Madenciliği	66
Şekil 10. Veri Bilimi, Makine Öğrenme, Yapay Zekâ, Derin Öğrenme ve Veri Madenciliği Arasındaki İlişkilerin Gösterimi	68
Şekil 11. Veri Madenciliği Tarihindeki Önemli Kilometre Taşları	73
Şekil 12. Veri Madenciliği Modelleri.....	77
Şekil 13. Yapay Sinir Ağı Modeli	83
Şekil 14. K-Komşu Algoritmasının Adımları	86
Şekil 15. Veri Seti ve Karar Ağacı	88
Şekil 16. Veri Madenciliğine İlişkin Alt Alanlar	93
Şekil 17. Veri Madenciliğinde CRISP-DM Metodoloji Döngüsü	94
Şekil 18. Bilgi Keşfi Sürecinin Bir Adımı Olarak Veri Madenciliği	99
Şekil 19. Eğitim ve Test Verileri ile Öğrenme Süreci.....	101
Şekil 20. K- Katlı Çapraz Doğrulama	102
Şekil 21. Sınıflandırma Değerlendirmesinin Aşamaları.....	104
Şekil 22. WEKA Yazılımı Arayüzü	108
Şekil 23. WEKA Explorer Sekmesi Paneli	108
Şekil 24. Araştırmanın Çerçeve Tasarımı: CRISP-DM Metodolojisi.....	123
Şekil 25. Örneklem Şirketlerinin Sektörlere Göre Dağılım Grafiği.....	127
Şekil 26. Veri Setinin Görüş Türlerine Göre Dağılım Grafiği	128
Şekil 27. Sektörlerin Denetim Görüş Türlerine Göre Dağılım Grafiği	131
Şekil 28. Sektörlerin Kendi İçerisinde Denetim Görüş Türlerine Göre Dağılım Grafiği	132
Şekil 29. Denetim Görüş Türlerinin Yıllara Göre Dağılım Grafiği	133
Şekil 30. Denetim Görüş Türlerinin Denetim Şirketi Büyüklüğüne Göre Dağılım Grafiği	135
Şekil 31. Denetim Şirketi Büyüklüğüne Göre Denetim Görüş Türü Dağılım Grafiği	136
Şekil 32. Bir Önceki Yıl Denetim Görüş Türleri Dağılım Grafiği.....	138
Şekil 33. Bağımsız ve Bağımlı Değişkenler Arasındaki İlişki	139
Şekil 34. SMOTE Yöntemi Sonrasında Bağımlı Değişken Dağılım Grafiği.....	143
Şekil 35. Modellerin Tahmin Doğruluğu Grafiği.....	161

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%: Yüzde

AAA: American Accounting Association (Amerikan Muhasebe Birliği)

AB: Avrupa Birliği

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

ACFE: International Association of Certified Fraud Examiners (Sertifikalı Hile Denetçileri Derneği)

AI: Artificial Intelligence (Yapay Zekâ)

AICPA: American Institute of Certified Public Accountants (Amerikan Sertifikalı Muhasebeciler Enstitüsü)

ANN: Artificial Neural Networks (Yapay Sinir Ağları)

BBN: Bayesian Belief Network (Bayes İnanç Ağı)

BDDK: Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu

BDS: Bağımsız Denetim Standartları

BİST: Borsa İstanbul

CART: Classification and Regression Tree (Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı)

CEO: Chief Executive Officer (İcra Kurulu Başkanı)

CFO: Chief Financial Officer (Finans Grubu Başkanı)

CPA: Certified Public Accountant (Yeminli Mali Müşavir)

CRISP-DM: Cross Industry Standard Process for Data Mining

CRM: Customer Relations Management (Müşteri İlişkileri Yönetimi)

DA: Discriminant Analysis (Diskriminant Analizi)

DS: Decision Stump (Karar Kütüğü)

DT: Decision Trees (Karar Ağaçları)

EPDK: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

ERP: Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlama)

FASB: Financial Accounting Standards Board (Amerikan Finansal Muhasebe Standartları Kurulu)

FEE: Federation Des Experts Comptables Europeens (Avrupa Muhasebeciler Federasyonu)

GAAP: Generally Accepted Accounting Principles (Genel Kabul Görmüş Muhasebe İlkeleri)

GAAS: Generally Accepted Auditing Standards (Genel Kabul Görmüş Denetim Standartları)

GKGMİ: Genel Kabul Görmüş Muhasebe İlkeleri

HMB: Hazine ve Maliye Bakanlığı

IAASB: International Auditing and Assurance Standards Board (Uluslararası Denetim ve Güvence Standartları Kurulu)

IFAC: International Federation Of Accountants (Uluslararası Muhasebeciler Federasyonu)

KAP: Kamuyu Aydınlatma Platformu

KGK: Kamu Gözetimi, Muhasebe ve Denetim Standartları Kurumu

KHK: Kanun Hükmünde Kararname

K-NN: K-Nearest Neighbors (K-En Yakın Komşu)

LR: Logistic Regression (Lojistik Regresyon)

MAE: Mean Absolute Error (Ortalama Mutlak Hata)

MIS: Management Information Systems (Yönetim Bilgi Sistemleri)

NB: Naive Bayes

PCA: Principal Component Analysis (Temel Bileşen Analizi)
PCAOB: Public Company Accounting Oversight Board (Halka Açık Şirketler Muhasebe Gözetim Kurulu)
RAE: Relative Absolute Error (Göreceli Mutlak Hata)
RBF: Radial Basis Function (Radyal Tabanlı Fonksiyon)
RF: Random Forests (Rastgele Ormanlar)
RMSE: Root Mean Squared Error (Ortalama Karekök Hata)
RPA: Robotic Process Automation (Robotik Süreç Otomasyonu)
RRSE: Root Relative Squared Error (Göreceli Karekök Hatası)
SEC: Securities and Exchange Commission (Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu)
SMOTE: Synthetic Minority Oversampling Technique (Sentetik Azınlık Örneklem Arttırma Yöntemi)
SPK: Sermaye Piyasası Kurulu
SVM: Support Vector Machines (Destek Vektör Makineleri)
TCMB: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TDS: Türkiye Denetim Standartları
TFRS: Türkiye Finansal Raporlama Standartları
TİDE: Türkiye İç Denetim Enstitüsü
TMS: Türkiye Muhasebe Standartları
TMSK: Türkiye Muhasebe Standartları Kurulu
TMUDESK: Türkiye Muhasebe ve Denetim Standartları Kurulu
TTK: Türk Ticaret Kanunu
TÜDESK: Türkiye Denetim Standartları Kurulu
TÜRMOB: Türkiye Serbest Muhasebeci Mali Müşavirler ve Yeminli Mali Müşavirler Odaları Birliği
UDS: Uluslararası Denetim Standartları
Vb.: Ve benzeri
WEKA: Waikato Environment for Knowledge Analysis

GİRİŞ

Şirketlerin büyümesi, mevzuatın yoğunluğu, uzmanlık ihtiyacı, muhasebe standart ve uygulamalarının sürekli değişmesi, şirketler ile paydaşlar arasındaki çıkar çatışmaları gibi nedenlerle şirketlerin hazırladığı finansal tabloların güvenilirliği konusunda şüpheler ortaya çıkabilmektedir. Son yıllarda çeşitli ülkelerde yaşanan ve skandal olarak anılan olumsuz örnekler bu şüpheleri pekiştirmiştir. Özellikle finansal tabloları hazırlayan taraf ile bu finansal tabloları kullanan taraflar arasında “güven sorunu” ortaya çıkmıştır. Denetim fonksiyonu finansal tabloların güvenilirliğini ve doğruluğunu artıracak bir mekanizma olarak son derece önemlidir. Bağımsız denetimin amacı, şirketlerin hazırladığı finansal tabloların doğruluğu ve güvenilirliği hakkında görüş bildirmektir. Finansal tabloların güvenilirliği, finansal tabloları hazırlayan kuruluşla organik bağlantısı olmayan uzman denetçiler tarafından uluslararası standartlara uygun olarak denetlenerek artırılmaktadır (Coşkun vd., 2013: 11).

Uluslararası denetim standartlarına göre denetçilerin, denetim prosedürlerini tasarlama ve uygulama konusunda, müşterilerinin finansal raporlarında önemli yanlış beyan riski ile ilgili bir dizi faktörü göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Yani, “işletmenin finansal tablolarının önemli yanlışlıklara duyarlılığını tartışmaları” ve “önemli yanlışlık risklerini (a) finansal tablo düzeyinde ve (b) işlem sınıfları, hesap bakiyeleri ve açıklamalar düzeyinde tanımlamaları ve değerlendirmeleri gerekmektedir (BDS, 315). Bunun ışığında, finansal tablolardan elde edilen veriler, denetlenen ve mevcut diğer şirket bilgileri göz önüne alındığında, denetçi görüş türünü tahmin eden ve böylece tespit edilebilir önemli yanlışlık riskine ilişkin zamanında ve güvenilir değerlendirmeler sağlayan modellerin geliştirilmesi ve kullanılması denetçiler için büyük önem taşımaktadır. Denetçiler, bu tür modelleri kullanarak müşteri portföylerini tarayabilir ve dikkatlerini olumlu dışı denetim görüşü alma olasılığı yüksek olan müşterilere yönlendirebilirler. Böylece denetçiler, sadece zaman ve paradan tasarruf etmekle kalmaz, aynı zamanda potansiyel riskleri de azaltabilirler.

Denetimin temel fikri, finansal tablolarda yer alan bilgileri doğrulamaktır, çünkü bu bilgiler hissedarlar, potansiyel yatırımcılar, aracılar, yöneticiler, finansal danışmanlar, finansal analistler, alacaklılar ve devlet gibi farklı grupların karar vermelerine temel oluşturmaktadır. Bu kullanıcıların bakış açısına göre denetim, denetçiler finansal tablolarda hata, eksiklik, hile ve manipülasyon bulunmadığını doğruladığında etkili olmaktadır. Yeni teknolojilerin gelişmesi ve farklı bilim dallarında uygulanması,

muhasabe ve denetim alanını da etkilemiştir. Yapılan denetimin etkinliğini artırmanın bir yolu, denetim görüşü tahmin yöntemlerini kullanarak denetim koşullarına ve ortamına uygun bir model kullanmaktır (Valipour vd., 2013: 13).

Veri madenciliği, finansal tabloların denetimindeki yetkinliği artırdığı için giderek daha fazla ilgi gören yeni yöntemler arasında yer almaktadır. Araştırmacılar tarafından veri madenciliği analitiği kullanılarak geliştirilen denetim görüşü modelleri, denetçilerin denetim sürecinde büyük veriyi kullanmalarını sağlamaktadır. Geleneksel veri analizi yöntemleri, veri madenciliği kullanıldığında verilerin zaten yapılandırılmış olduğunu ve veri analiz sürecinin güvenilirliğinin doğrulandığını varsaymaktadır. Bu nedenle, bu yöntemlerin farklı kaynaklardan gelen büyük veri kümeleriyle başa çıkma yeteneği yoktur, ancak veri madenciliği ile bu, verilerden otomatik olarak çıkarılan kalıplar ve test edilen hipotezlerle denetim sürecinde mümkündür (Nawaiseh & Abbod, 2020: 1306).

Günümüzde veri tabanları terabayt boyutuna (1.000.000.000.000 bayttan fazla veri) ulaşabilir. Bu veri yığınlarında stratejik öneme sahip bilgiler gizlidir. Ama bu kadar çok ağaç varken, orman hakkında nasıl anlamlı sonuçlar çıkarabilirsiniz? En güncel cevap, hem geliri artırmak hem de maliyetleri azaltmak için kullanılan veri madenciliğidir. Getiri potansiyeli çok büyüktür. Dünyanın dört bir yanındaki yenilikçi şirketler, daha yüksek değerli müşterileri bulmak ve hedeflemek, satışları artırmak için ürün tekliflerini yeniden yapılandırmak ve hata veya dolandırıcılıktan kaynaklanan kayıpları en aza indirmek için veri madenciliğini hali hazırda kullanmaktadır (Two Crows Corp., 2005: 1).

Veri madenciliği, muhasebe ve finans alanındaki çeşitli iş uygulamalarında popüler bir uygulama haline gelmiştir. Son zamanlarda Amani ve Fadlalla (2017), muhasebede veri madenciliği uygulamalarının %82'sinin tahmin çalışmaları olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca muhasebede en sık kullanılan veri madenciliği tekniklerinin; yapay sinir ağları, regresyon, karar ağacı ve destek vektör makinesi olduğunu bildirmiştir.

Yapay zeka yöntemlerini denetime uygulayan küçük ama büyüyen bir literatür olduğu, mevcut literatürden görülmektedir. Ancak, denetim görüşü modellemesindeki uygulamaları, iflas ve kredi riski değerlendirmesi gibi finans ve muhasebedeki benzer problemlerle karşılaştırıldığında çok sınırlıdır (Gaganis vd., 2007b: 25). Bununla birlikte, Baldwin vd. (2006), “denetimin doğası gereği yapay zeka kullanımı için motivasyon

sağladığını” ve “yapay zeka uygulamalarının mümkün olduğunca geniş çapta araştırılması gerektiğini” vurgulamıştır.

Bu çalışmanın temel amacı, denetim görüşlerini tahmin etmek için on iki farklı veri madenciliği sınıflandırma yönteminin tahmin performanslarının karşılaştırarak veri madenciliği yeteneklerini keşfetmektir. Bu doğrultuda, çalışmanın araştırma problemi diğer bir ifadeyle cevabı aranan temel araştırma sorusu aşağıdaki gibidir:

- Türkiye’de bağımsız denetim görüşünü tahmin etmede kullanılabilecek veri madenciliği yöntemlerinden hangisi daha iyi performans gösterecektir?

Bu çalışmada bağımsız denetim görüş türü ile ilgili veriler üzerinden WEKA yazılımında on iki farklı veri madenciliği yöntemleri analiz edilmiş ve modeller kurulmuştur. Modellerin performansları tahmin doğruluğuna, sınıflandırma matrisine, detaylı doğruluk sonuçlarına (TP Oranı, FP Oranı, Kesinlik, Duyarlılık, F-Ölçütü, ROC Alanı), Tip I hata, Tip II hata oranlarına ve performans sonuçlarına (Kappa istatistiği, MAE, RMSE, RAE, RRSE) göre karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Çalışma örnekleme, 19 farklı sektörden toplam 161 şirketi kapsamaktadır. Veri seti, 2010-2022 yıllarına ait 2.093 şirket-yıl gözlemini içermektedir. Modellerde, 24 finansal değişken ve 4 finansal olmayan değişken kullanılmıştır. Sonuçlar, bağımsız değişkenlerin denetim görüş türünü açıklamada yüksek açıklayıcı güce sahip olduğunu göstermektedir.

Çok sayıda araştırma çalışması (Pourheydari vd., 2012; Saif vd., 2012; Fernández-Gómez vd., 2016) denetim görüş türü tahminini incelemiştir. Bu çalışmaların farklı bulguları daha sonraki çalışmaları motive etmiştir. Çalışmaların çoğu gelişmiş piyasalarda yapılmıştır ve gelişmekte olan piyasalar için denetim görüş türü tahminini analiz eden çok az çalışma vardır. Türkiye örnekleminde on iki farklı veri madenciliği sınıflandırma yöntemini karşılaştırarak veri madenciliği yeteneklerini keşfeden bu çalışmanın ilgili literatüre katkıda bulunması beklenmektedir. Çalışma bulgularının, denetçiler ve araştırmacılar için faydalı olabileceği, denetim görüşü tahmininde bir karar destek aracı olarak hizmet edebileceği düşünülmektedir.

Çalışma şu şekil de ilerlemektedir. İlk olarak, denetimle ilgili kavramsal çerçeve ele alınmıştır. Daha sonra veri madenciliği kavramsal çerçeve ile birlikte WEKA yazılımına değinilmiştir. Son bölümde ise bağımsız denetim görüş tahmini ve veri madenciliği konularını ele alan benzer araştırmalar incelenerek literatür değerlendirmesi,

araştırmanın metodolojisi, araştırmanın bulguları ve analiz sonuçlarının karşılaştırılması sunulmuştur.



BİRİNCİ BÖLÜM

DENETİMDE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Çalışmanın bu bölümünde denetim kavramı, bağımsız denetimin gelişimi, denetim ve denetçi türleri, denetim standartları, bağımsız denetim görüş türleri ve bağımsız denetim süreci konuları ele alınmıştır.

1. DENETİM KAVRAMI

Bu kısımda denetimin tanımı, özellikleri, bağımsız denetimin amacı, önemi, yararları ve muhasebe - denetim arasındaki ilişki konuları ele alınacaktır.

1.1. DENETİMİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

Ekonomik hayatın gelişmesi ve giderek karmaşık hale gelmesi sonucunda güvenilir bilgi edinme ihtiyacı daha da önemli bir hale gelmektedir. Giderek artış gösteren veriler içerisinde doğru ve güvenilir bilgilere ulaşmak gün geçtikçe zorlaşmaktadır. İşletmeyle ilgili bilgi kullanıcılarının, doğru ve güvenilir bilgiye ulaşması için birtakım önlemler alması gerekmektedir. İlgili bilgilerin denetim yapılarak doğrulanması, bilgi kullanıcıları açısından karar vermede kolaylık sağlayacaktır.

Denetim kavramı ile ilgili yapılan bazı tanımlamalar aşağıda sunulmuştur:

Amerikan Muhasebe Birliğinin (AAA) Temel Denetim Kavramları Komitesi'nin raporunda denetim, ekonomik faaliyet ve olaylara ilişkin raporlanan bilgilerin önceden belirlenmiş standartlara uygunluğunun tespit edilmesi, objektif olarak elde edilen delillerin analiz edilip değerlendirilmesi ve sonuçların ilgili taraflara iletilmesini sağlayan sistematik bir süreç olarak ifade edilmiştir (AAA, 1972: 18).

Bir kuruluşun faaliyet ve işlemlerinin hedeflere, bütçelere, düzenlemelere ve standartlara uygun olarak yürütülmesini veya yürütülmesini sağlamak amacıyla yapılan çalışmalara denetim denir. Bu incelemenin amacı, düzenli aralıklarla düzeltici faaliyet gerektirecek sapmaları belirlemektir (Yörüker, 1999: 2).

Denetim, iktisadi faaliyet ve olaylarla ilgili iddiaların önceden belirlenmiş kriterlere ne derece uyduğunu incelemek ve sonuçlarıyla ilgilenenleri bilgilendirmek için tarafsız bir şekilde kanıt toplayan ve değerlendiren sistematik bir süreçtir (Güredin, 2000: 5).

Denetim, bir birimin verilerinin belirli bir zaman diliminde önceden belirlenen kriterlere uygunluk derecesinin belirlenmesi ve raporlanması sürecidir (Kepekçi, 2004: 1).

Denetim, kamu ve özel sektördeki faaliyetlerin mevzuata, kurum politikalarına, hedeflerine uygunluğunu ve doğruluğunu değerlendirerek etkinliğini analiz etmek amacıyla iç veya bağımsız denetçiler tarafından yürütülen soruşturma ve inceleme sürecidir (Duman, 2008: 21).

Denetim, iktisadi faaliyetlere ilişkin iddiaların önceden belirlenmiş kriterlere ne derece uygun olduğunu ölçmek için dış kanıtların tarafsız bir şekilde toplanması, değerlendirilmesi ve sonuçların ilgili taraflara raporlanması sürecidir (Coşkun vd., 2013: 13).

Yukarıda ifade edilen tanımlardan yola çıkarak, denetimin aşağıdaki sorulara cevap bulmaya çalıştığı görülmektedir:

- Beyan edilen bilgiler önceden saptanan kriterlere uygun mudur?
- İşletme faaliyetleri kanun ve düzenlemeler ile birlikte ana sözleşme ve politikalara uygun mudur?
- Denetim süreci sonunda sonuçlar ilgili taraflara raporlandı mı?

Denetim tanımlarından yola çıkarak denetimin unsurları aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

Tablo 1. Denetimin Unsurları

Denetim Unsuru	Açıklama
1. Denetim bir süreçtir.	Denetim süreci dinamiklidir. Bu süreçteki adımlar, denetim faaliyeti için ihtiyaç duyulan veri ve kanıtların toplanması, işlenmesi, analiz edilmesi, değerlendirme bulguları doğrultusunda denetim görüşünün yayımlanması ve bu görüşün denetim raporuyla birlikte ilgili otoritelere sunulmasıdır. Bu anlamda denetim süreci veri toplama ve karar verme süreci olarak görülmelidir.
2. İktisadi faaliyet ve olaylarla ilgili iddialar	Uzman denetçi, denetim faaliyetine başladığında kendisine, denetlediği şirketin ekonomik faaliyetlerine ilişkin finansal tablolar ve raporlar sunulur. Bu raporlar, söz konusu işletme yönetiminin belirli bir dönemdeki ekonomik faaliyetlerle ilgili yaptığı açıklamaları ve iddiaları yansıtmaktadır. Uzman denetçi, yönetim tarafından kendisine sunulan bu raporlardaki iddiaların doğruluğunu ve güvenilirliğini gerekli sorgulamaları yaparak doğrular ve teyit eder.

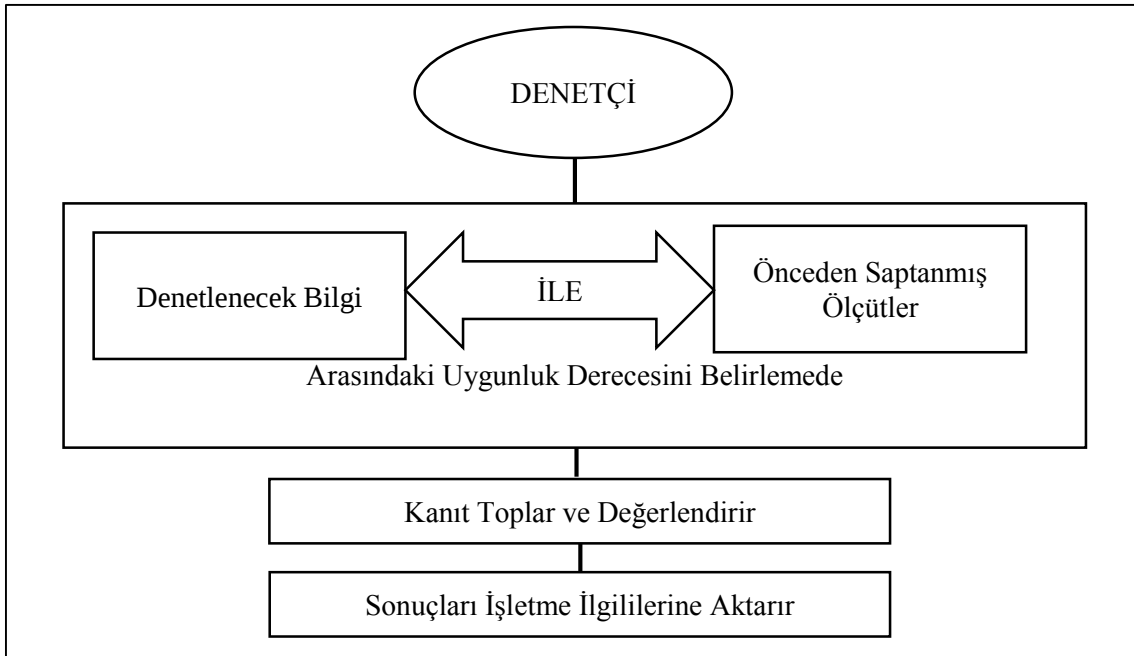
Tablo 1 (Devam). Denetimin Unsurları

Denetim Unsuru	Açıklama
3. Önceden belirlenmiş kriterler	Denetçi, işletmenin iddialarını temsil eden finansal tabloların doğruluğunu ve güvenilirliğini, bunları önceden belirlenmiş kriterlerle karşılaştırarak belirler. Bu kriterler kanunlar, anlaşmalar, yönetim tarafından belirlenen hedefler ve genel kabul görmüş muhasebe ilkeleri olabilir. Bu kriterler denetimin kalitesinin belirlenmesinde de önemlidir. Örneğin denetim vergi amaçlı ise vergi kanunları, bankaların veya halka açık şirketlerin denetimi ise muhasebe ilkeleri ve değerlendirme yöntemleridir.
4. Tarafsız bir şekilde kanıt toplama ve değerlendirme	Denetçi, şirket açıklamalarının doğruluğunu araştırmak amacıyla şirketle ilişkili kişi ve kuruluşlardan bağımsız olarak yeterli ve uygun kanıt toplar.
5. Sonuçları ilgililenlere bildirme	İlgili taraflar, ilgili paydaşlara ve genel kamuoyuna atıfta bulunur. Denetçinin bulgularını ve yargısını kullanan herhangi bir kişi ilgili taraf haline gelir. Bu grup, hissedarları, işletme yöneticilerini, alacaklıları, devlet kurumlarını ve kamuoyunu içerir. Sonuçların raporlanması denetim sürecinin son aşamasıdır. Sonuçların raporlanması aslında bir doğrulama sürecidir. Denetçi, yönetimin iddia ve beyanlarının geçerliliğini ve güvenilirliğini inceler ve bunları onaylar veya reddeder. Denetimin sonuçları, denetçinin görüş ve yargısı yazılı bir raporda açıklanır.

Kaynak: Güredin, 2001: 5; Kaval, 2003: 19.

Denetim tanımında ifade edilen akış süreci Şekil 1’de verilmiştir.

Şekil 1. Denetim Tanımı Akış Süreci



Kaynak: Bozkurt, 2018: 31.

Yukarıda verilen tanımlardan denetimin aşağıdaki özelliklere sahip bir süreç olduğu anlaşılmaktadır (Karanfiloğlu, 1999: 29):

- **Denetim bir karşılaştırma sürecidir.**

Denetimin amacı, önceden belirlenmiş kriterler ile rakamlarla gösterilen bilgiler arasındaki uyum düzeyini belirlemektir. Sonuç olarak, denetim, rakamlarla ifade edilebilir bilgilerin standartlarla karşılaştırılması sürecidir. Denetim yapabilmek için önceden rakamlarla ifade edilebilecek bilgilerin elde edilmesi gerekmektedir. Bu bilgiler; kayıtlar, tablolar, tutarlar gibi çeşitli türlerde olabilir. Genel kabul görmüş muhasebe ilkeleri, sözleşme şartları, kanun ve yönetmelikler karşılaştırma kriteri olarak kullanılabilir.

- **Denetim belli bir ekonomik birim hakkındaki bilgileri kapsar.**

Genellikle denetim belirli bir ekonomik birim veya bir dönemle sınırlıdır. Ekonomik birimler genellikle devletler, ortaklıklar ve şahıs işletmeleri gibi tüzel kişilerdir. Denetim süresi genellikle bir yıldır. Bununla birlikte, günümüzde denetimlerin aylık, üç aylık ve altı aylık olarak yapılması olağandır. Bir işletmenin bazı durumlarda birkaç yılı hatta tüm ömrü denetime tabi olabilir.

- **Denetim kanıt toplama ve değerlendirme sürecidir.**

Denetim kanıtları, denetçinin gözlemleri, denetlenen işletmenin veya üçüncü tarafların yazılı ve sözlü bildirimleri vb. olabilir. Denetçi, denetim hedeflerini karşılamak için yeterli miktar ve kalitede kanıt toplamalıdır. Denetimin en hayati ve önemli aşamasıdır.

- **Denetim uzman ve bağımsız bir kişi tarafından gerçekleştirilir.**

Denetimi yapan kişinin, rakamların içerdiği bilgileri ve bunları karşılaştırma kriterlerini iyi bilmesi gerekir. Denetim sürecinde yeterli miktarda ve kalitede kanıt toplamaya hazır olmalıdır. Sonuç olarak denetçinin, kapsamlı mesleki bilgi ve uzmanlığa sahip, konunun uzmanı olması gerekir.

Denetim, Türkçe bir kelimedir. Türkçeye doğu ve batı dillerinden geçmiş olan murakabe, teftiş, kontrol, revizyon gibi kelimeler de denetim yerine kullanılmaktadır. Bu kelimelerin anlamları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Denetim Yerine Kullanılan Terimler

Murakabe	Olması gerekenle fiili durum arasındaki karşılaştırmayı ifade eder.
Teftiş	Ara ara yapılan bir gözden geçirme ile faaliyetlerin yasalara, emir ve yönergelere göre yürütülüp yürütülmediğinin belirlenmesidir.
Kontrol	Uygulama sonuçları ile ulaşılmak istenen amaçların karşılaştırılmasıdır.
Revizyon	Defterlerin ve kayıtların gözden geçirilmesidir.

Kaynak: Haftacı, 2014: 5.

Anglo-Sakson ülkelerinde “auditing” terimi, dilimize “muhasebe denetimi” olarak çevrilebilir. “Audire”, Latince’de “işitmek veya dinlemek” anlamına gelmekte ve “auditing” teriminin kökenidir. Bu durum, eski kültürlerde seçilmiş uzmanların, iş başında olan kişileri dinleyerek gerçeği bulmaya çalıştıklarını göstermektedir (Bozkurt, 2018: 23).

1.2. BAĞIMSIZ DENETİMİN TANIMI

Bağımsız denetim ile ilgili olarak yapılan başlıca tanımlamalar aşağıdaki gibidir.

Bağımsız denetim, örgütün faaliyetleri ile ilgili önceden belirlenmiş kriterlere uygunluk derecesini araştırmak amacıyla örgüt dışından bağımsız bir uzman tarafından yapılan kanıt toplama, kanıtları değerlendirme ve denetleme sonucunu denetim görevi verenlere iletme sürecidir (Kepekçi ve Sürmeli, 1988: 32).

Belirli bir ekonomik varlık veya dönem için ölçülebilir bilgilerin önceden belirlenmiş kriterlere uygunluk derecesinin belirlenmesi ve konuya ilişkin bir rapor sunulması amacıyla bağımsız bir uzman tarafından yürütülen kanıtların toplanması, değerlendirilmesi süreci olarak ifade edilebilir (Gürbüz, 1990: 7).

Amerika Birleşik Devletleri’nde (ABD) 2002 yılında yürürlüğe giren Sarbanes-Oxley Kanunu, bağımsız denetimi, halka açık şirketlerin finansal tablolarının, düzenleme ve denetleme yetkisine sahip denetim kurumları tarafından, finansal tabloların mevzuata uygunluğunun tespit edilmesi amacıyla incelenmesi olarak tanımlanmaktadır (Sarbanes-Oxley Act, 2002: 747).

Bağımsız denetim, Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) tebliği ve Kamu Gözetimi Kurumu (KGK) bağımsız denetim yönetmeliğinde “işletmelerin finansal tabloları ile diğer finansal bilgilerinin gerçeğe uygunluğu ve doğruluğu konusunda makul güvence sağlayacak yeterli ve uygun bağımsız denetim kanıtı elde etmek için bağımsız denetim standartlarında belirtilen bağımsız denetim yöntemlerini kullanarak defter, kayıt ve belgelerin denetlenmesi ve değerlendirme yaparak rapor halinde sunulması” olarak

tanımlanmaktadır (SPK, 2006: 1; KGK, 2012: 1). Özellikle, finansal tabloların ve finansal verilerin uygunluğu ve doğruluğu hakkında, ilgili taraflara güvenilir bilgi sağlamanın amaç edinildiği gözlenmektedir.

Bağımsız denetim, işletmelerin finansal raporlarının muhasebe ilkelerine ve mevzuata uygunluğunun ölçülerek, denetim firmasının ortağı veya denetçisi olarak görev yapan bağımsız denetçi unvanına sahip kişiler tarafından, ilgili taraflara iletilmesi amacıyla yapılan denetim çalışmasıdır (Duman, 2008: 21).

Bağımsız denetim, bir ekonomik birime veya döneme ilişkin bilgilerin önceden belirlenmiş kriterlere uyup uymadığının değerlendirilmesi ve bu konuda rapor hazırlanması amacıyla bağımsız bir uzman tarafından kanıtların toplanması, değerlendirilmesi sürecidir (Bozkurt, 2018: 29).

Bağımsız denetim tanımlarına bakıldığında, kurum dışından bağımsız bir uzman tarafından denetimin yerine getirilmesi, özellikle halka açık şirketler üzerine yapılması, finansal tablo ve finansal bilgilerin doğruluğu ve uygunluğu açısından makul güvence sağlanması, finansal raporların muhasebe ilkelerine, mevzuata ve denetim standartlarına uygunluğunun belirlenmesi konularına vurgu yapıldığı görülmektedir.

1.3. BAĞIMSIZ DENETİMİN AMAÇLARI

Denetimin amacı, finansal tablo kullanıcılarına, finansal tabloların muhasebe standartlarına uygun olarak hazırlanıp hazırlanmadığı konusunda görüş vermektir (Bozkurt, 2012: 11). Sarbanes-Oxley Kanunu kapsamında bağımsız denetimin amacı, şirketlerin sermaye piyasası mevzuatına uygun olarak yaptığı açıklamaların doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmak ve yatırımcıları korumak olarak ifade edilmiştir (Sarbanes-Oxley Act, 2002: 747).

Sanayi Devrimi sonrasında hızla gelişen muhasebe denetimi, 1900'li yılların başlarına kadar muhasebe hatalarını ve hilelerini tespit etmeye yönelikken, 20. yüzyılın ilk yarısından itibaren temel amaç, finansal tablolardaki, özellikle de bilançolardaki bilgilerin doğruluğunun tespit edilmesi olmuştur. Denetim amacındaki bu değişiklik, denetim yöntemlerindeki değişiklikleri de tetiklemiştir (Karanfiloğlu, 1999: 36).

Bağımsız denetim, finansal tabloların ve faaliyetlerin belirlenen standartlara uygunluğunu incelemek üzere bilgi/belgelerin toplanmasıyla denetim raporunun hazırlanarak kullanıcılara sunulması sürecidir. Bu süreç 19. yüzyılda hileleri tespit etmek amacıyla yapılırken, zamanla finansal tablolara dayalı kredi kriterleri geliştirmek,

yönetime danışmanlık yapmak ve güvenilir bilgi elde etmek gibi amaçlara odaklanmıştır (Ertaş ve Kandemir, 2020: 84).

Sermaye piyasasındaki gelişmeler, kullanıcıların değişen veri kullanım ihtiyaçları, yabancı yatırımcıların artması ve Enron, Worldcom gibi ulusal ekonomileri olumsuz etkileyen uluslararası düzeydeki yolsuzluk vakaları, denetim olgusunun kapsamını değiştiren etkiler yaratmıştır. Günümüzde ekonomik ve ticari piyasalar bağlamında işletmelerin doğru, güvenilir ve en kaliteli bilgiyi sunması, doğru ve güvenilir bilginin denetlenmiş bir şekilde sunulması yoluyla kullanıcıların doğru ve tutarlı kararlar almasına yardımcı olmaktadır. Bu kapsamda hem sermaye piyasaları hem de yerli ve yabancı yatırımcılar, bağımsız denetimin en önemli amaçlarından biri olan bir takım risklere ve belirsizliklere karşı korunacaktır (Selimoğlu ve Göktepe, 2007: 20).

Finansal tabloların amacı, raporlama yapan işletmeye ait varlıklar, yükümlülükler, öz kaynak, gelir ve giderler üzerine finansal tablo kullanıcısına raporlama yapan işletmeye ait gelecekte muhtemel net nakit girişleri ve işletmeye ait ekonomik kaynakları yönetimce idare edilme mesuliyetini değerlendirmek için yararlı olabilecek finansal bilgileri temin etmektir (KGK, 2018: 17). İlgili finansal tablo kullanıcıları, karar verirken finansal tablolardan önemli ölçüde istifade etmektedirler.

Genel amaçlı finansal raporlar, finansal bilgi kullanıcılarının ihtiyaç duyduğu her bilgiyi sağlamaz ve sağlaması da olası değildir. İlgili kullanıcılar, genel ekonomik şartlar ve beklentiler, siyasal iklim, sektör ve işletme görünüşleri gibi başka kaynaklardan elde edilebilecek bilgileri de göz önüne alması gerekmektedir. Genel amaçlı finansal raporlar, raporlama yapan işletmelerin değerlerini belirtecek biçimde dizayn edilmemiştir. Ancak bu raporları kullanan ilgili kullanıcılara, raporlama yapan işletmelerin değerleri üzerine yapacakları tahminler için yardımcı olabilecek bilgileri sağlamaktadır (KGK, 2018: 7). Finansal raporlar, kesin tanımlamalardan ziyade büyük ölçüde dayanağı tahminler, yargılar ve modellerdir (KGK, 2018: 8). Kavramsal çerçevede de ifade edildiği gibi, sadece finansal raporlara bakarak, ilgili tarafların doğru ve uygun karar vermekte hata yapmaları olasıdır. Bununla birlikte, finansal raporların dışında, karar verilecek işletme veya kurumu etkileyebilecek diğer faktörlerin de göz önüne alınarak karar verilmesi hatalı karar verme riskini azaltacaktır.

Bağımsız denetimin genel amaçları, işletme yönetiminin iddialarını test etmek olarak da değerlendirilir. İşletmelerin hazırladıkları finansal tablolar, özünde çeşitli

iddiaları içermektedir. Yönetim iddiaları, aşağıdaki Tablo 3'te belirtildiği gibi üç kategoriye ayrılmıştır.

Tablo 3. Yönetim İddialarının Sınıflandırılması

Finansal İşlemler ve Olaylara İlişkin İddialar	Hesap Bakiyelerine İlişkin İddialar	Sunum ve Tam Açıklamaya İlişkin İddialar
Gerçekleşme	Var Olma	Gerçekleşme, Haklar ve Yükümlülükler
Tam olma	Tam Olma	Tam Olma
-	Haklar ve Yükümlülükler	-
Doğruluk	Değerleme ve Dağıtım	Doğruluk ve Değerleme
Dönemsellik	-	-
Sınıflandırma	-	Sınıflandırma ve Anlaşılabilirlik

Kaynak: Kavut vd., 2009: 143.

Bağımsız denetimin genel amacı, yukarıda belirtilen yönetim iddialarını sınıflandırarak değerlendirmektir. Bağımsız denetçi bu genel amaçlara ulaşmak için yönetimin iddialarına göre belirleyeceği Bilanço ve Gelir tablosundaki ana hesaplar üzerine uygun denetim tekniklerini kullanarak denetim kanıtlarını toplar ve denetim görüşünü bildirir. Denetim firması, genel bağımsız denetim amaçlarının yanı sıra, bağımsız denetim isteyen müşterinin ihtiyaçlarına göre hesap grubuna özel denetimler de gerçekleştirebilir (Coşkun vd., 2013: 25).

Bağımsız denetimin;

- Finansal tablolar hakkında bir görüşe ulaşmak,
- Hata ve hileleri tespit etmek,
- Hataları ve hileleri önlemek,
- Denetlenen işletmenin yönetimine tavsiyelerde bulunmak gibi amaçları vardır (Haftacı, 2014: 9).

1.4. BAĞIMSIZ DENETİMİN ÖNEMİ VE YARARLARI

Bağımsız denetimin giderek daha önemli hale gelmesinin en temel nedeni güvenilir bilgi sağlama rolüdür. Finansal tablolarla ilgili tahmin, analiz, denetim ve finansal tabloların hazırlanması gibi konularda geleceğe yönelik kararlarda yönetime yol göstermesi de bağımsız denetimi önemli kılan bir diğer unsurdur. Ayrıca bağımsız denetimin önemi, işletmelerin büyüklüğü, işletmelere devlet müdahalesi, şirketlerle

ilişkili çıkar gruplarının güçlenmesi ve yaygınlaşması, iş dünyasında rekabetin artması ve insan faktörünün önemi gibi gelişmelerle bağlantılıdır (Çelen, 2001: 1).

ABD’de 2001 yılında yapılan bağımsız denetimlerde ortaya çıkan hileli iflas ve sahte denetim raporları, bağımsız denetimin önemini ve bağımsızlık çerçevesini belirlemiştir. Danışmanlık hizmeti veren bağımsız denetim kuruluşlarının varlığı, işletmelere denetim yapmaları nedeniyle sermaye piyasasında düzensiz denetim raporlarına ve yanlış uygulamalara neden olmuştur. Bu bağlamda denetçinin bağımsızlığı sorgulanmıştır (Süer, 2006: 13). Bundan dolayı, ABD başta olmak üzere, Avrupa Birliği (AB) ve bazı diğer ülkelerde bağımsız denetimi düzenleyen kanun ve yönetmelikler hazırlanmıştır. Türkiye’de KGK tarafından denetim bağımsızlığının sağlanması amacıyla etik kurallar düzenlenerek bağımsızlığı kavramsal çerçevesi ele alınmıştır.

Denetlenen finansal tablolar, kurumsal denetimler sırasında işletmeye katkı sağlayarak ek maliyet ve zaman kaybını önler. Düzenlenen denetim raporları doğru kabul edildiğinden devlet kurumları yeniden denetlememekte veya kapsamlı denetim yapmamaktadır (Güredin, 2000: 16).

Denetimin ilk olarak vergilerin tam olarak toplanabilmesi amacıyla ortaya çıktığı görülmektedir. İşletmelerin finansal tablo bilgi kullanıcıları her geçen gün artış göstermektedir. Dolayısıyla ilgili finansal tabloların, bağımsız denetimden geçmiş olması “güvenilir” bir kaynak olarak ele alınabilmesine fayda sağlayacaktır (Bezirci ve Karasioğlu, 2011: 572).

Çağdaş yönetim yaklaşımına göre, işletme yönetimi ve yönetim kararlarının oluşturulması, muhasebe tarafından üretilen ve denetlenen güvenilir yönetim bilgilerine bağlıdır. Bu nedenle hemen hemen tüm işletmeler bağımsız denetçi tarafından denetlenmesi gerektiğinin bilincindedir. Muhasebe bilgisi kurumsal çıkarların temsil edildiği bir alan olduğu için güvenilir olması gerekir. Güven kazanmanın yolu ancak denetimden geçer (Özel, 1996: 46’dan akt. Çelen, 2001: 1).

Finansal bilgilerin yararlı olabilmesi için sunmaya çalıştığı konuyu amacına uygun ve gerçeğe uygun bir şekilde yansıtması gerekir. İhtiyaca uygunluk ve gerçeğe uygun sunum, faydalı finansal bilgilerin temel niteliksel özellikleridir (KGK, 2018: 11). Karşılaştırılabilirlik, doğrulanabilirlik, zamanında sunulabilirlik ve anlaşılabilirlik, faydalı finansal bilgilerin destekleyici niteliksel özellikleri olarak tanımlanmaktadır

(KGK, 2018: 13). Bu özelliklerin sağlanmasıyla birlikte finansal bilgilerin yararı arttırılmış olacaktır.

Günümüz rekabet ortamında finansal tabloların bağımsız denetiminin gerekli olmasının birçok nedeni vardır. Özellikle gelişmiş ülkelerde çok sayıda paydaşı yakından ilgilendiren finansal tabloların bağımsız denetimini gerektiren bu nedenler üç başlık altında toplanabilir (Haftacı, 2014: 167):

- Finansal raporlarda paydaşların artması,
- Finansal tabloların güvenilir olmama olasılığı,
- Güvenilir bilgi gerekliliğidir.

Bağımsız denetimin yararları, denetlenen işletmeye, kamuya ve devlete olmak üzere 3 kategoride sınıflandırılabilir (Çelen, 2001: 2-4):

1.4.1. Bağımsız Denetimin Denetlenen İşletmeye Yararları

Denetlenen bir işletme için bağımsız denetimin yararları şu şekilde özetlenebilir:

- İşletme kayıt ve belgelerine dayanılarak hazırlanan finansal tabloların doğru olup olmadığını belirler.
- İşletme faaliyetlerinin hukuka uygunluğunu inceler ve uygunsuzluklar varsa düzeltir.
- Yöneticilerin ve şirket personelinin dolandırıcılık eğilimini azaltmaya yardımcı olur.
- Vergi beyannameleri denetlenmiş finansal tablolara dayandığından, bu beyanların güvenilirliği devlet vergi denetimlerinin riskini azaltır (Güredin, 2000: 16).
- Yöneticiler, denetlenen finansal tablolardan yararlanarak kararlar alır (Dabbağöğlu, 1998: 4).
- Finansal tablo ve raporların analizi yapılarak işletmenin ekonomik durumu ilgili mercilere eksiksiz ve güvenilir bir şekilde iletilir. Bu da işletmenin kredibilitesini arttırmaktadır.
- Yönetim ve personel faaliyetlerini destekleyerek bu faaliyetlerin etkinliğini arttırır.
- İç kontrol sisteminin etkin olmasını sağlar.

1.4.2. Bağımsız Denetimin Kamuya Yararları

Bağımsız denetimle kamuya sağlanan yararlar şu şekilde açıklanabilir:

- Sermaye piyasası güven üzerine kurulu olduğu için, bu piyasada yer alan bilgiler doğru ve güvenilir olmalıdır. Sermaye piyasasının etkin ve verimli işleyebilmesi için, kamuya sunulan raporlarda konuyla ilgili ve önemli tüm bilgilerin yer alması gerekmektedir. Bağımsız denetim, bunu başarmanın en etkili yoludur.

- Finansal kurumlar, borç verme veya finansal katılım yoluyla temasa geçtikleri girişimcilerden, işlerinin ve faaliyetlerinin ekonomik ve finansal durumuna ilişkin temel bilgileri ve ayrıntılı raporları talep etmektedirler. Bu raporların, kredi verme veya finansmana bir temel olabilmesi için yetkili, tarafsız ve bağımsız inceleme kuruluşları tarafından hazırlanmalı ve onaylanmalıdır.

- Denetlenen finansal tablolar, ücret ve sosyal haklar müzakerelerinde objektif bilgi sağlayarak işverenlere ve sendikalara bilgi verir.

- İşletme birleşme ve satınalmalarda alıcılara ve satıcılara güvenilir, objektif bilgiler sağlar.

- Denetlenmiş finansal tablolar, ilgili taraflara, özellikle de şirketle iş ilişkisi olan müşterilere, denetlenen şirketin kârlılığı, faaliyetlerinin etkinliği ve finansal yapısının durumu hakkında güvenilir bilgi sağlar (Güredin, 2000: 17).

- İşletmeye yatırım yapmak isteyen yatırımcılar, denetlenmiş finansal tablolarla işletme faaliyetlerinden kaynaklanabilecek her türlü riskten kendilerini koruyacaklardır.

1.4.3. Bağımsız Denetimin Devlete Yararları

Bağımsız denetim sonucunda devlete aşağıdaki faydalar sağlanabilir:

- Ülkeler, bağımsız denetim sayesinde bilgi toplama ve planlama yapabilir. Diğer bir ifadeyle, doğru verilere dayalı planlama, kamu gelir ve harcamaları, devlet teşvikleri, kredi politikaları ve genel ekonomi politikalarının daha gerçekçi, etkili ve verimli olmasını sağlayacaktır.

- Devletin vergi gelirlerini artırmasında bağımsız denetim katkı sağlar. İşletme yöneticilerinin ve ortaklarının vergi kaçakçılığı yapma teşviklerini ortadan kaldırır.

- Bağımsız denetçiler tarafından hazırlanan finansal tabloların denetimi için daha az zaman harcayan vergi denetçileri, dikkatlerini diğer vergi kayıpları ve kaçakları üzerinde yoğunlaştırabilirler.

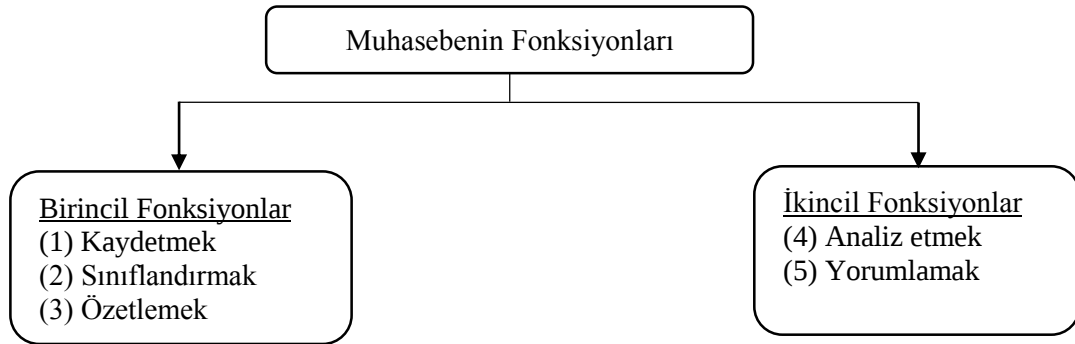
- Kamu kurumları, belediyeler, dernek, vakıflar ve bunların ekonomik faaliyetlerinin bağımsız denetimi, yolsuzluğun önlenmesine ve bu kurumların etkin işlemesine yardımcı olacaktır.

1.5. MUHASEBE VE DENETİM ARASINDAKİ İLİŞKİ

Birçok finansal tablo kullanıcısı ve genel kamuoyu, denetimi muhasebe ile karıştırmaktadır. Bu karışıklık, denetimin muhasebe bilgileriyle ilgilenmesinden ve birçok denetçinin muhasebe konularında önemli uzmanlığa sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Denetim yapan birçok kişinin “yeminli mali müşavir” unvanına sahip olması, kafa karışıklığını daha da artırmaktadır (Arens vd., 2012: 6).

Muhasebe, bir şirketin varlıklarında ve kaynaklarında değişiklik meydana getiren ve parayla ifade edilen olay ve işlemleri belirleyip doğruluğunu belirleyerek kaydeden, sınıflandıran, finansal raporlar halinde özetleyen, bu raporları analiz eden ve yorumlayan bir bilimsel disiplindir (Kula, 2018: 9). Muhasebenin fonksiyonları Şekil 2’de verilmiştir.

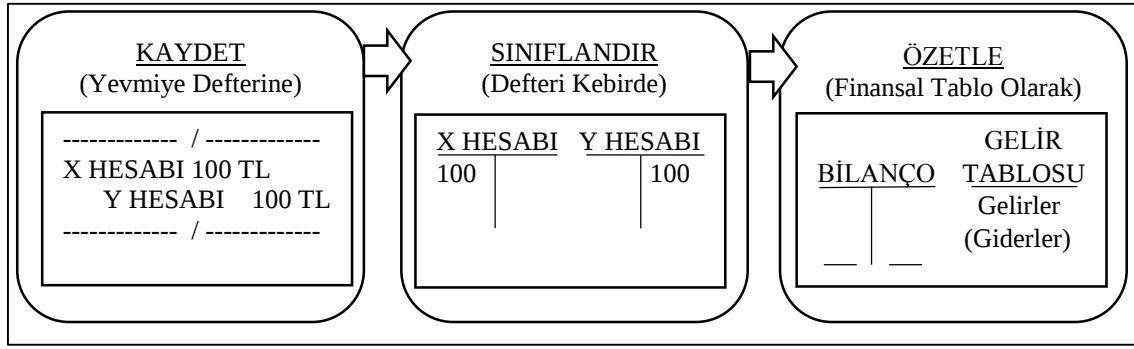
Şekil 2. Muhasebenin Fonksiyonları



Kaynak: Kula, 2018: 9.

Şekil 2’de muhasebenin fonksiyonları birincil fonksiyonlar ve ikincil fonksiyonlar olarak iki kategoriye ayrılmıştır. Kaydetme, sınıflandırma, özetleme birincil fonksiyonlar olarak ifade edilirken, analiz etme ve yorumlama ikincil fonksiyonlar olarak ifade edilmiştir. Birincil fonksiyonların süreci aşağıdaki Şekil 3’te verilmiştir.

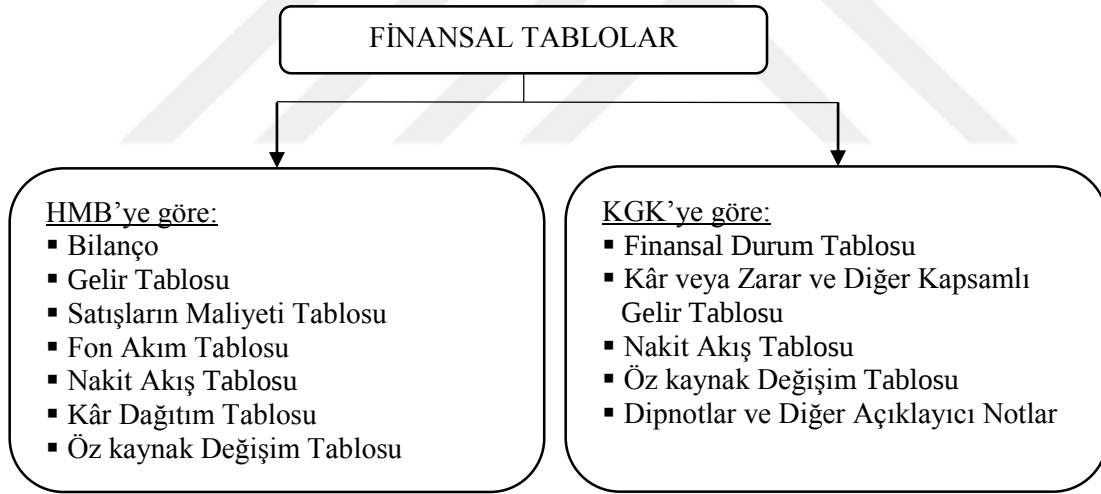
Şekil 3. Muhasebenin Birincil Fonksiyonları



Kaynak: Kula, 2018: 60.

Şekil 3’te birincil fonksiyonların süreci sırasıyla kaydetme, sınıflandırma ve özetleme olduğu ifade edilmiştir. Yevmiye defterine kaydedilen bilgiler, defteri kebirle sınıflandırılmakta ve sonrasında finansal tablolar aracılığıyla özetlenmektedir. Hazine ve Maliye Bakanlığı’na (HMB) ve KGK’ye göre hazırlanması gereken finansal tablolar aşağıdaki Şekil 4’te verilmiştir.

Şekil 4. Finansal Tablolar



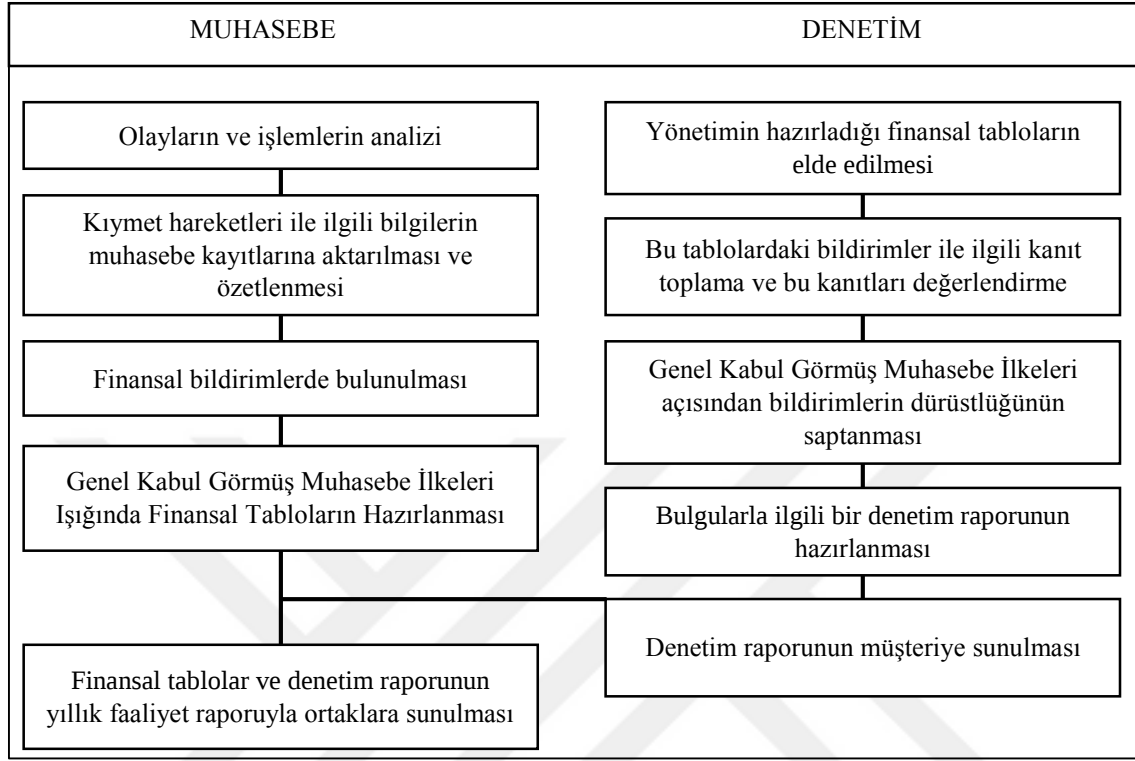
Kaynak: HMB, 2019; KGK, 2019.

HMB’ye göre 7 adet ve KGK’ye göre 5 adet düzenlenmesi gereken finansal tablolar Şekil 4’te verilmiştir.

Muhasebe kanıtları, denetimin temelini oluşturur. Muhasebe bu açıdan denetim sürecinin önemli bir parçasıdır. Denetim ise, dönem sonlarında hazırlanan muhasebe prosedürlerinin ve finansal tabloların genel kabul görmüş muhasebe ilkelerine uygunluğunun kontrol edilmesi işlemidir. Buna göre “muhasebesiz denetim dayanaksızdır ve denetimsiz muhasebe sağlamasızdır” denilebilir. İyi bir denetim

yapmanın yolu, iyi bir muhasebe temelinden geçmektedir (Haftacı, 2014: 57). Muhasebe ile denetim arasındaki ilişkiler Şekil 5’te özetlenmiştir.

Şekil 5. Muhasebe - Denetim İlişkileri



Kaynak: Güredin, 2000: 13.

Şekil 5 genel olarak değerlendirildiğinde muhasebenin finansal tabloları oluşturduğu, denetimin ise oluşturulan finansal tabloların doğruluğu ve güvenilirliği hakkında görüş sunduğu söylenebilir.

Denetimin amacı, kaydedilen bilgilerin hesap dönemi boyunca meydana gelen mali ve ticari işlemleri doğru bir şekilde yansıtıp yansıtmadığını belirlemektir. Muhasebe verileri denetimin konusudur. Genel kabul görmüş muhasebe ilkeleri, muhasebe bilgilerinin uygun şekilde kaydedilmesinin değerlendirilmesinde ölçüt olduğundan, denetçinin bu ilkelere aşina olması gerekir. Denetçi, muhasebe bilgisine ek olarak, denetim kanıtlarını toplama ve değerlendirme konusunda da uzman olmalıdır. Bu uzmanlık, denetçiyi muhasebeciden ayırır. Denetim prosedürlerinin, örneklem büyüklüğünün, denetlenecek kalemlerin ve denetim zamanlaması ile denetim sonuçlarının değerlendirilmesi denetçinin birincil sorumluluklarıdır (Kepekçi, 1998: 8).

2. BAĞIMSIZ DENETİMİN GELİŞİMİ

Bu bölümde dünyada ve Türkiye’de bağımsız denetimin gelişimi, ülkelerdeki gelişim süreci, muhasebe skandalları, düzenleyici kurumlar ve kanunlar çerçevesinde ana hatlarıyla açıklanmıştır.

2.1. DÜNYADA BAĞIMSIZ DENETİMİN GELİŞİMİNE GENEL BAKIŞ

Tarihi araştırmalarda denetimin kökeni, M.Ö. 3000 yıllarında Ninova şehrine dek ulaştığı belirlenmiştir. Arkeolojik buluntulardan elde edilen bilgilere göre, antik Mezopotamya’yı yöneten krallar, kâtiplerine, kraliyetin tahıl ambarlarını saymak ve oradaki yetkilileri denetlemekle görevlendirdiği görülmektedir. XVII. yüzyıl İngiltere’inde hesap verme sorumluluğu kavramı dile getirilmiştir. 1690 yılında ilk olarak İngiltere’de Kamu Hesapları Komitesi ve Sayıştay kurulmuştur. Yine bu dönemde ilk kez kamu maliyesinde yasama organının üstünlüğü ilkesi hayata geçirilerek parlamentonun yürütmeyi denetlemesi esası kabul edilmiştir (Bezirci ve Karasioğlu, 2011: 573-574).

Mezopotamya uygarlığının kayıtlarında mali işlemleri gösteren rakamların bulunması, doğrulama sisteminin kullanıldığını ve bir kişinin yaptığı kayıtların diğer bir kişi tarafından doğrulandığını gösteren işaret ve noktaların bulunması, denetimin 5500 yıl önce gerçekleştiğini göstermektedir. 1289’da “auditing” terimi ve “auditor” mesleki unvanı ilk kez İngiltere’de kullanılmış ve 1581’de İtalya Venedik’te profesyonel denetim için ilk örgüt kurulmuştur (Selimoğlu vd., 2014: 1).

Denetimin geçmişi çok eskilere dayansa da bugünkü anlamda gelişimini Sanayi Devrimi’nden sonra tamamlamıştır. Denetim uygulamalarına ilişkin yaklaşımların gelişimi aşağıdaki şekilde ortaya çıkmıştır (Bozkurt, 2018: 23-24):

- 1900’lü yıllara kadar sanayi devrimi öncesi ve sonrası tüm belgelerin incelenmesi için “Belge Denetim Yaklaşımı”,
- 1900-1930 yılları arasında finansal tabloların bir bütün olarak denetlenmesi için “Finansal Tablo Denetimi Yaklaşımı”,
- 1930’lu yıllarda ortaya çıkan ve temelleri işletmelerin iç kontrol yapısının incelenmesine dayanan “Sistem Tabanlı Denetim Yaklaşımı”,

- Günümüzde bilgi teknolojileri ve denetim alanında meydana gelen gelişmeler sonucunda faaliyet denetiminin daha popüler hale gelmesi sonucunda “Yönetim Denetimi Yaklaşımı”,

- “Risk Esaslı Denetim Yaklaşımı”, 2000’li yıllardan sonra meydana gelen önemli finansal skandallar sonucunda ortaya çıkmıştır.

Bağımsız denetim mesleğinin önde gelen ülkelerdeki gelişimi Tablo 4’te özetlenmiştir.

Tablo 4. Bağımsız Denetimin Önde Gelen Ülkelerdeki Gelişimi

Ülke	Bağımsız Denetim Gelişimi
ABD	ABD’de Bağımsız denetim mesleğinin yasal bir zemine dayanması 1896 yılında gerçekleşmiştir. Devlet tarafından yapılan düzenlemeler, İngiliz yatırımcıların haklarını korumuş ve CPA’ların (Certify Public Accountants) gelişimini teşvik etmiştir. 1934’te ABD’de yürürlüğe giren menkul kıymetler borsası yasası, hisse senetleri ve borsaya kote şirketler için yıllık denetimi zorunlu hale getirmiştir. Bu yasa hükümlerine uyumu izlemek üzere özel bir denetim kurumu olan Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu (SEC - Securities and Exchange Commission) kurulmuştur (HUD, 2013: 13). ABD’deki denetim standartlarına ilişkin düzenlemeler Amerikan Sertifikalı Muhasebeciler Enstitüsü (AICPA - American Institute of Certified Public Accountants) tarafından geliştirilmiştir. Bu enstitü Genel Kabul Görmüş Denetim Standartlarını (GAAS) 1947 yılında kabul etmiştir. Detaylı bir düzenleme bulunmamakla birlikte bu standartların denetçilere yeterli rehberlik sağladığı ifade edilebilir (Haftacı, 2014: 39).
Avrupa Birliği	Avrupa Birliği üye ülkeleri arasında tutarlılığın sağlanması amacıyla AB tarafından bir takım direktifler yayımlanmıştır. Bunlar, belirli türdeki şirketlerin yıllık muhasebe uygulamaları, değerlendirme esasları ve denetimlerine ilişkin 4’üncü direktif, konsolide finansal tabloların yayımlanması ve denetimine ilişkin 7’nci direktif, 1986 tarihli bankacılık denetim direktifi ve 1991 tarihli sigorta denetleme direktifidir. Direktiflerde finansal tablo denetimlerinin birden fazla kişi tarafından yapılması gerektiği belirtilmiş ancak denetimi kimin yapacağı belirtilmemiştir. 1984 tarihli 8. direktif, denetime ilişkin ilk düzenlemedir. Bu direktifte tescil ve mesleki dürüstlikle ilgili bazı kurallar belirtilse de, yüksek denetim kalitesini sağlamak için denetçilerin nasıl davranması gerektiği ve dış kalite güvencesinin ne olması gerektiği belirtilmemiştir (Haftacı, 2014: 40).
İngiltere	Bağımsız denetim ilk olarak İngiltere’de ortaya çıkmıştır. İngiltere ve Galler Uzman Muhasebeciler Enstitüsü, 1880 yılında beş yerel muhasebe birliğinin birleşmesiyle kurulmuştur. 1990 yılında yürürlüğe giren bir kanunla, sınırlı sorumlu şirketlere denetim zorunlu kılınmıştır. Böylece, yeminli mali müşavirlik ve mali müşavirlik mesleklerinin ilk olarak ortaya çıktığı ülke İngiltere olmuştur. Ayrıca denetim faaliyetlerinin yanı sıra vergi danışmanlığı, finansman ve yönetim danışmanlığı hizmetlerini de sağlamışlardır.

Tablo 4 (Devam). Bağımsız Denetimin Önde Gelen Ülkelerdeki Gelişimi

Ülke	Bağımsız Denetim Gelişimi
Fransa	1942 yılında Fransa’da kurulan “Uzman Muhasebeciler ve Yetkili Muhasebeciler Birliği”, bağımsız denetim mesleğini ülke çapında bir kurum haline getirmiştir. Daha sonra 1945 yılında yayımlanan bir iç tüzükle uzman muhasebeci ve yetkili muhasebeci ayrımı düzenlenmiştir. Yetkili muhasebeci olarak ifade edilen meslek grubu 1970’li yıllarda ortadan kaldırılmıştır. 1976’da yayımlanan bir iç tüzükte uzman muhasebeci “bir işletmeyi denetlemek ve değerlendirmek için bağımsız olarak yetkilendirilmiş kişi” olarak tanımlanmıştır.
Almanya	1928 yılında kurulan Yeminli Denetçiler Odası, Almanya’da yeminli denetçileri (Wirtschaftsprüfer) yönetmektedir. Yeminli denetçiler, denetim hizmetleri ile birlikte vergi danışmanlığı, hukuk müşavirliği ve müşterileri vergi oranları karşısında temsil etmek gibi hizmetler de sunmaktadırlar. Almanya’da, anonim şirketler için yıllık denetim şartı 1931’de getirilmiştir. 1965’te yürürlüğe giren Sermaye Şirketleri Yasası, kamuya hesap verme yükümlülüğünü ve yıllık denetim gerekliliğini yeniden düzenlemiştir (HUD, 2013: 13).
Japonya	1948 yılında Japonya’da “Bağımsız ve Yeminli Kamu Muhasebeciliği Kanunu” çıkarılmıştır. Ülkenin yasal düzenlemeleri, “Amerikan Yeminli Muhasebe Uzmanları Enstitüsü” tarafından önemli ölçüde desteklenmiştir.

Kaynak: Çarıkçıoğlu, 1995: 1; HUD, 2013: 13; Haftacı, 2014: 39-40.

2.1.1. Dünyada Bağımsız Denetime İlişkin Düzenlemeler

Bağımsız denetime ilişkin dünyada yapılan düzenlemeler aşağıdaki başlıklar altında kısaca sunulmuştur.

2.1.1.1. Uluslararası Muhasebeciler Federasyonu (International Federation Of Accountants - IFAC)

1977 yılında 51 ülkeden 63 kurucu üyeyle kurulan IFAC, 2022 yılına kadar dünya çapında 130 ülkeden 180 üye ve ortağa sahip olmuştur. IFAC, 7 Ekim 1977’de Almanya’nın Münih kentinde düzenlenen 11. Dünya Muhasebeciler Kongresi’nde dünya çapında daha iyi bir muhasebe mesleğini teşvik etmek amacıyla aşağıdaki amaçlarla kurulmuştur (IFAC, 2022):

- Kamu sektörü muhasebesi, denetim ve güvence, etik ve denetçi eğitiminde yüksek kaliteli uluslararası standartların benimsenmesini ve uygulanmasını sağlamak,
- Üye kuruluşları arasındaki işbirliğini kolaylaştırmak,
- Uluslararası kuruluşlarla işbirliği yapmak,
- Muhasebe mesleğinin dünya çapındaki sesi olmak olarak ifade edilmiştir.

2.1.1.2. Amerikan Finansal Muhasebe Standartları Kurulu (Financial Accounting Standards Board - FASB)

FASB, 1973 yılında kurulmuştur. Norwalk, Connecticut'ta bulunan, bağımsız, özel mülkiyetli ve kâr amacı gütmeyen bir kuruluştur. Bu kuruluş, kamu, özel şirketler ve kâr amacı gütmeyen kuruluşlar için Genel Kabul Görmüş Muhasebe İlkelerini (GAAP) takip eden finansal muhasebe ve raporlama standartlarını belirlemektedir.

FASB, halka açık şirketler için önde gelen standart belirleme otoritesi olarak, ABD Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu tarafından tanınmaktadır. Eyalet muhasebe kurulları ve Amerikan Yeminli Mali Müşavirler Enstitüsü dâhil çok sayıda diğer kuruluş da FASB standartlarını geçerli olarak kabul etmektedir. Yatırımcılara ve finansal tabloları kullanan diğer kişilere yararlı bilgiler sağlayan finansal raporlamayı teşvik etmek amacıyla FASB, şeffaf ve açık bir süreçle muhasebe standartları geliştirerek yayımlamaktadır (FASB, 2023).

2.1.1.3. Avrupa Muhasebeciler Federasyonu (Federation Des Experts Comptables Europeens – FEE)

Avrupa Muhasebeciler Federasyonu, Avrupa çapında muhasebe ve denetim sektörünü temsil eden bir organizasyondur. Avrupa'daki muhasebe mesleğini temsil eden en üst düzey kurumdur. Oluşumunda 32 ülkeden 43 meslek enstitüsü vardır. FEE üyesi enstitüler, 27 Avrupa Birliği ülkesini temsil etmekte ve 500.000'den fazla profesyoneli bir araya getirmektedir (CNCC, 2023). TÜRMOB, 2013 yılından buyana FEE tam üyeliğine sahiptir.

2.1.2. Muhasebe Skandalları ve Yapılan Düzenlemeler

Büyük şirketlerin güvenilir yöneticileri veya çalışanları tarafından işlenen ve doğrudan kamuoyunu etkileyen suçların ifşa edilmesi sonucu ortaya çıkan politik veya ticari skandallar, muhasebe skandalları olarak nitelendirilebilir. Bu suçlar genellikle fonların kötüye kullanılması veya kötü yönetilmesi için kullanılan karmaşık yöntemler, geliri olduğundan fazla göstermek, giderleri olduğundan az göstermek, şirketin varlık değerini fazla tahmin etmek veya borçları olduğundan az göstermek şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bazen de başka bir işletmede veya bağlı kuruluştaki yetkili kişilerle işbirliği yapılarak işlenmektedir (Yardımcıoğlu ve Ada, 2016: 44).

Aşağıdaki Tablo 5'te geçmişten günümüze önde gelen muhasebe skandalları listelenmektedir.

Tablo 5. Önde Gelen Muhasebe Skandalları

Şirket	Yıl	Skandalın Açıklaması	Olaya Karışan Kişiler
Waste Management	1998	Gelir 1,7 milyar dolar fazla gösterilmiştir. Maddi duran varlıkların amortisman süresi sahte olarak artırılmıştır.	Şirketin CEO'su (Chief Executive Officer), üst düzey yöneticiler ve Arthur Andersen denetçileri.
Enron	2001	Büyük borçlar bilançoda gösterilmedi. Binlerce çalışan emeklilik haklarını kaybetti ve yatırımcılar 74 milyar dolar kaybetti. Birçok çalışan işsiz kaldı.	CEO ve eski CEO.
Worldcom	2002	Gelir, sahte muhasebe girişleriyle şişirildi. Varlıklar, belirli giderlerin aktifleştirilmesiyle 11 milyar dolar kadar fazla ifade edildi. Bu, 30.000 çalışanın işsiz kalmasına ve yatırımcılar için 180 milyar dolar zarara neden oldu.	Şirketin CEO'su.
Tyco	2002	Gelir, hileli bir şekilde 500 milyon dolar fazla gösterildi. CEO ve CFO 150 milyon dolar çaldı.	CEO ve eski Finans Direktörü (CFO- Chief Financial Officer)
Healthsouth	2003	Gelir, hissedarların beklentilerini karşılamak için 1,4 milyar dolar artırıldı. İddiaya göre, genç çalışanlara 1996-2003 gelirlerini fazla göstermeleri için talimatlar verildi.	Şirketin CEO'su
Freddie Mac	2003	Gelir kasıtlı olarak yanlış beyan edilmiş ve 5 milyar dolar eksik rapor edilmiştir.	Şirketin Başkanı, CEO ve eski CFO
American Insurance Group	2005	Kullanılan krediler, gelir olarak rapor edildi. 3,9 milyar dolarlık muhasebe hilesi yapıldı.	Şirketin CEO'su
Lehman Brothers	2008	50 milyar dolardan fazla kredi, satış olarak gizlendi.	Üst düzey yöneticiler ve şirketin denetçisi Ernst & Young
Bernie Madoff	2008	Yatırımcılar bir Ponzi şemasında 64,8 milyar dolar kaybetti. Yatırımcılara kâr değil, kendi paralarından veya diğer yatırımcıların paralarından getiri sağlandı.	CEO ve Muhasebeci
Saytam	2009	Gelir ve nakit 1,5 milyar dolar fazla gösterildi.	Şirketin Kurucusu ve Yönetim Kurulu Başkanı

Kaynak: Cronje, 2014:16.

Yöneticilerin veya çalışanların kasten ve hukuka aykırı olarak yaptığı muhasebe hileleri ile yasal kabul edilen ancak genellikle muhasebe usulsüzlüklerine dayanan yaratıcı muhasebe uygulamaları muhasebe skandallarının nedenleri olarak bilinmektedir. Bu skandalların geçmişi eski ve orta çağa kadar uzanmaktadır. 21. yüzyılda özellikle Enron ve Worldcom gibi büyük şirketler ve dünyadaki farklı yatırım bankalarındaki skandallardan sonra giderek daha fazla önem kazanmıştır (Yardımcıoğlu ve Ada, 2016: 43). Bu skandallar ABD ve bazı Avrupa ülkelerinde yaşanmış küresel etkileri olan skandallardır. Ülkemizde bazı bankalar dışında (İmar bankası, Pamukbank, Emlakbank, Kentbank) önemli bir skandal yaşanmamıştır. Ticaret dünyasında bu skandallar karşısında gerekli kontroller uygulamaya konulmuştur. Skandalların önlenmesinde önemli bir faktör de muhasebe skandallarına karşı denetim tedbirlerinin uygulanmasıdır.

Ayrıca başta ABD olmak üzere birçok ülke bu muhasebe skandallarına karşı gerekli önlemleri almış ve bu yönde kanunlar çıkarmıştır (Ayboğa, 2022: 39).

AICPA Başkanı Robert Mednick, 1997 yılında yaptığı konuşmada bağımsızlığın mesleğin temel taşı ve en büyük değerlerinden biri olduğunu belirtti. Sermaye piyasalarında fon toplayan ve birçok yatırımcının fon aktardığı ülkenin en büyük şirketlerinden Enron ve WorldCom'un, muhasebe usulsüzlükleri nedeniyle finansal durumlarını olduğundan daha iyi gösterdiği ortaya çıktı. Bu, Robert Mednick'in 1997 yılında muhasebe mesleği hakkında söylediklerinin çok daha iyi anlaşılmasını sağladı. Bu iflaslar dünyanın en büyük sermaye piyasasına olan güveni zedeleyerek muhasebe ve denetim mesleğinin bağımsızlığının sorgulanmasına yol açtı (Yılmaz, 2003: 1).

Sarbanes-Oxley Kanunu, Enron skandalının ve bunun sonucunda ortaya çıkan krizin yatırımcıların finansal piyasalara olan güvenini sarsmasının ardından 2002 yılında SEC'de kabul edildi. Kanun, bağımsız denetçilerin daha etkin hale getirilmesini, finansal tabloların güvenilirliğinin artırılmasını ve yatırımcılar nezdinde kaybolan güvenin yeniden tesis edilmesini esas almıştır (Haftacı, 2014: 39).

ABD'de, Enron skandalından sonra, sermaye piyasasındaki yatırımcıları korumak için 2002 yılında Sarbanes-Oxley Kanunu ile halka açık şirketlerin denetimine yeni bir sistem ve kontrol altına alınması hedeflenmiştir (Aldhizer ve diğ., 2003'ten akt. Kutukız ve Öncü, 2009: 133). ABD'de kurulan Halka Açık Şirketler Muhasebe Gözetim Kurulu (Public Company Accounting Oversight Board - PCAOB), denetim şirketlerine yönelik olarak denetimlerini gerçekleştirmektedir.

Enron ve WorldCom, şirketlerin büyüklüğü (piyasa değerine göre) açısından Amerikan tarihinin en büyük skandallarıydı. Her ikisi de, birbirinden tamamen farklı olsa da, büyük ölçekte hileyi temsil etmektedir. Enron, karmaşık finansal araçlara dayalı karmaşık hileler kullanırken, WorldCom milyarlarca dolarlık işletme giderlerini sermayeye ekleyerek karmaşık olmayan bir plan kullanmıştır. 2002 civarındaki diğer kurumsal skandalların çoğu da nispeten büyük şirketleri kapsıyordu. Enron'un şoku, kongre oturumlarına ve yaklaşık altı ay sonra WorldCom skandalından sonra, 2002 yılında Sarbanes-Oxley Kanunu'nun kabulüyle gerçek mali reforma yol açmıştır (Giroux, 2008: 1208). Sarbanes-Oxley Kanunu, bağımsız denetim kuruluşları tarafından sağlanan denetim dışı hizmetlere kısıtlama getirilmesi, şirketlerin mesleki etik kuralları oluşturması, düzenli olarak kamuya açıklanması gereken yükümlülüklerin artırılması,

bilanço dışı işlemlere ilişkin ve öngörülebilir finansal sonuçlara ilişkin daha sıkı kurallar getirilmesi gibi yeni kurallar getirmiştir (Dinç ve Cengiz, 2014: 225).

Ticari dolandırıcılık sorunları kapsamında muhasebeyle ilgili daha az skandal var gibi görünüyor, bu da Sarbanes-Oxley sonrası denetim ve düzenleyici ortamın oldukça iyi çalıştığını göstermektedir. Gelecekte dolandırıcılık oluşumunu azaltmak için muhtemelen yeni düzenlemeler yapılacaktır. Denetim otoriteleri durum tespiti yapmaya devam ettiği ve düzenleyiciler yeterli finansmanı sağladığı sürece, muhasebe skandallarının daha az olacağı öngörülmektedir (Giroux, 2008: 1235).

Hileli “kazanç yönetimi” veya “yanlış raporlama” gerçekten de son şirket skandallarının temel motifi haline gelmiştir. Yatırımcıların kurumsal finansal raporlamanın kalitesine olan güveni ciddi şekilde zarar görmüştür. Sürekli artan aşırı kazançlar, şişirilmiş varlık değerleri ve eksik yükümlülükler süreci, muhasebe standartlarında ve kurumsal yönetim kurallarında olası eksikliklerin varlığını göstermiştir (Tiscini & Donato, 2006: 1).

Dünyanın dört bir yanındaki şirketler, yıllık gelirlerinin %5’ini hile kaynaklı kaybetmektedir. Bu durum, mesleki hile ve görevi kötüye kullanma konusunda küresel bir araştırma olan International Association of Certified Fraud Examiners (ACFE) tarafından hazırlanan 2020 yılı raporunun bulguları arasında yer almaktadır. Muhasebe hilesi, muhasebeciler tarafından işlenen veya bir şirketin muhasebe yöntem ve uygulamalarıyla ilgili hırsızlık ve diğer suçlar olarak tanımlanmaktadır (University of Nevada, 2020: 1). ACFE tarafından yayımlanan raporda yer alan mesleki hile kategorileri, vaka yüzdeleri ve ortalama kayıp değerleri Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Mesleki Hile Kategorileri

Mesleki Hile Kategorileri	Vaka Yüzdesi (%)	Ortalama Kayıp (\$)
Varlıkların kötüye kullanılması (hırsızlık)	% 86	100.000 \$
Yolsuzluk (yetkinin kötüye kullanılması)	% 43	200.000 \$
Finansal tablo hileleri (yanlış beyan veya ihmal)	% 10	954.000 \$

Kaynak: ACFE, 2020: 10.

ACFE tarafından yayımlanan rapora göre mesleki hile; varlıkların kötüye kullanılması, yolsuzluk ve finansal tablo hilesi olarak üç temel kategoriye ayrılmıştır. Bir çalışanın işverenin kaynaklarını çaldığı veya kötüye kullandığı varlıkların kötüye kullanılması, hile vakalarının büyük çoğunluğunda (vakaların % 86’sı) meydana

gelmiştir; ancak bu vakalar aynı zamanda vaka başına ortalama 100.000 \$ ile en az hasara neden olur. Buna karşılık, failin kasıtlı olarak şirketin finansal tablolarında bir yanlışlığa veya ihmale neden olduğu finansal tablo hilesi, en az yaygın olandır (vakaların % 10'u) ancak vaka başına ortalama 954.000 \$ ile en yüksek mesleki hile kategorisidir. Üçüncü kategori olan rüşvet, çıkar çatışması ve gasp gibi suçları içeren yolsuzluk, hem sıklık hem de mali kayıp açısından ortada yer almaktadır. Vakaların % 43'ünde meydana gelmekte ve vaka başına ortalama 200.000 \$ kayba neden olmaktadır.

Denetlenmiş finansal tablo kullanıcıları, özellikle yatırımcılar ve alacaklılar, geleneksel olarak muhasebe hilelerinin tespit edilmesinden bağımsız denetçileri sorumlu tutmaktadır. Ancak, mesleki standartlarına uygun olarak bağımsız denetçiler, yalnızca finansal tabloların hata veya hileden kaynaklanan önemli yanlışlık içermediğine dair makul güvence sağlayabilirler (Rezaee & Riley, 2009: 229).

Yıllık finansal tablo denetimlerinin hileleri tespit etmek için tasarlanmadığını belirtmek önemlidir. Bir şirketin yönetimi, hileleri önlemek ve tespit etmek için iç kontrollerin ve programların tasarımından, uygulanmasından ve sürdürülmesinden sorumludur. Şirketler, önemli miktarda kaynak yatırımı gerektirmeyen ve hileyle mücadele ortamının iyileştirilmesine yardımcı olan önlemleri uygulayarak hileye karşı korumalarını artırabilirler. Bu tür önlemler arasında bir davranış kuralları ve hileyle mücadele politikası benimsemek, yöneticilerin astların çalışmalarını gözden geçirmesini sağlamak ve çalışanlar için hileyle mücadele eğitimi vermek sayılabilir. Yıllık veya gerektiğinde bağımsız hile testi yapmak için dış danışmanları görevlendirmek de bu risklerin azaltılmasına yardımcı olabilir (Rinat, 2020: 7).

Eski uygarlıklar muhasebe bilgilerini o kadar önemli görmüşlerdir ki, taş gibi materyallerin üzerine bile kayıt altına almışlardır. 1494'te bir keşiş olan Luca Pacioli, çift taraflı defter tutma sistemini açıklayan bir kitap yayımlamıştır. Bu ve diğer kitaplardan muhasebenin doğruluk, adalet, sürdürülebilirlik, tutumluluk ve etik düşünce gibi amaçları olduğu açıkça görülmektedir. Maalesef tarih boyunca muhasebe skandalları yaşanmıştır. Son yıllarda en kötü muhasebe skandalları, sahtekârlık, yolsuzluk, komplo, açgözlülük ve muhasebe bilgilerinin yanlış beyan edilmesi gibi sorunlara işaret etmektedir. Bunlar, açgözlülük ve materyalizme bağlı bir temel güdünün meyveleri olarak görülebilir. Ortaklar, yöneticiler ve muhasebecilerin doğruluk, adalet, sürdürülebilirlik, tutumluluk ve etik düşünce gibi değerler için sürekli çaba göstermeleri gerekmektedir (Cronje, 2014: 17).

Muhasebe skandallarının neden olduğu zarar, hissedarların ve çalışanların ötesine geçerek yerel ve küresel ekonomilerle birlikte yatırımcıları ve muhasebe sektörünü de etkilemektedir. Şirketlerin ve bireylerin finansal refahı, muhasebe suçlarının önlenmesine, oluştđu anda hızlı bir şekilde tespit edilmesine ve sebep olduğu zararı kontrol altına almak için etkin bir şekilde müdahale edilmesine bağlıdır. CPA Journal, mali suçluların hile yapmak için yapay zekâ (AI- Artificial Intelligence), robotik süreç otomasyonu (RPA- Robotic Process Automation) ve diğ er gelişmiş teknolojileri giderek daha fazla kullandığını belirtiyor. Bu suçların çoğ u muhasebe departmanlarında değil, CEO'ların ve CFO'ların ofislerinde işleniyor ve iç denetim kontrollerini etkisiz hale getiriyor. Muhasebe hilelerini tespit etmek ve önlemek için tasarlanan aynı teknolojiler, mali suçlara karşı yerleşik korumaları atlayabilir (University of Nevada, 2020: 4).

2.2. TÜRKİYE'DE BAĞIMSIZ DENETİMİN GELİŞİMİNE GENEL BAKIŞ

Cumhuriyetin ilk yıllarında yani 1920'li yıllarda Türkiye'de ekonomik koşullar oldukça kötüydü ve bu durum uzun yıllar devam etti. Bununla birlikte, Türkiye'nin devletçi yapısı, özel sektörün büyümesini engelledi. Devlete yönelik yapı, kamuoyunun devlet kurumları hakkında bilgi edinmesine izin vermemişti. Muhasebe bilgileri, ekonomik planların hazırlanmasında ve ayrıca Kamu Otoriteleri içerisinde sınırlı karar vermede kullanılmaktaydı. Aynı zamanda muhasebe için bağımsız denetim de gerekli değildi ve o dönemde şirketler tarafından içsel bilgilerin sağlanması amacıyla sınırlı muhasebe sistemleri kullanılmaktaydı (Şanlı ve Özbirecikli, 2012: 2).

Ülkemizde muhasebe denetiminin ilerleme kaydetmesinde aşağıda ifade edilen konular önemli rol oynamıştır:

- Genel kabul görmüş muhasebe İlkeleri ve standartlarının düzenlenmesi,
- Finansal tabloların tek düzen hesap çerçevesinde hazırlanması ve yayımlanmasına ilişkin esasların belirlenmesi,
- Genel kabul görmüş denetim standartlarının hazırlanması,
- Mesleğin tanıtılması ve geliştirilmesine yönelik etkinlikleri düzenleyecek bir organizasyonun kurulması,
- Meslek içi eğitime ek olarak, üniversitelerde hem lisans hem de lisansüstü düzeyde uzmanlaşmak için ilgili bölümlerin açılması veya mevcut bölümlerin iyileştirilmesi,

- Muhasebe denetiminin vergi denetimi dışında görülmesi,
- Finansal raporların kamuoyuna duyurulması ve bağımsız denetçiler tarafından onaylanmasının zorunlu kılınması (Çarıkçıoğlu, 1995: 3).

2.2.1. Türkiye’de Bağımsız Denetime İlişkin Düzenlemeler

Ülkemiz finansal sisteminde, gelişmiş ülke seviyesine ulaşabilmesi ve uluslararası düzeyde yapılan değişimlere uyum sağlayabilmesi için önemli adımlar atılmıştır. Muhasebe ve denetim alanında bu bağlamda önemli yasal ve yapısal değişiklikler yapılmıştır (Bezirci ve Karasioğlu, 2011: 572). Türkiye’de bağımsız denetim alanında yapılan düzenlemeler aşağıdaki başlıklara göre açıklanacaktır:

- Türkiye Muhasebe ve Denetim Standartları Kurulu (TMUDESK)
- Türkiye Muhasebe Standartları Kurulu (TMSK)
- Türkiye Denetim Standartları Kurulu (TÜDESK)
- 3568 Sayılı Meslek Yasası Kapsamında Yapılan Düzenlemeler
- Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) Tarafından Yapılan Düzenlemeler
- Bankacılık Alanında Yapılan Düzenlemeler
- Sigortacılık Alanında Yapılan Düzenlemeler
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Tarafından Yapılan Düzenlemeler
- Türk Ticaret Kanunu (TTK) Kapsamında Yapılan Düzenlemeler
- Kamu Gözetimi Kurumu (KGK) Tarafından Yapılan Düzenlemeler

2.2.1.1. Türkiye Muhasebe ve Denetim Standartları Kurulu (TMUDESK)

TMUDESK, 09.02.1994 tarihinde Türkiye Serbest Muhasebeci Mali Müşavirler ve Yeminli Mali Müşavirler Odaları Birliği (TÜRMOB) tarafından kurulmuştur. Denetimden geçmiş finansal tabloların sunumunda ihtiyaca uygun, güvenilir, karşılaştırılabilir ve anlaşılabilir olması amacıyla ulusal muhasebe ilkelerinin geliştirilmesi ve benimsenmesini sağlamak amacıyla kurulmuştur. Bununla birlikte denetçilerin denetim faaliyetlerini disiplinli bir şekilde yürütebilmeleri için ulusal denetim standartlarının oluşturulması ve yayımlanması görevini de üstlenmiştir (Başpınar, 2005: 43).

TMUDESK 14.02.1996 tarihinden başlamak üzere faaliyet süresi içinde toplam 19 adet standart yayımlamıştır. Fakat TMUDESK'in kabul ettiği standartlar, uygulamaya konulamamıştır. Bunun sebebi, işletmelerin uygulaması için bir yaptırım gücünün bulunmamasından kaynaklanmaktadır (Yalkın, 1995: 298-260).

TMUDESK'in görevlerinden biri olan Türkiye muhasebe standartlarını düzenleme görevi, 2499 sayılı SPK Kanunuyla kurulan ve 07.03.2002'de çalışmalarına başlayan Türkiye Muhasebe Standartları Kurulu'na (TMSK) geçmiştir. Denetim standartlarına ilişkin düzenleme yapma yetkisi TÜRMOB bünyesinde kalmış ve bunun sonucunda TÜRMOB yönetim kurulu tarafından denetim standartlarının oluşturulması, belirlenmesi ve yayımlanmasına ilişkin düzenlemeleri yürütmek üzere Türkiye Denetim Standartları Kurulu (TÜDEKS) kurulmuştur (Selimoğlu vd., 2014: 69).

2.2.1.2. Türkiye Muhasebe Standartları Kurulu (TMSK)

18.12.1999 tarih ve 4487 sayılı Kanun ile 2499 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu'na eklenen Ek-1 maddesi uyarınca kurulan TMSK, 07.03.2002 tarihinde çalışmalarına başlamıştır. TMSK, yasayla kurulmuş, idari ve mali özerkliğe sahip bir kamu tüzel kişiliği olup, Başbakanlığın ilgili kurumu olarak düzenlenmiştir. 9 üyeden oluşan TMSK, çalışma usul ve esaslarına dair yönetmeliği 16.03.2004 tarih ve 25404 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak, bu kapsamda faaliyetlerine başlamıştır. Muhasebe Standartları, şeffaflık ve kamuyu aydınlatma açısından son derece önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle Türkiye Muhasebe Standartları Kurulu'nun teşkilatlanması, muhasebe mesleği ve finansal tablo kullanıcıları için çok önemli bir adımdır (Başpınar, 2005: 44).

2004 yılında 25404 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Türkiye Muhasebe Standartları Kurulunun Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmeliğin 5. Maddesinde TMSK'nın amacı belirtilmiştir. Buna göre, finansal tabloların gerçeğe uygun bir görünümü yansıtması, güvenilir, karşılaştırılabilir, ihtiyaca uygun, anlaşılır ve tutarlı olması için ulusal muhasebe ilkelerinin geliştirilmesini ve benimsenmesini sağlamak, kamu yararı sağlamak adına uygulanacak ulusal muhasebe standartlarını oluşturmak ve yayımlamak amacıyla kurulduğu belirtilmiştir.

2.2.1.3. Türkiye Denetim Standartları Kurulu (TÜDEKS)

TÜDEKS, 20.02.2003 tarihinde TÜRMOB tarafından kurulmuş ve 09.05.2003 tarihinde faaliyete başlamıştır. TÜRMOB, meslek çalışanlarının denetim

faaliyetlerini ve diğer kanunlarla verilen denetim prosedürlerini kontrol altında yürütmesi için uluslararası denetim standartlarının belirlenmesi ve yayımlanması amacıyla TÜDESK’i kurmuştur (Kutukız ve Öncü, 2009: 133). Kuruluşu ve işleyişi herhangi bir yasa veya yönetmeliğe dayanmamaktadır. Kurulun amacı, denetim faaliyetlerinin meslek mensupları tarafından disiplinli olarak yürütülebilmesi için ulusal denetim standartlarını saptamak, belirlemek, yayımlamak ve güncel tutmaktır (Başpınar, 2005: 44-45).

Ulusal denetim standartlarını oluşturmak ve yayımlamakla görevli olan TÜDESK’in oluşum ve çalışma şekli, genel kabul görmüş standart belirleme sürecine uygundur. Türkiye denetim standartlarının uluslararası denetim ve güvence standartları ile uyumlu ve yakınsak hale getirilmesi hem dünya çapındaki muhasebe ve denetim olgusuna hem de dünya ekonomisinin taleplerine uygun olacak ve Türkiye’nin sermaye akımlarından yeterli pay almasına fırsat verecektir. Türkiye denetim standartlarının oluşturulması ve genel kabul görmesi, ekonomik denetim düzeninin oluşturulmasının, kamuyu aydınlatmanın ve şeffaflığın tesis edilmesinin önünü açacaktır (Türker, 2006: 97).

Yeni TTK’den sonra gelişen süreçte, 26.09.2011 tarih ve 660 sayılı Kanun Hükmünde Kararname Md. 9 ile uluslararası denetim standartlarına uygun ulusal denetim standartları çıkarma yetkisi KGK’ye verilmiştir. KGK’nin ilgili birimi, IFAC kuruluşunun yayımladığı uluslararası denetim standartlarını Türkçeye çevirmiş ve Resmi Gazete’de yayımlanan “Bağımsız Denetim Standartları” (BDS) da KGK’nin resmi internet sitesinde kamuoyunun bilgisine sunulmuştur (Selimoğlu vd., 2014: 69).

2.2.1.4. 3568 Sayılı Meslek Yasası Kapsamında Yapılan Düzenlemeler

Ülkemizde muhasebe mesleğine yasal bir statü kazandırmak için uzun yıllar çeşitli çalışmalar yapılmıştır. 1985 yılında çıkarılan 213 sayılı VUK’ta ikisi geçici olmak üzere toplam üç maddeyle yeminli mali müşavirliğe ilişkin düzenleme ile muhasebe mesleği hukuki bir statü kazanmıştır. İlgili üç madde, mesleğin ve sorunlarının korunmasında olduğu kadar mesleğin sürdürülmesinde de önemli rol oynamıştır. 13 Haziran 1989 tarihinde yayımlanan 3568 sayılı “Serbest Muhasebeci, Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik ve Yeminli Mali Müşavirlik Kanunu”, muhasebecilik mesleğini daha kurumsal hale gelmesini sağlamıştır. Mesleğin kapsamı, mesleğe giriş şartları, mesleki staj, yeterlilik sınavı ve yeminli mali müşavir tasdik yetkisi, 3568 sayılı Kanunla düzenlenmiştir. Her ne kadar 3568 sayılı Kanun bağımsız denetimi tam olarak

düzenlemese de, bağımsız denetçilerin Serbest Muhasebeci Mali Müşavir (SMMM) veya Yeminli Mali Müşavir (YMM) derecesine sahip olmaları ve SPK, BDDK gibi düzenleyici kurumların bağımsız denetime ilişkin düzenlemelerinde bu Kanuna atıfta bulunmaktadır (Selimoğlu vd., 2014: 61-62). Diğer bir ifadeyle Bağımsız denetim, 3568 sayılı Kanunda tam olarak ele alınmamakla birlikte, bağımsız denetim meslek mensuplarının SMMM veya YMM olmaları gerektiği için bu kanun ile iç içedir (Dönmez vd., 2005: 63-64).

13.06.1989 tarih ve 20194 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 3568 sayılı Kanun’un 1. Maddesinde amacı belirtilmiştir. Buna göre, şirketlerde faaliyetlerin sağlıklı ve güvenilir bir şekilde işleyişini sağlayacak ilkeleri düzenlemek, faaliyet sonuçlarını ilgili mevzuat çerçevesinde denetime ve değerlendirmeye tabi tutmak, fiili durumu objektif olarak ilgili tarafların ve resmi makamların yararına sunmak ve yüksek mesleki standartların yakalanmasına ilişkin esasları düzenlemek olduğu ifade edilmiştir.

2.2.1.5. Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) Tarafından Yapılan Düzenlemeler

1980’lerde Türkiye’de uygulanan liberal ekonomi politikaları, şirketlerin dış dünyaya açılma sürecini hızlandırmış ve şirketlerin uzun vadeli finansman ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri bir piyasanın kurulmasını zorunlu hale getirmiştir. Bununla birlikte, aynı zamanda meydana gelen “banker skandalı”, devleti finansal piyasalara yönelik yasal düzenlemeler yapmaya sevk etmiştir. Bu olaylar sonucunda 30 Temmuz 1981’de 2499 Sayılı Sermaye Piyasası Kanunu çıkarılmıştır. Bu Kanun, sermaye piyasalarına ve bu piyasalarda faaliyet gösteren şirketlere ilişkin düzenlemelerin yasal bir zemine oturtulması yolunda önemli bir adımdır. Sermaye Piyasası Kurulu, 2499 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu’nun 16, 22/d ve 22/e maddeleri uyarınca sermaye piyasasında bağımsız denetimi düzenleme yetkisine sahiptir. SPK, bankalar, sigorta şirketleri, finansal kiralama, faktoring ve tüketici finansmanı şirketleri dışındaki piyasa katılımcılarının raporlama gerekliliklerine uygunluğunu izlemek ve uygulamaktan sorumludur. Borsada işlem gören şirketler ve diğer halka açık şirketler tarafından finansal bilgilerin açıklanmasını düzenlemek amacıyla SPK, bunların gözetimiyle ilgili içerik, standart, politika ve kuralların oluşturulmasından, izlenmesinden ve uygulanmasından sorumludur (Selimoğlu vd., 2014: 45).

Türkiye’de bağımsız denetçilik mesleğinin ortaya çıkması ve kanunlar şeklinde mevzuatta yer bulması çok eski değildir. İlk yasal düzenlemeler bankacılık sektörüne ilişkin olup, bunu sermaye piyasasına ilişkin düzenlemeler izlemiştir. SPK’dan sonra

uzun yıllardan beri Enerji piyasalarına yönelik düzenlemeler de yapılmış, ancak diğerlerine göre kapsamlı olmamıştır. Mevzuatta yer alan yasal düzenlemeler, alınan kararlar ve açıklamalar en çok SPK tarafından yapılmıştır. Dönemin ve dünyanın ekonomik koşulları dikkate alınarak bağımsız denetime ilişkin düzenlemeler genişletilmiştir. SPK tarafından çıkarılan mevzuatlardan yürürlükte olan ve uluslararası denetim standartları ile uyumlu olan düzenleme 2006 tarihli Seri X 22 Sayılı Bağımsız Denetim Standartları Tebliği'dir (Sağlar, 2015: 171).

6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanununun 14. Madde 3. Fıkrasında, sermaye piyasası araçlarını ihraç eden şirketler, hazırlayacakları finansal tablo ve raporlarında TMS bünyesinde kurul tarafından belirlenenleri, listede adı geçen bağımsız denetim kuruluşlarına, TDS çerçevesinde bilgilerinin dürüst ve doğru bir şekilde gerçeği yansıtması ilkesine uygunluğu açısından inceleyerek bağımsız denetim raporunun düzenlenmesi gerektiği belirtilmiştir.

1981 tarih ve 2499 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu, Sermaye Piyasası Kurulu'nun kurulmasını ve işleyişini düzenlemektedir. “Sermaye Piyasasında Bağımsız Dış Denetime İlişkin Yönetmelik”, sermaye piyasasına ilişkin ilk yasal düzenlemedir. SPK bu mevzuatı ekonomik olaylar veya denetim alanındaki gelişmelere göre güncelleyerek X serisi altında ardışık rakamlarla yayımlamıştır (Sağlar, 2015: 10).

ABD'de yürürlüğe giren bağımsız denetim ve kamuyu aydınlatma reformu hükümleri, diğer ülkelerdeki yetkili otoriteler tarafından da benimsenmiş ve benzer hükümler çıkarılmıştır. Bu kapsamda, Türkiye'de halka açık şirketlerin bağımsız denetimini düzenleyen ve kamuyu aydınlatma esaslarını belirleyen idari otorite olan Sermaye Piyasası Kurulu da bazı düzenlemeler çıkarmıştır. Esas itibarıyla 16 Sayılı, Seri: X Tebliği kapsamında sermaye piyasalarında bağımsız denetime ilişkin düzenlemeler yapılmıştır. Seri: X, No: 19 ile Seri: X, No: 21 tebliğleri, bu tebliğin bir takım hükümlerinde değişiklik yapılmış ve tebliğe birkaç yeni madde eklenmiştir (Yılmaz, 2003: 26). Tebliğ, sermaye piyasasında bağımsız denetim faaliyetlerinde bulunacak kuruluşlara ilişkin usul ve esasları düzenlemiştir.

1981 yılında çıkarılan ve 2499 sayılı “Sermaye Piyasası Kanunu”, Türkiye'deki sermaye piyasalarını düzenlemektedir. Ancak, gerek literatürden gerekse Resmi Gazete arşivlerinden anlaşılmaktadır ki, o dönemde bağımsız (dış) denetim mesleğine yön verecek herhangi bir yasal düzenleme bulunmamaktadır. SPK'nın ilk yasal

düzenlemelerinde “bağımsız dış denetim” ifadesi kullanılmıştır. Ancak günümüzde sadece “bağımsız denetim” terimi kullanılmaktadır. Türkiye’de bağımsız denetçiler tarafından yapılan denetimlere ilişkin ilk yasal düzenleme 1987 tarihli Bağımsız Denetim Kuruluşlarının Belirlenmesine İlişkin Esaslar Hakkında Tebliğdir. Bu tebliğ Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası’nın (TCMB) bankaların denetimine ilişkin düzenlemelerini ifade etmesi nedeniyle sınırlı bir alanı kapsar (Sağlar, 2015: 10).

2.2.1.6. Bankacılık Alanında Yapılan Düzenlemeler

Ülkemizde ekonomideki gelişmelere paralel bir şekilde yasal denetimlerin kapsamı artış göstermektedir. Bankalarda ilk kez 1987 yılında bağımsız denetim uygulamaları başlamıştır. Sermaye Piyasası Kanunu kapsamında yer alan şirketler de bu gelişmeyi takip etmiştir. 1989 yılında, halka açık şirketler bağımsız denetim uygulamaya başlamıştır (Başpınar, 2005: 45).

Bankacılık alanında yapılan bağımsız denetimle ilgili ilk düzenleme 16 Ocak 1987 tarihinde 19343 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Devlet Bakanı ve Başbakan Yardımcısının Bağımsız Denetim Kuruluşları Tebliği” olmuştur. İzleyen süreçte, 21 Mart 1997 tarihinde 22940 sayılı Resmi Gazete’de “Bankalarda Bağımsız Denetim Yapacak Kuruluşlara İlişkin Esaslar Hakkında Yönetmelik” yayımlanmıştır ve bu tebliğ yürürlükten kaldırılmıştır. BDDK, 4389 sayılı Bankacılık Kanunu kapsamında kurulduğunda önceki düzenleme yürürlükten kaldırılarak, “Bağımsız Denetim Yapacak Kuruluşların Yetkilendirilmesi ve Yetkilerinin Geçici veya Sürekli Olarak Kaldırılması Hakkında Yönetmelik” ile “Bağımsız Denetim İlkelerine İlişkin Yönetmelik” yayımlandı. 4389 sayılı Yönetmelik, 24658 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak 1 Şubat 2002 tarihinde yürürlüğe girdi (Pirgaip, 2004: 11).

5411 sayılı Bankacılık Kanunu 1.11.2005 tarih ve 25983 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmış olup, 1. maddesinde amacı ifade edilmiştir. Buna göre finansal piyasaların güven ve istikrarının sağlanması, kredi sisteminin etkin işleyişinin sağlanması, tasarruf sahiplerinin hak ve çıkarlarının korunmasına yönelik usul ve esasları düzenler. Bankacılık Kanununun altıncı kısmında “Denetim ve Alınacak Önlemler” konusu ele alınmıştır. Bankacılık Kanununun kapsamına giren kurumlar ve faaliyetleri denetime ve gözetime tabidir. Kurum, banka genel kurul toplantılarına gözlemci olarak temsilci gönderebilir.

Para ve sermaye piyasalarında en önemli kurumlar bankalar ve özel finans kurumlarıdır. Bu kurumlar tasarrufları değerlendiren ve ekonominin temel görevlerini

yerine getiren kurumlar olduğu için özel kanunlara tabidirler ve diğerk işlemlerden çok daha sıkı denetim ve gözetim uygulanır. Bu kapsamda ayrıca bu kurumların finansal tabloları bağımsız bir denetime tabi tutulmaktadır (Başpınar, 2005: 52).

2.2.1.7. Sigortacılık Alanında Yapılan Düzenlemeler

Ülkemizde sigorta ve reasürans şirketlerinin kurulması, 16.06.1994 tarih ve 539 sayılı Kanun Hükmünde Kararnameyle 7397 sayılı Sigorta Murakabe Kanunu ile düzenlenmiştir. 1994'te çıkarılan 537 ve 539 sayılı Kanun Hükmünde Kararnameler ve 1999'da çıkarılan 587 sayılı Kanun Hükmünde Kararnameyle, bu alanlardaki sigortacılık faaliyetleri yeniden düzenlenmiştir (Selimoğlu, 2007: 34).

Sermaye piyasasının önemli bir kurumu da özel mevzuatı bulunan sigorta ve reasürans şirketleridir. Hazine Müsteşarlığı, 08.09.2003 tarihinde çıkarılan Sigorta ve Reasürans Şirketlerinde Bağımsız Denetim Yönetmeliği'ni yayımlamıştır. 1996 yılında sigorta ve reasürans şirketleri için yürürlüğe giren yönetmelikle ilk kez bağımsız denetim zorunluluğu getirilmiş ve bu nedenle mevcut yönetmeliklerle konu yeniden düzenlenmiştir (Başpınar, 2005: 54).

5684 sayılı Sigortacılık Kanununun yedinci bölümünün konusu denetim ve bilgi vermedir. İlgili bölümün 28. maddesinde, Türkiye'de faaliyet gösteren sigorta şirketlerinin, reasürans şirketlerinin, özel kanunlara göre sigortacılık faaliyeti yürüten kuruluşların, sigorta ve reasürans aracılarının, sigorta eksperlerinin, aktüerlerin ve sigortacılık faaliyetinde bulunan veya faaliyet gösteren diğerk kişilerin her türlü sigortacılık faaliyetlerinin denetimi, Sigorta Denetleme Kurulu tarafından yapıldığı ifade edilmektedir.

2.2.1.8. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Tarafından Yapılan Düzenlemeler

03.10.2003 tarihinde yürürlüğe giren “Enerji Piyasasında Faaliyet Gösteren Gerçek ve Tüzel Kişilerin Bağımsız Denetim Kuruluşları Tarafından Denetlenmesine İlişkin Yönetmelik” uyarınca enerji piyasasında bağımsız denetime ilişkin düzenlemeler SPK düzenlemeleri ile paralellik göstermektedir. Bu yönetmelik, enerji piyasasında faaliyet gösteren lisans sahibi tüzel kişiler, sertifika sahibi gerçek ve tüzel kişiler ile resmi ve özel şirketlerin bağımsız denetim kuruluşları tarafından denetlenmesine, bağımsız denetim kuruluşlarına bu denetimleri yapma yetkisi verilmesine ve yetkilerini geçici veya kalıcı olarak kaldırılmasına yönelik usul ve esasları içermektedir (Başpınar, 2005: 52).

EPDK, 4628 sayılı Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun, 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu, 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu, 5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu ve 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunlarında belirtilen görevleri ve yetkilerini yerine getirir. İlgili Kanunlar, Elektrik, Doğal Gaz, Petrol ve LPG'nin; Özel hukuk hükümlerine uygun, yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreye duyarlı bir rekabet ortamında faaliyet gösterebilecek, finansal açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir enerji piyasası oluşturmayı, bağımsız olarak düzenleme ve denetlemeyi amaçlamaktadır (EPDK, 2021).

2.2.1.9. Türk Ticaret Kanunu (TTK) Kapsamında Yapılan Düzenlemeler

2011 yılında yürürlüğe giren 6102 Sayılı Kanun, Türkiye'deki muhasebe anlayışına yeni bir boyut getirmiştir. Bu, ekonomik küreselleşmenin bir başka boyutudur. Bu kanun, uluslararası muhasebe ve denetim standartlarını uygulama zorunluluğu getirmiştir. Başka bir deyişle, Türk muhasebesinin küreselleşmesine ve Türk muhasebe sektörünün yeni bir dönemine yol açmıştır (Güvemli ve Güvemli, 2015: 26).

Bağımsız denetim konusu, yeni TTK'nin muhasebe mesleğini de etkileyen önemli bir yeniliğidir. Yeni düzenleme sonucunda, 19.12.2012 tarih ve 2012/4213 sayılı Bakanlar Kurulu Kararında belirtilen şartları sağlayan anonim şirketler, uluslararası denetim standartlarına uygun bağımsız bir denetim kuruluşu tarafından bağımsız denetime tabi tutulmuştur. Bakanlar Kurulunca çıkarılacak yönetmelikle düzenlenecek denetim ilkelerine tabidirler (Haftacı, 2014: 41).

2.2.1.10. Kamu Gözetimi Kurumu (KGK) Tarafından Yapılan Düzenlemeler

Türkiye'de bağımsız denetim faaliyetleri ve bağımsız denetim kuruluşları, 26 Eylül 2011 tarih ve 660 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile düzenlenmiş ve Kamu Gözetimi Kurumu kurulmuştur.

KGK bünyesinde yer alan kurulun misyonuna kavramsal çerçeve katkıda bulunur. Kurulun misyonu, finansal piyasalarda şeffaflığı, hesap verebilirliği ve verimliliği kazandıran standartlar geliştirmektir. Kurul çalışmaları, ekonomi alanında güven, büyüme, uzun vadede finansal istikrar sağlayarak kamu yararı için hizmet etmektedir. Aşağıda ifade edilen özellikleri kapsayan standartlara yönelik olarak kavramsal çerçeve bir dayanak sağlamaktadır (KGK, 2018: 5):

- Yatırımcıları ve diğer piyasa katılımcılarını ekonomik kararlar ile ilgili bilgilendirilmelerini sağlamak amacıyla finansal bilgiler hakkında uluslararası karşılaştırılabilirliği ve kaliteyi artırmak suretiyle şeffaflığa katkı sağlar.

- Sermaye tedarik edenlere ve parasını emanet eden yatırımcılar arasında oluşabilecek bilgi boşluğunu azaltarak hesap verebilirliğe katkıda bulunur.

- Dünya genelinde riskleri ve fırsatları belirleyebilmek için yatırımcılara yardımcı olarak ekonomik verimlilik sağlar. Standartlara uygun bir şekilde oluşturulan tek ve güvenilir muhasebe dilinin hâkim olması, sermaye maliyetini düşürmekte ve uluslararası raporlama maliyetlerini azaltmaktadır.

Yeni TTK 13.01.2011 tarihinde kabul edilmiştir. Yeni TTK'nin orijinal nüshasında, Türkiye'deki tüm sermaye şirketlerinin 2013 yılı başı itibari ile Türkiye Muhasebe Standartlarını uygulayacağı öngörülmektedir. Yani, Türkiye'de mali dışı sektörün 1994 yılı başından beri uyguladığı muhasebe standartları, tüm dünyada uygulamasının yaygınlaşmakta olduğu yeni standartlara yerini 2013 yılı itibariyle bırakmış olacaktı. Uygulama hazırlıklarının yetersiz olması şeklinde anlaşılan nedenlerle 2013 yılında tüm sermaye şirketlerinin Türkiye Muhasebe Sistemini uygulama zorunluluğu yürürlüğe girmemiştir. Bunun yerine uygulamaya tedrici geçiş benimsenmiştir (Kula, 2018: 114).

23 Ocak 2013 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan 2012/4213 sayılı kararla, şirketlerin bağımsız denetime tabi olma kriterleri belirlenmiş ve 2014, 2015, 2016 ve 2018 yıllarında bu kriterler yeniden tanımlanmıştır. Son olarak 30 Kasım 2022 tarih ve 6434 sayılı bağımsız denetime tabi şirket belirlenmesine ilişkin karar da 32029 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır. Bu kararla, söz konusu kriterler 1 Ocak 2023'ten itibaren geçerli olmak üzere aşağıdaki şekilde yeniden tanımlanmıştır.

Tablo 7. Bağımsız Denetime Tabi Şirketler

1) Herhangi bir ölçüte bağlı olmaksızın ekli (I) sayılı listede belirtilen şirketler.			
2) Aşağıdaki üç ölçütten en az ikisinin eşik değerlerini art arda iki hesap döneminde aşan diğer şirketler:			
ÖLÇÜT:	1) Sermaye piyasası araçları bir borsada veya teşkilatlanmış diğer piyasalarda işlem görmeyen ancak 6.12.2012 tarihli ve 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu kapsamında halka açık sayılan şirketler için eşik değerler:	2) Ekli listede (II) yer alan şirketler için eşikler:	c) (1) ve (2) numaralı alt bentlerde belirtilenler kapsamında olmayan şirketler için eşik değerler:

Tablo 7 (Devam). Bağımsız Denetime Tabi Şirketler

▪ Aktif Toplamı:	▪ 30 milyon TL	▪ 60 milyon TL	▪ 75 milyon TL
▪ Yıllık Net Satış Hasılatı:	▪ 40 milyon TL	▪ 80 milyon TL	▪ 150 milyon TL
▪ Çalışan Sayısı:	▪ 50 kişi	▪ 100 kişi	▪ 150 kişi

Kaynak: Bağımsız Denetime Tabi Şirketlerin Belirlenmesine Dair Karar, 2022.

Türkiye Muhasebe Standartlarının hazırlanıp uygulanmasında tek otorite KGK'dır. 2011 yılında faaliyetlerine başlayan bu kurum, IFRS'nin resmi tercüme edilip "Türkiye Muhasebe Standartları (TMS)" ve "Türkiye Finansal Raporlama Standartları (TFRS)" şeklinde yayımlanması prensibini benimsemiştir. KGK tarafından yayımlanan "Türkiye Muhasebe Standartları" ve "Türkiye Finansal Raporlama Standartları" listelerine ilgili kurumun web sayfası olan www.kgk.gov.tr adresinden erişilebilmektedir (Kula, 2018: 119). Bununla birlikte KGK Türkiye Denetim Standartlarının hazırlanıp uygulanmasında da tek otoritedir. IFAC tarafından yayımlanan denetim standartlarını resmi tercüme edip "Türkiye Denetim Standartları" (TDS) şeklinde yayımlanması prensibini benimsemiştir. KGK tarafından yayımlanan "Türkiye Denetim Standartları" listelerine de ilgili kurumun web sayfasından erişilebilmektedir.

3. DENETİM TÜRLERİ

Denetim türleri amacına göre, denetçinin unvanına göre, yapılış nedenine göre ve uygulama zamanına göre sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmalar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

3.1. AMACINA GÖRE DENETİM TÜRLERİ

Denetim, amacına göre dört kategoriye ayrılabilir: finansal tablolar, uygunluk, faaliyet ve özel amaçlı denetim. Aşağıda bu denetim türleri kısaca ifade edilmiştir.

3.1.1. Finansal Tablolar Denetimi

Finansal tablolar denetimi veya muhasebe denetimi, bir işletmenin finansal tablolarının doğru olup olmadığını ortaya çıkarmaya yönelik çalışmalara dayanan ve sonuçları denetim raporunda özetlenen sistematik bir incelemedir. Nihai amacı, finansal tabloların güvenilirliğini sağlamaktır (Başpınar, 2005: 39).

Finansal tablolar denetiminin genel özellikleri aşağıda sıralanmıştır (Bozkurt, 2018: 34):

- Amacı, işletmenin finansal tablolarına güvenilirlik kazandırmak ve finansal tablolardaki yanlış beyanları tespit etmektir.
- Finansal tablolar, şirket veya gruba üye olmayan bağımsız bir denetçi tarafından denetlenmektedir.
- Denetçi, finansal tabloların tamamıyla ilgili olarak tek bir görüş oluşturur. Her hata ayrı ayrı dikkate alınmaz.
- Denetçi, finansal tabloların güvenilirliğini sağlam bir temel üzerine kurar. Bu, finansal tabloların tamamen güvenilir olduğunu göstermez.

3.1.2. Uygunluk Denetimi

İşletmenin faaliyetleri ve finansal işlemlerinin kanunlara ve kanun benzeri düzenlemelere, işletmenin politikalarına, süreçlerine ve hedeflerine uygunluğunu değerlendirmek amacıyla yapılan incelemeye uygunluk denetimi denir (Coşkun vd., 2013: 16).

Uygunluk denetimi iç denetim veya dış denetim şeklinde gerçekleştirilebilir. Vergi müfettişleri tarafından vergi amaçları doğrultusunda gerçekleştirilen dış denetim ve uygunluk denetimlerine örnek olarak Vergi Usul Kanunu, Gelir Vergisi Kanunu ve Katma Değer Vergisi Kanunu'na uygunluk denetimleri verilebilir. İç denetçiler, işletmenin iç kurallarına ne kadar uyulduğunu inceler ve yönetim kurullarına rapor eder (Kaval, 2003: 26). Nihai amacı, herhangi bir yasaya, yönergeye uygun hareket edilip edilmediğini ortaya koymaktır.

Uygunluk denetimleri kapsamında aşağıdaki gibi bazı kriterler uygulanabilmektedir (Haftacı, 2014: 7):

- Kanun, tüzük ve yönetmelikler,
- Ana sözleşme,
- İşletme içi yönergeler ve yönetmelikler,
- Yönetim kurulunun aldığı kararlar,
- Üst yönetim tarafından belirlenen standartlar ve uygulamalar,
- Üçüncü kişiler tarafından yapılan sözleşmeler.

Yukarıda ifade edilen kriterlere uyulup uyulmadığının kontrol edilmesi uygunluk denetimidir.

3.1.3. Faaliyet Denetimi

Faaliyet denetimi, kurumun iş ile ilgili faaliyetleri, mali kontrolleri ve destek sistemleri dâhil olmak üzere tüm yönlerinin tarafsız bir şekilde incelenmesidir. Bir kurumun tüm veya bir kısım faaliyetlerinin belirli hedefler çerçevesinde incelenmesi, faaliyet denetimi olarak ifade edilir. Faaliyet denetiminin genel amacı, kanunlara ve düzenlemelere uyumu, finansal raporların güvenilirliği ile faaliyetlerin etkinliği ve verimliliğiyle ilgili iç kontrol kalitesini değerlendirmektir (Uzay, 2008: 2).

Faaliyet denetimi, temel olarak etkinlik ve verimlilik kavramlarına dayalı bir denetim biçimidir. Faaliyet denetimi ile aşağıdaki üç ana amacın yerine getirilmesi amaçlanmaktadır (Selimoğlu, 1999: 197):

- Faaliyetlerin belirlenmesi,
- İyileştirme fırsatların belirlenmesi,
- Gelecekteki faaliyetler ve gelişmeler için öneriler geliştirmek.

Faaliyet denetimi, şirketin büyümesini, kârlılığını ve gelişimini göstermeyi veya bu amaçla belirlenen şirket hedeflerinin uygulanabilirliğini ve başarısını kontrol etmeyi, hedeflere ulaşmayla ilgili her türlü engeli veya olumsuz gelişmeyi ortaya çıkararak yönetime yardımcı olmayı amaçlayan sistematik bir incelemedir.

Bu tür denetimler ticari faaliyetleri objektif olarak değerlendirmeye çalışır. İşletme faaliyetlerinin yeterli olup olmadığı ve daha iyi sonuçlara ulaşma imkânının olup olmadığı incelenir. Bu nedenle önerilerde bulunmaktadır. Bu denetim özellikle danışmanlık firmaları tarafından yapılmaktadır. Analizleri sadece muhasebe ve finansal yönetim ile ilgili değildir. İşletmenin pazarlama, üretim ve organizasyon gibi şirketin her bölümü incelenir. Dolayısıyla faaliyet denetimi bağımsız denetçiler tarafından yapılan isteğe bağlı bir denetimdir (Başpınar, 2005: 38).

3.1.4. Özel Amaçlı Denetim

Yukarıda ifade edilen üç denetim türünden temel olarak uygunluk denetimi kapsamına giren denetim türüdür. Bu denetim türü, belirli bir konunun vergi kanunları, gümrük kanunları, hibe mevzuatı gibi önceden belirlenmiş bir standarda göre işlenip işlenmediğini incelemektedir veya şirketin yıllık cirosu, hesaplanan kurumlar vergisi, bir hissedarın kâr payı gibi başvuru sahibi için özel olan bilgiler istenmektedir. Bağımsız denetçi, bu bilgilerin doğru ve güvenilir olması yönünde güvence sağlamaktadır. Bu

nedenle, güvence tüm kamuoyu için değil, yalnızca denetime başvuran kişi için geçerlidir (Kaval, 2008: 19-20).

Belirli amaçlara yönelik denetim, belirli bir karar alma birimine ayrıntılı bilgi sağlamak ve belirli bir konuda tavsiyelerde bulunmak amacıyla hesapların, finansal tabloların ve bunlara dayanak oluşturan belgelerin denetimidir. Başlıca özel amaçlı denetim türleri şunlardır (Karanfiloğlu, 1999: 31):

- Devralma, birleşme öncesi denetimler,
- Kredi verilmeden önce yapılan incelemeler,
- Tespit edilen herhangi bir dolandırıcılık veya ihmalin incelenmesi,
- Vergi denetimleri
- Kamu kuruluşları tarafından yapılan denetimler,
- Mahkemelerin yaptırdığı özel soruşturmalar.

3.2. DENETÇİNİN UNVANINA GÖRE DENETİM TÜRLERİ

Denetçinin unvanına göre denetim; bağımsız denetim, iç denetim ve kamu denetimi olarak üç gruba ayrılmaktadır. İlgili gruplar aşağıda kısaca ifade edilmiştir.

3.2.1. Bağımsız Denetim

Bağımsız denetim, şirketin finansal tablosunun genel kabul görmüş muhasebe ilkelerine uygun olup olmadığının tespiti amacıyla, bir denetçi firmasının ortakları veya serbest meslek sahibi olan kişiler tarafından gerçekleştirilen bir denetim faaliyetidir. Gerçek kişilere veya tüzel kişilere ait şirketlerin finansal tablolarını denetleme yetkisi, 3568 sayılı Meslek Kanunu'nun 2. maddesinde SMMM ve YMM meslek mensuplarına verileceği yer almaktadır. Ayrıca bu Kanunun 12. maddesi uyarınca YMM'ler, gerçek veya tüzel kişiler ile bunların şirketlerinin finansal tablo ve beyanlarının kanuna, muhasebe standartlarına ve denetim standartlarına uygunluğunu tasdik etmeye yetkilidir (Kepekçi, 1998: 7).

Bağımsız denetim, finansal tablo ve işlemlerin, finans yönetiminin düzenliliği ve mevzuata uygunluğu hakkında rapor ve görüş bildirmek amacıyla dış ve bağımsız bir kuruluş tarafından gerçekleştirilir (Yörüker, 1999: 7).

3.2.2. İç Denetim

Türkiye İç Denetim Enstitüsü'nün (TİDE) tanımına göre iç denetim, bir kurumun faaliyetlerini geliştirmek ve değer katmak için bağımsız, tarafsız bir danışmanlık ve güvence faaliyetidir. İç denetim, kurumun risk yönetimi, kontrol ve yönetim prosedürlerinin etkinliğini değerlendirmek ve geliştirmek için disiplinli ve sistematik bir yaklaşım kullanarak kurumun hedeflerine ulaşmasına katkı sağlamaktadır.

Bir başka tanımda, muhtemel yolsuzlukları, hataları ve gereksiz kaynak kullanımını en aza indirmek için kurumların sistem ve prosedürlerini kontrol etmek ve değerlendirmek için kurum yönetimi tarafından görevlendirilen kurum içinde yapılan faaliyetler olarak ifade edilmiştir. Organizasyon içindeki iç denetim bağımsız olmalı ve yönetime raporlar sunmalıdır (Yörüker, 1999: 9).

Genellikle iç denetim, işletmenin bünyesinde yer alan bir departman tarafından yapılır. Modern iç denetim, yönetim ve finansal işlemleri kapsar. Risk odaklı denetim yaklaşımı, işletmelerde öncelikle riskli alanları belirlemeyi gerektirir. Saha çalışmaları daha sonra programlı denetimlerle yapılır (Coşkun, 2013: 15).

3.2.3. Kamu Denetimi

Yasal düzenlemelere tabi faaliyetlere ve prosedürlere ne denli uyulduğunun denetlenmesiyle birlikte, kamu hizmetlerinin etkinliği artırılabilecektir. Denetim, devletin işlerliğinin ve kamu hizmetlerinin yönetiminin önemli bir parçası olduğu için, kamu hizmetlerinin sunumunda ortaya çıkan aksamalar bazen denetleme aşamasında tespit edilmektedir. Bu bağlamda denetimler, kamu yönetimi fonksiyonlarının planlanması, organize edilmesi, yönetilmesi ve koordine edilmesi açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Kamu denetiminin amacı, önceden belirlenmiş hedeflere ve ilkelere uygunluğun sağlanması, eksikliklerin düzeltilmesi ve tekrarının önlenmesi yoluyla yetkililerin keyfiyetten uzak uyum ve işbirliği içinde çalışmasını sağlamaktır (Tortop, 1974: 27).

3.3. YAPILIŞ NEDENİNE GÖRE DENETİM TÜRLERİ

Yapılış nedenine göre denetim; yasal (zorunlu) denetim ve isteğe bağlı denetim olarak iki grupta ele alınmaktadır. İlgili gruplar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

3.3.1. Yasal (Zorunlu) Denetim

Yasal hükümlere göre yürütülen denetim çalışması zorunlu denetim olarak ifade edilmektedir. Kanun, yönetmelik ve genelgeler, yasal denetimlerin nasıl, ne zaman ve

kim tarafından yapılacağını net olarak belirler. Finansal tabloların denetimi, denetim mesleğinin geliştiği ülkelerde en gelişmiş ve en çok tartışılan denetim türüdür (Karanfiloğlu, 1999: 32). Bu denetim türüne örnek olarak bankalar ve sigorta şirketlerinin zorunlu denetimi verilebilir.

3.3.2. İsteğe Bağlı Denetim

İşletme ile ilişkili çeşitli çıkar gruplarının talebi üzerine yasal bir zorunluluk olmaksızın yürütülen denetim çalışmasıdır.

Hisse senedi alımından önce, kredi veren kuruluş tarafından kredi kullandırılmadan önce veya yönetime karşı yolsuzluk iddialarının soruşturulması gibi durumlarda isteğe bağlı denetim yapılabilir. İsteğe bağlı denetimlerin kapsamı talep edenler tarafından belirlenir. Denetimin isteğe bağlı olması müşterinin istekleri doğrultusunda yapılacağı anlamına gelmemektedir. İsteğe bağlı denetimi yapan denetçinin, muhasebe ilke ve standartlarına uymasının yanı sıra mesleğine de gerekli özeni ve dikkati göstermesi gerekir (Haftacı, 2014: 8).

4. DENETÇİ VE TÜRLERİ

Denetçi tanımı ve bağımsız denetçi, iç denetçi, kamu denetçisi olmak üzere üç gruptan oluşan denetçi türleri aşağıda ifade edilmiştir.

4.1. DENETÇİ TANIMI

Denetçi, denetim faaliyetini yürüten, mesleki bilgi ve tecrübeye sahip olan, bağımsız hareket edebilen, ahlaki değerleri yüksek, işine gereken özeni gösteren uzmandır. Tanımdan da anlaşılacağı üzere denetçinin önemli niteliklere sahip olması gerekmektedir (Bozkurt, 2018: 37):

- Denetçinin yeterli uzmanlığa ve deneyime sahip olması gerekir.
- Denetçinin bağımsız çalışma yeteneği olmalıdır.
- Denetçi görevini gereken özenle yapmalıdır.
- Denetçinin ahlaki karaktere sahip olması gerekir.

Denetçi, denetlemek için görevli kimse anlamına gelmekte ve Türkçe bir kelimedir. Denetçi yerine kullanılan yabancı terimler Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Denetçi Yerine Kullanılan Yabancı Terimler

Dil	Anlamı
Osmanlıca	Murakıp
İngilizce	Auditor
Fransızca	Controleur, Expert Comptable
Almanca	Wirtschaftsprüfer

Kaynak: Haftacı, 2014: 19.

Tablo 8’de Osmanlıca, İngilizce, Fransızca ve Almanca dillerinde denetçi anlamında kullanılan terimler ifade edilmiştir.

Denetçi olarak ifade ettiğimiz kişinin denetim süreci içerisinde çok önemli bir işlevi vardır. Denetçi, denetim vazifesini yerine getiren ve süreci bir rapor ile sonuca bağlayan kişidir. Dünya genelinde denetçilik seçkin bir meslek olarak kabul edilmekte, mesleki bilgi ve deneyime sahip tarafsız, güncel ve etik kişiler olmasına dikkat edilmektedir. Denetçilerin bu özellikleri mesleki standartlar olarak benimsenmekte ve uyulması mecburi düzenlemeler olarak anlaşılmaktadır (Sevim, 1990: 198).

4.2. DENETÇİ TÜRLERİ

Denetçiler üç gruba ayrılmaktadır: Bağımsız denetçiler, iç denetçiler ve kamu denetçileri.

4.2.1. Bağımsız Denetçi

Bağımsız denetçiler, müşterilerine mesleki denetim hizmeti sunan uzmanlardır. Bunlar bir denetim kuruluşunda çalışan kişilerdir. Finansal tablolar, uygunluk ve faaliyet denetimleri bağımsız denetçiler tarafından yapılır (Başpınar, 2005: 41).

Bağımsız denetçiler, işlerini bağımsız olarak yürüten, şirketlere denetim hizmeti veren, denetimi meslek olarak seçen kişilerdir. Bağımsız denetçiler bağımsız olarak çalışır. Çalıştıkları kurumla işveren-çalışan ilişkisi ile bağlı değildirler. Bu özellik bağımsız denetçileri diğer denetçilerden ayırır (Haftacı, 2014: 15).

Bir bağımsız denetçi, avukat gibi serbest meslek olarak çalışan kişidir. Bağımsız denetçiler, finansal tablolarını denetledikleri kişilerden ücret alırlar. Ancak bağımsız denetçi ile avukat arasında önemli bir fark bulunmaktadır. Avukat müvekkilini savunurken denetçi, denetimin yürütülmesinde ve sonuçlarının raporlanmasında müşterisinden bağımsız olarak çalışır (Kepekçi, 1998: 7).

Bağımsız denetçilerin ana sorumluluğu, şirketin finansal tablolarını denetlemektir. Ek olarak, aşağıdaki gibi çeşitli hizmetler sunarlar (Bozkurt, 2018: 38):

- Şirketlere vergi konularında danışmanlık vermek,
- Yönetim danışmanlığı hizmeti sunmak,
- Muhasebe sistemleri oluşturmak veya mevcut durumu incelemek ve tavsiyelerde bulunmak,
- İç kontrol sisteminin geliştirilmesi,
- Şirketlerin iç denetim sistemlerini oluşturmaya katkı sağlamak,
- Şirketler adına çeşitli kurumlarda temsil görevini üstlenmek,
- Kamu kurumlarının şirketlerden talep ettiği belge ve bilgileri onaylamak,
- İşgören bulmak için şirketlere yardımcı olmaktır.

Bağımsız denetçi unvanları Sermaye Piyasasında Bağımsız Denetim Standartları Hakkındaki Tebliğde, bağımsız denetim kuruluşunda görev yapan bağımsız denetçilerin unvanları kıdem sırasına göre; sorumlu ortak baş denetçi, baş denetçi, kıdemli denetçi, denetçi, denetçi yardımcısı olarak ifade edilmiştir. Bununla birlikte, bağımsız denetim firmasında hissedar olan ve baş denetçi unvanını taşıyan sorumlu ortak baş denetçi, bağımsız denetim firması adına bağımsız denetim faaliyetlerini yürüten ve bağımsız denetim raporlarını imzalamaya yetkili kişidir (SPK, 2006).

4.2.2. İç Denetçi

İç denetçiler, işletmede çalışan, yönetime denetim hizmeti veren ve işletmeyle çalışan-işveren ilişkisi yoluyla bağlı olan kişilerdir. Bir meslek olarak iç denetim 1940'lerden sonra gelişmiş ve yaygınlaşmıştır. İç denetçiler, çalışmaları hakkında, önerileri de dâhil olmak üzere, genellikle genel müdür ve yönetim kurulu olmak üzere üstlerine rapor verirler. Bu bağlamda iç denetçiler;

- Ticari faaliyetlerin araştırılması,
- Çalışanların hata ve yolsuzluklarının önlenmesi,
- Hata ve yolsuzluklarının tespit edilmesi,
- Delillerin toplanması ve esaslara göre değerlendirilmesi,

- Bulguları ve önerileri bir rapor halinde yönetime sunmak gibi görevleri yerine getirirler. Bugün gelinen noktada iç denetçiden sadece geçmişte yaşananları tespit etmesi değil, aynı zamanda risk yönetimi, kontrol ve kurumsallaşma gibi alanlarda öngörülerde bulunması ve fırsatları tespit etmesi de beklenmektedir (Haftacı, 2014: 15-16).

İç denetçiler, işletmelerde uygunluk ve faaliyet denetimleri yapar. İç denetçiler normal olarak denetçiden beklenen niteliklere sahiptir. Ancak bağımsızlık derecesi konusunda doğal olarak tartışmalar bulunmaktadır (Bozkurt, 2018: 39).

İç denetçi ile bağımsız denetçi arasında çeşitli açılardan karşılaştırmalar yapılabilir. Aşağıda sorular kullanılarak nitelik ve sorumluluklarının daha iyi anlaşılması amaçlanmıştır.

Tablo 9. İç Denetçi - Bağımsız Denetçi Karşılaştırması

SORU	İÇ DENETÇİ	BAĞIMSIZ DENETÇİ
1. Kim tarafından görevlendirilir?	İşletme Yönetimi	Ortaklar (Adına Yönetim)
2. Amaç nedir?	Yönetimin Gereksinimlerini Karşılama	Finansal Bilgilerin Güvenilir Olup Olmadığını Saptamak
3. Görevin kapsamı nedir?	İşletme Yönetimi Belirler	Finansal Tabloları Denetler
4. Kimlere rapor sunulur?	İşletme Yönetimine	İlgili Taraflar Adına İşletme Yönetimine
5. Yetkiyi nereden alır?	İşletme Yönetiminden	Yasa ve Yönetmeliklerden
6. Kime karşı sorumluluğu vardır?	Yönetime	Tüm İlgili Taraflara
7. Bilgi ve denetim düzeyi?	Yönetime Bağlıdır	Uzman Olması ve Belli Unvanları Taşımaya İstenir
8. Ne ölçüde bağımsızdır?	Yönetime Bağlıdır	Bağımsızdır
9. Denetim zamanı nedir?	Genellikle Tüm Hesap Dönemi	Genellikle Dönem Kapandıktan Sonra
10. Ayrıntılı çalışma ölçüsü nedir?	İç Dönük Ayrıntılı	Dış Dönük Daha Genel

Kaynak: Haftacı, 2014: 83.

Aralarında bazı farklılıklar olsa da, iç denetçiler dış denetçileri desteklemeli ve iki tür denetçi arasında işbirliği sağlanmalıdır. Bu tür bir işbirliği, hem denetçilere hem de denetlenen işletmeye çeşitli avantajlar sağlayacaktır.

4.2.3. Kamu Denetçisi

Kamu denetçileri, kamu kuruluşlarında çalışan denetçilerdir. Bu denetim birimleri, çeşitli devlet kurumları bünyesinde kurulmuş olup, kamu ve özel sektör

işletmelerinin kanunlara, düzenlemelere, devlet ekonomi politikalarına ve kamu çıkarlarına uyum derecesini izler ve denetler (Başpınar, 2005: 42).

Kamu denetçileri, kendi kurumlarındaki çalışmalarında iç denetçi, özel sektör kuruluşlarındaki çalışmalarında ise kamu denetçisi rolünü yerine getirmektedir. Türkiye’de de diğer ülkelerde olduğu gibi birçok kamu denetim kuruluşu bulunmaktadır. Bazıları sadece kamu kurumlarında denetim görevini yerine getirirken, bazıları hem devlet hem de özel sektör kuruluşlarında çalışmaktadır (Bozkurt, 2018: 39).

5. DENETİM STANDARTLARI

Denetimin doğruluk, uygunluk ve rasyonellik ile ilgili olması nedeniyle denetim faaliyetinin kalitesinin ve güvenilirliğinin sorgulanması gerekmektedir. Denetimin kalitesinin ve güvenilirliğinin sağlanması, denetim faaliyetinin belirlenen kriterlere uygunluğuna bağlıdır. Bu tespit bizi tüm denetim süreci için denetçi niteliklerine ve denetim standartlarına götürür. Denetim standartları, yapılan işin kalitesiyle ilgili olan ve hem kişisel nitelikleri açısından denetçiyi hem de denetim sürecini başından sonuna kadar kapsayan bir dizi ölçütlerdir. Denetim standartları, denetçilerin mesleki sorumluluklarını yerine getirmelerine yardımcı olan ve denetim faaliyetlerine ışık tutan genel ilkelerdir. Denetimin uygun ve geçerli sayılabilmesi için denetçinin bu ilkelerden hiçbir şekilde sapmaması gerekir (Gücenme, 2004: 31).

Mevcut denetim standartları, bağımsız denetçilerin, olumlu bir görüş verebilmek için finansal tabloların hile veya hatadan kaynaklanan önemli yanlışlık içerip içermediğine ilişkin makul güvence vermelerini gerektirmektedir. Bu makul güvence, yüksek düzeyde bir güvence olarak kabul edilir ancak mutlak değildir. Makul güvence, farklı gruplar için farklı güvence seviyeleri anlamına gelebilir. Enron sonrası dönemde yatırımcılar, bağımsız denetçilerin hatalar, usulsüzlükler ve hileler dâhil olmak üzere tüm önemli yanlışlıkları tespit etmesini ve raporlamasını beklemektedir. Ancak bağımsız denetçiler, finansal tabloların önemli yanlışlık içermediğine ve mesleki standartlara uygun olduğuna dair makul güvence sağlarlar. Denetim kalitesi için kritik olan kilit konu, denetçinin finansal tablolardaki hileyi tespit etme sorumluluğunun niteliği ve kapsamıdır. Bununla birlikte, denetçilerin yapması gerekenler ile denetim standartlarına ve hizmetleri için alınan ücretlere uygun olarak hileyi tespit etmek için denetçilerin kabul etmeye istekli oldukları ve yapabilecekleri arasında büyüyen bir beklenti boşluğu vardır (Rezaee & Riley, 2009: 230).

5.1. GENEL KABUL GÖRMÜŞ DENETİM STANDARTLARI

Denetim çalışmasının kim tarafından, nasıl, ne şekilde gerçekleştirileceğini ve sonuçlarının nasıl raporlanacağını belirleyen ilke ve kurallara genel kabul görmüş denetim standartları denir. Bu standartlar herhangi bir kanunla düzenlenmemiştir. Ancak çeşitli meslek kuruluşları mevzuatta dikkate alınan raporlar hazırlamaktadır (Başpınar, 2005: 54).

Denetim standartlarının belirlenmesi ile ilgili olarak, birçok ulusal ve uluslararası meslek birliği, uyulması gereken ilkeleri belirleme yolunu seçmiştir. AICPA, ABD'deki tüm YMM'leri içeren ulusal düzeyde meslek kuruluşudur. Amacı üyelerine kaynak ve bilgi sağlayarak liderlik etmektir. Bu amaçla, kuruluş hem üyelerinin mesleki davranış, performans ve uzmanlıklarında sürekli gelişmeyi desteklemek hem de denetim standartlarına uyumu izlemek için çaba göstermektedir. Başka bir ifadeyle, AICPA tarihsel olarak mesleki standartları belirleme görevini üstlenmiştir. Aslında denetim standartlarının tarihsel gelişimine bakıldığında, AICPA bünyesinde oluşturulan denetim standartları komitesi tarafından yayımlanan ve bugüne kadar neredeyse hiç değişmeden kalan genel kabul görmüş denetim standartlarına kadar geriye götürecektir (HUD, 2013: 21).

Genel kabul görmüş denetim standartları, ilk olarak AICPA tarafından 1947'de kabul edilen genel ilkelerdir. Bu ilkeler, denetçinin mesleki görevlerini yerine getirebilmesine yardımcı olur ve denetim faaliyetlerine rehberlik eder. Genel kabul görmüş denetim standartları aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

Tablo 10. Genel Kabul Görmüş Denetim Standartlarının Sınıflandırılması

1. Genel Standartlar	2. Çalışma Standartları	3. Raporlama Standartları
Mesleki Eğitim ve Deneyim	Planlama ve Gözetim	Genel Kabul Görmüş Muhasebe İlkelerine Uyum
Bağımsızlık	İç Kontrolün İncelenmesi	Devamlılık (Tutarlılık)
Mesleki Özen ve Titizlik	Kanıt Toplama	Açıklayıcı Bilgiler (Dipnotlar)
		Denetçi Görüşü

Kaynak: Arens vd., 2012: 34.

Kişisel standartlar olarak da ifade edilen genel standartlar kapsamında yer alan başlıklar aşağıda kısaca özetlenmiştir:

- Mesleki Eğitim ve Deneyim: Denetim, denetçi olarak yeterli teknik eğitime ve yeterliliğe sahip kişiler tarafından gerçekleştirilmelidir. Denetçinin mesleki eğitimi ve yeterliliği, denetçinin en az lisans diplomasına sahip olması, bağımsız denetim yapabilecek düzeyde mesleki deneyime sahip olması ve işini yaparken mesleki eğitimine devam etmesi anlamına gelmektedir. Denetçinin mesleki yeterliliğini resmi olarak gösteren unsurlardan biri eğitim ve öğrenim düzeyidir. Birçok ülkede muhasebe, denetim, finans, vergi hukuku, ticaret hukuku ve istatistik alanlarında lisans diploması mesleğe giriş için ön koşuldur (Kepekçi, 1998: 15).

- Bağımsızlık: Denetçi veya denetçiler, denetim göreviyle ilgili konularda tamamen bağımsız ve tarafsız olma becerisine hâkim olmalıdırlar. Bağımsızlık, paydaşların, yönetimin ve işe dâhil olan diğer kişilerin çıkarlarının ve mesleki dürüstlüklerinin korunmasını gerektirir. Paydaşlar ve diğer finansal tablo kullanıcıları, şirket hakkındaki kararlarını denetçinin görüşüne dayanarak verirler. Denetçi, işletme ve ilgili kişiler arasında bir menfaat birliği kurarken tarafsız ve dürüst bir şekilde denetimine devam etmelidir. Denetim hizmetleri tüm aşamalarda bağımsız düşünce mantığı ile sürdürülmelidir (Sevim, 1990: 200).

- Mesleki Özen ve Titizlik: Bu standart, denetçinin denetimi tam dikkatle, özenle gerçekleştirmesini gerektirir. Bu da denetçinin işini şevkle yapması ve beklenmeyen durumlara karşı her zaman dikkatli olması gerektiği anlamına gelir. Bu nedenle denetçi, denetlenecek kurumun yapısını bilmeden ve iç kontrol sistemini incelemeyen denetimi planlamamalı, planı tam ve hatasız uygulamalı, yargısını kesinlikle denetim sürecinde elde edeceği kanıtlara dayandırmalıdır (Selimoğlu vd., 2014: 15).

Çalışma standartları, güvenilir bir denetim görüşü elde etmek için denetçinin kanıt toplamasını ve değerlendirmesini yönlendirir. Çalışma standartları kapsamında yer alan başlıklar aşağıda kısaca özetlenmiştir:

- Planlama ve Gözetim: Her denetim çalışması kendine has özellikleri olan bir projedir. Bu proje bir faaliyetle başlar ve bir faaliyetle biter. Bu sürecin uygulanmasındaki ilk adım denetim planının hazırlanmasıdır. Bu standardın gerektirdiği diğer bir özellik de denetçi yardımcılarının denetimidir. Denetim ekibindeki her denetçinin yeterli bilgi ve tecrübeye sahip olması beklenemez. Bu nedenle denetim ekibine liderlik eden bağımsız denetçinin, ekibindeki denetim yardımcılarının çalışmalarını gözlemlemesi gerekir (Bozkurt, 2018: 45).

- İç Kontrolün İncelenmesi: Bir işletmenin finansal raporlarının doğruluğu ve güvenilirliği, etkin bir iç muhasebe sisteminin varlığına bağlıdır. Güvenilir bir iç kontrol sistemi hatalı finansal tablo olasılığını azaltır. Düşük denetim riski de, denetim görüşünde başarılı olmak için gerekli olacak denetim prosedürlerinin miktarını ve kapsamını azaltır (Başpınar, 2005: 56).

- Kanıt Toplama: Bağımsız denetçilerin finansal tablolar hakkında görüş oluşturmak amacıyla yeterli miktarda ve nitelikte kanıt toplamasını ifade etmektedir. Standart aynı zamanda bu kanıtların uygun denetim metodolojileri kullanılarak toplanmasını da tavsiye etmektedir. Denetim prosedürleri, denetim kanıtlarının toplanmasına yönelik çeşitli yöntemlerdir. Örneğin sayma, gözlem, inceleme ve doğrulama gibi denetim prosedürlerinden yararlanılabilir. Ne kadar kanıt toplanacağına karar vermek denetçiye bırakılmıştır (Elitaş, 2011: 42).

Raporlama standartları kapsamında yer alan standartlar aşağıda kısaca özetlenmiştir:

- Genel Kabul Görmüş Muhasebe İlkelerine Uyum: İşletmelerin kullanıcılara sunduğu finansal tabloların genel kabul görmüş muhasebe ilkelerine uygun olarak hazırlandığının açıkça belirtilmesini şart koşmaktadır.

Uzman denetçinin sorumluluğu, finansal tabloların şirketin net varlıkları, finansal durumu ve faaliyet sonuçları hakkında doğru ve gerçeğe uygun bir görünüm sağlayıp sağlamadığı konusunda görüş bildirmektir. Böyle bir görüşe varabilmek için denetçinin belirli dürüstlük kriterlerini uygulaması gerekir. Bu kriterler genel kabul görmüş muhasebe ilkeleridir. Muhasebe uygulamalarını yönlendiren tüm kural ve işlemler, genel kabul görmüş muhasebe ilkelerinin genel çerçevesini belirler. Denetçinin temel amacı, denetlenen işletmenin finansal tablolarını incelemek, bunların hazırlanmasında genel kabul görmüş muhasebe ilkelerine ne ölçüde uyulduğunu tespit etmek ve bu sonucu denetim raporunda açıkça belirtmek olmalıdır (Haftacı, 2014: 235).

- Devamlılık (Tutarlılık): Bu standarda göre denetçinin, önceki dönemde olduğu gibi bu dönemde de muhasebe ilkelerinin değişmeden uygulandığını raporunda açıkça belirtmesi gerekmektedir. Devamlılık ilkesi, finansal tabloların dönemler arasında karşılaştırılmasına olanak sağlar. Finansal tabloların karşılaştırılabilmesi için dayandıkları ilkelerin yıldan yıla değişmemesi gerekir. Elbette bu, muhasebe ilkelerinin hiçbir zaman değiştirilemeyeceği anlamına gelmemektedir. Ancak yönetim böyle bir

değişiklik yaptığında, bu değişikliğin o döneme ait finansal tablolar üzerindeki etkisini okuyuculara açıkça açıklaması gerekir. Böylece ilgili okuyucu, finansal durumdaki değişikliklerin ne ölçüde muhasebe politikasındaki değişikliklerden, ne ölçüde fiili faaliyetlerden kaynaklandığını anlayabilir (Başpınar, 2005: 57).

- Açıklayıcı Bilgiler (Dipnotlar): Tam açıklama kavramı, finansal tabloların, bu finansal tablolardan yararlanan kişi ve kuruluşların doğru kararlar vermelerini sağlayacak kadar açık ve anlaşılır olması anlamına gelir. Finansal tablolarda finansal bilgilerin tam olarak açıklanmasının yanı sıra, bu kavramın bir gereği de finansal tabloların kalemlerinde yer almayan ancak alınacak kararları etkileyebilecek olası olayların da dâhil edilmesidir. Ülkemizde finansal tablolar dipnotlarıyla birlikte tek düzen muhasebe sistemi çerçevesinde düzenlenmektedir. Finansal tablolarda yer alan bilgiler çoğu zaman ilgili taraflar için tek başına yetersiz kaldığından, açıklayıcı dipnotlar da finansal tablolarla birlikte raporlanmaktadır. Finansal tablo dipnotlarının yetersiz olması durumunda denetçi, hazırladığı denetim raporunda ek bilgi vermelidir. Bu standardın amacı, okuyucuya kapsamlı ve eksiksiz bilgi sağlamaktır. Denetçi raporunda açıklayıcı ve aykırı bilgilere yer verilmemesi durumunda finansal tablo ekinde yer alan dipnotlar yeterli kabul edilir (Gücenme, 2004: 56-57).

- Denetçi Görüşü: Bu standart, denetçinin finansal tabloları denetlemesine dayanarak ulaştığı görüşü raporunda belirtmesini gerektirmektedir. Genel kabul görmüş denetim standartlarına göre, denetçinin görüş bildirmesinde olumlu denetim görüşü, şartlı olumlu denetim görüşü, olumsuz denetim görüşü ve görüş bildirmekten kaçınma olmak üzere dört farklı yolu vardır.

Denetçilerin raporlarında bu denetim görüşlerinden birini görüşün gerekçeleriyle birlikte belirtmesi gerekmektedir. Ek olarak, denetçilerin bu standarda göre yaptıkları işin özelliklerine ve üstlendikleri sorumluluk derecesine raporlarında yer vermelidir (Elitaş, 2011: 44).

5.2. ULUSLARARASI DENETİM STANDARTLARI

Uluslararası Denetim Standartları (UDS), dünyanın birçok ülkesindeki düzenleyiciler tarafından kaynak olarak kullanılmıştır. UDS'nin başta Avrupa Birliği ülkeleri olmak üzere tüm dünyada yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. UDS bazı ülkelerde doğrudan kullanılırken, bazı ülkelerde bu standartlar yerel düzenlemelere uygun olarak uyarlanmıştır. Türkiye'de bu standartları kendi diline çevirerek kullanan

lkelerden biri olup, bağımsız denetime ilişkin diğeryasal yükümlülükler de dâhil olmak üzere bazı keklemeler yapılmıştır (Şavlı, 2019: 20).

IFAC bünyesinde kurulan Uluslararası Denetim ve Güvence Standartları Kurulu (IAASB) tarafından yayımlanan Uluslararası Denetim Standartları, Türkiye’de ulusal denetim standartlarının getirilmesinde Sermaye Piyasası Kurulu ve Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu (BDDK) gibi birçok düzenleyici kurum da aynı yolu izlemiştir (Şavlı, 2011: 2).

Dünya genelinde denetim standartlarını belirleyen, uluslararası denetim ve standartları kurulu temelde:

- Uluslararası denetim standartları,
- Uluslararası gözden geçirme standartları,
- Uluslararası güvence standartları,
- Benzer hizmetler için uluslararası standartlar,
- Bunlara ilişkin uygulama rehberlerini belirler.

Oluşturulan bu standartlar, özellikle para ve sermaye piyasaları güçlü, ekonomik açıdan gelişmiş ülkeler tarafından benimsenmekte, genel standartlar ise özel standartlara indirgenerek ülkelerin uygulamalarına yön vermektedir (Kaval, 2008: 58).

Ekonomide, özellikle para ve sermaye piyasalarında yaşanan gelişmeler, denetim ve muhasebe standartlarının geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Son yıllarda Amerika-Avrupa eksenini etkileyen düzenleyici kurumların başında IFAC gelmektedir. IFAC bünyesinde oluşturulan çeşitli komiteler ve çalışma grupları, hem uluslararası muhasebe standartlarını hem de uluslararası denetim standartlarını ve meslek mensuplarının sahip olması gereken etik değeryeri hazırlamaktadır (Başpınar, 2005: 58).

5.3. TÜRKİYE DENETİM STANDARTLARI

Türkiye’de denetim standartlarının yayımlanma yetkisi Türk Ticaret Kanunu ile KGK’ye verilmiştir. KGK, IAASB tarafından yayımlanan denetim ve güvence standartlarını Türkçeye evirerek IAASB ile yaptığı telif hakkı sözleşmesi kapsamında Türkiye Denetim Standartları adı altında yayımlamaktadır. TDS düzenlemeleri aşağıdaki gibidir (Şavlı, 2019: 22):

- Etik Kurallar

- Kalite Kontrol Standartları
- Bağımsız Denetim Standartları
- Güvence Denetimi Standartları
- İlgili Hizmetler Standartları
- İlke Kararları

Denetim standartları, denetçilerin mesleki görevlerini yerine getirmelerine yardımcı olan ve denetim faaliyetlerine ışık tutan geniş kapsamlı ilkelerdir. Denetimin uygun ve geçerli sayılabilmesi için denetçinin hiçbir şekilde bu ilkelerin dışına çıkmaması gerekir.

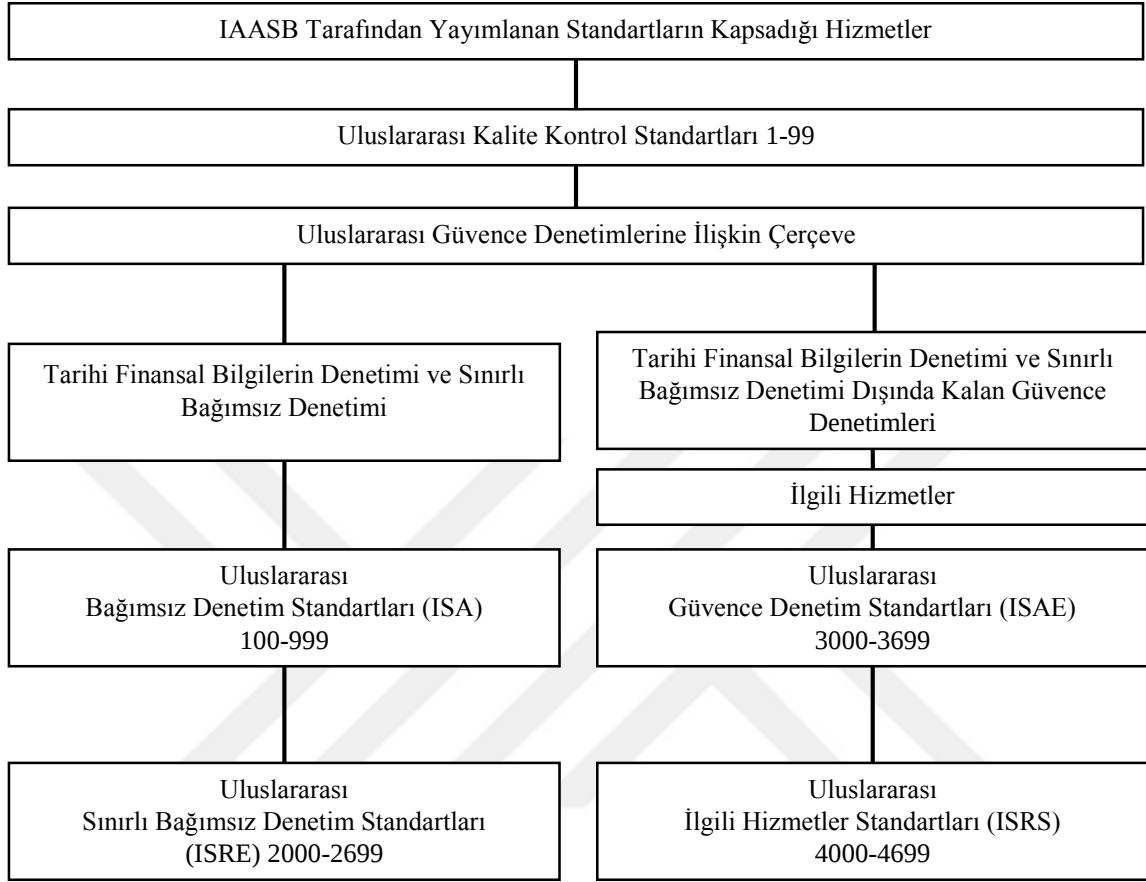
Ülkemizde TÜRMOB, SPK, BDDK, EPDK ve Sigorta Murakabe Kurulu, denetim standartlarının belirlenmesinde önemli rol oynayan kurumlardır. İlgili kurumların bu konudaki çalışmaları incelendiğinde, getirilen düzenlemelerin genel olarak paralel olduğu ve uluslararası denetim standartlarıyla uyumlu ilkelerin oluşturulmaya çalışıldığı görülmektedir. Ancak tüm kurumların bir arada hareket etmediği, kendi varlıklarını ve ağırlıklarını ortaya koyma hedefiyle hareket ettiği ve uluslararası denetim standartlarını kendi bakış açısıyla yorumlamayı tercih ettiği dikkat çekmektedir (Başpınar, 2005: 62).

Türkiye’de bağımsız denetim standartları ilanı çok eskilere dayanmamaktadır. SPK tarafından 2006 yılında Seri X No: 22 sayılı Bağımsız Denetim Standartları Tebliği yayımlanmıştır. Bu tebliğden sonra TÜRMOB bünyesinde kurulan TÜDESK, 2008 yılında Uluslararası Denetim Standartlarını tercüme ederek yayımlamıştır. TİMÜDESK, 1997 yılında TÜRMOB bünyesinde kurulmuş ve muhasebe - denetim standartlarını oluşturma yetkisi bu özerk kuruluşa verilmiştir. SPK No. 2499 Ek: 15.12.1999 tarih ve 4487 sayılı Kanunla Türkiye muhasebe standartları kurulmuş, bu nedenle TİMÜDESK’in adı TÜDESK olarak değiştirilmiştir. Ancak kurum yasal düzenlemelerde yer almamıştır. KGK’nin kurulmasıyla birlikte daha önce bu amaçla kurulmuş olan kuruluşlar kaldırılmış ve KGK bağımsız denetim standartlarını yayımlamaya başlamıştır (Sağlar, 2015: 77).

Denetim ve ilgili hizmetlerde eğitim, etik, kalite kontrol ve kalite güvence standartları, IFAC çatısı altındaki üç bağımsız standart kuruluşu tarafından yayımlanmaktadır. Bu üç organdan biri olan IAASB, bağımsız denetim, sınırlı bağımsız

denetim, diğer güvence denetimleri ve ilgili hizmetlere ilişkin standartlar yayımlamaktadır ve bu standartların genel yapısı şu şekilde özetlenebilir (KGK, 2019: 1).

Şekil 6. IAASB Standartları Genel Yapısı



Kaynak: KGK, 2019: 1; Şavlı 2019: 21.

Yukarıdaki şekilde ifade edilen standartlar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

- **Uluslararası Bağımsız Denetim Standartları (ISA)**, geçmiş finansal bilgilerin bağımsız denetimi için geçerlidir. Bağımsız bir denetçinin finansal tabloları denetlemesiyle bağlantılı olarak yazılmıştır. Standartlar, denetçinin, bir bütün olarak finansal tabloların hile veya hatadan kaynaklanan önemli yanlışlık içerip içermediğini makul güvenceyle belirleyebilmesini gerektirir.

- **Uluslararası Sınırlı Bağımsız Denetim Standartları (ISRE)**, ara dönem finansal tablolar da dâhil olmak üzere geçmiş finansal bilgilerin denetiminde uygulanır. Sınırlı denetim, kullanıcılara geçmiş finansal bilgilerin güvenilirliği konusunda sınırlı güvence sağlar.

• **Uluslararası Güvence Denetimi Standartları (ISAE)**, tarihsel finansal bilgilerin bağımsız denetimleri ve sınırlı denetimleri dışındaki güvence denetim görevleri için geçerlidir.

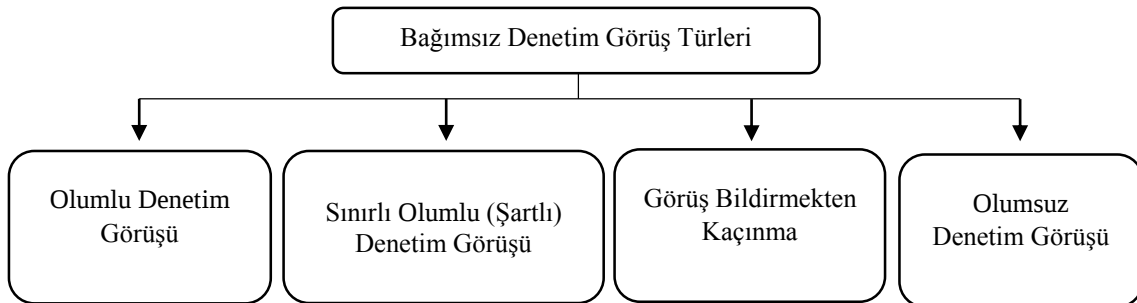
• **Uluslararası İlgili Hizmetler Standartları (ISRS)**, IAASB tarafından güvence denetim dışındaki ilgili hizmetler için yayımlanan standartlardır. Bu bağlamda denetçinin sunduğu hizmet, ilgili kullanıcılara makul veya sınırlı güvence sağlamayı amaçlamaz.

Bu standartlar çevrildikten sonra taslak olarak kurumun internet sitesinde yayımlanmaktadır. Sonrasında Türkiye Denetim Standardı olarak Resmi Gazete’de ilan edildiğinde yürürlüğe girmektedir. Bu standartların her birinin uluslararası denetim standartları için bir kodu olmakla birlikte, Resmi Gazete’de yayımlandığında bu kod Türkiye Denetim Standartları olarak belirtilmektedir (Sağlar, 2015: 79).

6. BAĞIMSIZ DENETİM GÖRÜŞ TÜRLERİ

Bağımsız denetçiler, finansal tabloların Genel Kabul Görmüş Muhasebe İlkeleri’ne (GKGMİ) uyumlu bir şekilde gerçeğe uygun sunumu hakkında bir görüş bildirir ve bu nedenle raporlarının içeriğinden sorumludur. Finansal tabloların GKGMİ’ye uygun olarak gerçeğe uygun sunumundan öncelikli olarak yönetim sorumlu olsa da, denetçi raporu, yönetimin beyanlarının ve/veya iddialarının gerçeğe uygun olduğunu doğrulamaktadır. Finansal tablolara ilişkin denetçi raporu, karşılaştırmalı yıllar için genellikle şirketin dört temel finansal tablosunu (finansal durum tablosu, gelir tablosu, nakit akış tablosu ile öz kaynak değişim tablosunu) kapsar. Bağımsız denetçi, finansal tabloların GKGMİ’ye uygun olarak gerçeğe uygun sunumu hakkında görüş bildirir (Rezaee & Riley, 2009: 231-232). Denetçinin görüşü dört türden biri olabilir:

Şekil 7. Bağımsız Denetim Görüş Türleri



Kaynak: BDS 700, 2019: 9.

Yukarıda ifade edilen görüş türleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

6.1. OLUMLU DENETİM GÖRÜŞÜ

Yeterince kanıt toplandığında ve kanıtların toplu olarak değerlendirilmesine dayalı olarak finansal tabloların önemli yanlışlık içermemesi durumunda yayımlanır. Finansal tablolar topluca değerlendirildiğinde, şirketin ekonomik ve finansal durumu, kârlılığı, fon kaynakları ve kullanımına tekabül eden bir klişe oluşturmaktadır. Bu nedenle özet denetim görüşü, “denetim kapsamı” ve “denetim görüşü” bölümlerini içerirken, “açıklamalar” bölümünü içermez. Ancak denetçi raporunun bu bölümü, denetçi görüşü için ön koşul olmayan ancak raporun okuyucuları için önemli olabilecek hususlara (bilanço tarihi itibarıyla belirsizliklere) dikkat çekebilir (Kaval, 2008: 181).

Finansal tablolar, tüm önemli yönleriyle, şirketin finansal durumunu ve faaliyet sonuçlarını GKGMİ’ye uygun olarak adil bir şekilde sunar. Denetçinin finansal tabloların güvenilirliği hakkında herhangi bir çekincesi yoksa böyle bir görüş verilebilir. Bu, denetçinin vermeyi sevdiği ve müşterilerin almayı tercih ettiği görüş türüdür; bu, tüm önemli mali ihtilafların rapor düzenlenmeden önce denetçiyi tatmin edecek şekilde çözüldüğü anlamına gelmektedir (Rezaee & Riley, 2009: 232).

Denetçi, finansal tabloların tüm önemli yönleriyle geçerli standartlara uygun olarak hazırlandığını tespit ederse olumlu görüş bildirir. Olumlu görüş, denetçinin yönetimin beyanlarıyla bir ölçüde mutabakata vardığı ve finansal tabloların önemli yanlışlık içermediğini tespit ettiği anlamına gelir (Dabbağoglu ve Can, 2018: 159).

6.2. SINIRLI OLUMLU (ŞARTLI) DENETİM GÖRÜŞÜ

Yeterli kanıt toplandığında, genel kabul görmüş muhasebe ilkelerine uygunluğun, bazı küçük yanlışlıklar içerse bile finansal tablolara tam olarak güvenilemeyeceği anlamına gelmediğinde verilen bir görüştür. Kanıtların toplanmasında bazı eksiklikler olsa bile bu, denetimin tamamen güvenilir olmadığı anlamına gelmez. Bu gerçekler ve etkileri açıklanmak kaydıyla, finansal tablolar yine de şirketin durumunu gerçeğe uygun olarak yansıtmaktadır. İşletmenin sürekliliği ilkesine aykırı bir durum yoktur (Kaval, 2008: 181).

Denetçi aşağıdaki durumlarda şartlı görüş verebilir:

- Yeterli ve uygun denetim kanıtı toplandıktan sonra denetçi, finansal tablolardaki yanlışlıkların tek başına veya toplu olarak önemli ancak yaygın olmadığına ulaşırsa veya

- Görüşüne temel oluşturacak yeterli düzeyde kabul edilebilir denetim kanıtı elde edemese de, tespit edilemeyen finansal tablo yanlışlıklarının potansiyel etkisinin önemli olabileceği ancak yaygın olmadığına ulaşırsa. Yaygın olma kavramı, yanlışlıkların finansal tablolar üzerindeki etkisini veya yeterli denetim kanıtının bulunmaması nedeniyle tespit edilemeyen yanlışlıkların finansal tablolar üzerindeki potansiyel etkisini ifade etmektedir (Dabbağoglu ve Can, 2018: 161).

6.3. GÖRÜŞ BİLDİRMEKTEN KAÇINMA

Denetçinin finansal tablolara ilişkin görüş bildiremeyeceğini raporunda belirtmesi görüş bildirmekten kaçındığı anlamına gelir. Denetçi, denetimin kapsamındaki sınırlamalar nedeniyle bir bütün olarak finansal tablolara ilişkin görüş oluşturmak için yeterli ve ihtiyaca uygun kanıt elde edemiyorsa görüş bildirmekten kaçınır. Denetçi, denetimin kapsamının sınırlandırılması nedeniyle görüş açıklayamıyorsa, denetiminin genel kabul görmüş denetim standartlarına uymamasının nedenlerini ayrı bir paragrafta açıklamalı ve denetimin kapsamını belirtmelidir (Kepekçi, 1998: 209).

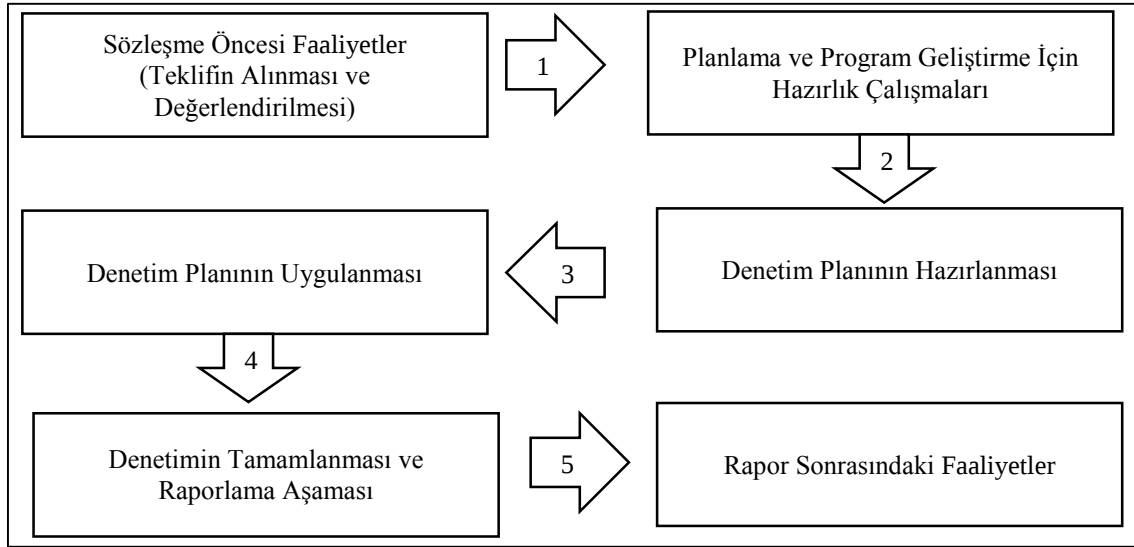
6.4. OLUMSUZ DENETİM GÖRÜŞÜ

Denetçi, finansal tabloların bir bütün olarak işletmenin finansal durumunu veya faaliyet sonuçlarını GKGMİ'ye uygun olarak sunmadığı kanısına varırsa olumsuz görüş bildirir. Şartlı görüş gerektirmeyecek kadar önemli olan ve çok sayıda şartlı görüş gerektiren bir konu varsa denetçi, denetçi raporunda olumsuz görüş bildirmelidir. Bu gibi durumlarda denetim görüşü vermekten kaçınmanın doğru olacağı varsayılmaz. Bunun nedeni, denetçinin finansal tabloların GKGMİ'ye göre hazırlanmadığına dair yeterli bilgiye sahip olmasıdır (Kepekçi, 1998: 209).

7. BAĞIMSIZ DENETİM SÜRECİ VE AŞAMALARI

Denetim sürecinden bahsedildiğinde, genellikle denetim görevinin alınması ile denetim raporunun yayımlanması arasında geçen süre olduğu düşünülür. Ancak bu düşünce yanlış bir bakış açısidir. Çünkü denetim görevinin kabul edilmesinden önce müşteri teklifinin değerlendirilmesi, rapor yayımlandıktan sonra müşterinin genel kurula katılması ve finansal tabloların yayımlanması aşamaları söz konusudur. Dolayısıyla denetim süreci uzun bir zaman dilimini kapsamaktadır. Denetim sürecinin aşamaları olarak tanımlanan bu aşamalar Şekil 8'de verilmiştir.

Şekil 8. Denetim Süreci



Kaynak: Kaval, 2003: 55.

Bu aşamalar aşağıda özet olarak sunulmuştur.

- **Sözleşme Öncesi Faaliyetler:** Bağımsız denetim kuruluşunun seçimi Sermaye Piyasası Kanunu'na göre genel kurul kararına, bankalarda ise yönetim kurulu kararına bağlıdır. Ancak, görevdeki yönetim kurulu ve özellikle denetim komitesi veya denetimden sorumlu yönetim kurulu üyesi gerekli araştırmaları yapmalı ve uygun gördüğü denetim kuruluşlarından teklif istemelidir. Alınan teklifleri değerlendirmeli ve sıralamalıdır. Daha sonra, genel kurul gündemi hazırlanırken gündeme “bağımsız denetimde görevlendirilecek denetim kuruluşunun seçimi” gündem maddesine yer verilmelidir. Bağımsız denetim kuruluşunun seçimi genel kurulun hak ve görevidir (Kaval, 2003: 56).

- **Planlama ve Program Çalışmalarına Hazırlık:** Denetim planlama aşaması, müşterinin işi ve yasal yükümlülüklerine ilişkin bilgi, önemlilik ve risk değerlendirmesi, müşterinin iç kontrol sistemi hakkında bilgi ve kontrol riskinin değerlendirilmesi ile genel denetim plan ve programının hazırlanmasını içerir (Kepekçi, 1998: 28).

- **Denetim Planının ve Programının Hazırlanması:** Genel kabul görmüş denetim standartları denetim planlamasının iyi yapılmasını gerektirir. Denetim planlama takvimi, denetçilerin denetim görüşünü elde etmek için nasıl eylemde bulunacaklarını açıklar. Denetim planının amacı, konuyu denetim alanlarına ayırmak, denetçileri denetim alanlarına yerleştirmek, her denetim alanında kullanılacak denetim yöntem ve

prosedürlerini belirlemek ve denetim faaliyetlerini planlamaktır. Denetimi planlamak için denetçinin şirket hakkında aşağıdaki bilgileri toplaması gerekir (Gücenme, 2004: 62):

- Şirketin faaliyette bulunduğu sektör ve özellikleri,
- Muhasebe politikaları uygulamaları,
- İç kontrol sisteminin yeterliliği,
- Finansal tablolarda yer alan kalemlerin önemlilik sıralaması,
- Finansal tabloların düzeltme yapılması gerekli görülen kalemleri.

Denetçinin denetim yaklaşımını belirlemesini etkileyen hususlar; denetçinin mesleki görevlerini yerine getirebilmesi için yeterli ve yüksek kaliteli kanıt toplama yükümlülüğü; ve kanıt toplama maliyetini en aza indirme ihtiyacıdır. Denetim planı uygun maliyetli bir şekilde hazırlanmalı ve etkin bir denetim yaklaşımı içermelidir (Selimoğlu vd., 2014: 85).

• Denetim Planının Yürütülmesi: Denetim planlamasından sonra, denetim sürecinin bir sonraki aşaması denetim programının uygulanması, yani denetimin yürütülmesidir. Denetimi yürütme, denetim çalışmasının yapıldığı ve denetim kanıtlarının toplandığı ve değerlendirildiği aşamadır. Bu aşama, iç denetim yapısının değerlendirilmesi, denetim programına uygun ve gerekli değişiklikler yapılması ve hesap bakiyelerinin doğruluğunun incelenmesi olarak üç aşamada gerçekleştirilir (Haftacı, 2014: 53).

• Denetim Çalışmalarının Tamamlanması ve Raporlama: Her finansal tablo kalemi ve denetim hedefi için gerekli tüm prosedürler tamamlandıktan sonra, toplanan bilgiler, finansal tabloların doğru ve gerçeğe uygun bir görüşü sağlayıp sağlamadığına ilişkin genel bir sonuç oluşturmak üzere birleştirilmelidir. Bu incelemede denetçinin mesleki muhakemesi önemlidir. Denetimin tamamlanmasının ardından denetçi, görüşünü belirttiği ve yayımladığı denetim görüşünü açıkladığı bir denetim raporu yayımlamalıdır (Selimoğlu vd., 2014: 87).

• Rapor Sonrası Faaliyetler: Denetim kuruluşunun görevi denetim raporunun sunulması ile bitmez. Sunulan raporun müşteri şirketin genel kurul toplantısında görüşülmesi sırasında, denetim şirketinin sorumlu ortağı/baş denetçisi veya denetim ekibinden bir denetçi soruları yanıtlamak üzere genel kurulda hazır bulunur (Kaval, 2003: 60).

İzleyen ikinci bölümde, veri madenciliğine ilişkin kavramsal çerçeve ele alınmış olup, çalışmada kullanılan sınıflandırma yöntemlerine değinilecektir.



İKİNCİ BÖLÜM

VERİ MADENCİLİĞİNDE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte öne çıkan konulardan birisi de verilerden bilgi keşfi olarak ifade edilen veri madenciliği olmuştur. İşletme verilerinin büyük boyutlara ulaştığı günümüzde, veri madenciliği aracılığıyla işe yarar anlamlı bilgiler edinmek mümkün hale gelmiştir. Bu bölümde veri madenciliği kavramı, tanımı, ilişkili olduğu disiplinler, gelişim süreci, modelleri, sınıflandırma yöntemleri, kullanıldığı alanlar, CRISP-DM süreci ve performans değerlendirme ölçütleri ele alınacaktır. Ayrıca çalışmanın uygulama kısmında faydalanılan WEKA veri madenciliği yazılımına değinilecektir.

1. VERİ MADENCİLİĞİ KAVRAMI

Veri madenciliği, büyük miktarda verinin varlığı ve bu verilerin yararlı bilgiye dönüştürülmesi ihtiyaç olduğundan, bilgi endüstrisinde son yıllarda çok fazla ilgi görmüştür. Elde edilen bilgilerin pazar analizi, dolandırıcılık tespiti, müşterileri elde tutma, üretim kontrolü ve bilimsel araştırmalar gibi çeşitli uygulamalar için kullanıldığı görülmektedir (Han & Kamber, 2006: 1).

Büyük veri tabanlarından tahmine dayalı bilgilerin çıkarılması olan veri madenciliği, kuruluşların veri ambarlarındaki temel bilgilere odaklanmasına yardımcı olacak büyük potansiyele sahip güçlü ve yeni bir teknolojidir. Veri madenciliği araçları, gelecekteki eğilimleri ve davranışları tahmin ederek işletmelerin proaktif, bilgiye dayalı kararlar vermesini sağlamaktadır. Veri madenciliğinin sağladığı otomatikleştirilmiş, ileriye dönük analizler, karar destek sistemlerine özgü geriye dönük araçlar tarafından sağlanan geçmiş olayların analizlerinin ötesine geçmektedir. Veri madenciliği araçları, geleneksel olarak çözülmesi çok zaman alan iş sorularını, kısa sürede yanıtlayabilmektedir. Gizli kalıplar için veri tabanlarını araştırabilmekte ve uzmanların gözden kaçırabilecekleri tahmine dayalı bilgileri bulabilmektedirler (Kumar & Wahidabanu, 2009: 44).

Harvard Business Review'a göre veri madenciliği 21. yüzyılın en değerli mesleklerinden birisidir. Artık en değerli maden petrol değil veri olduğu günümüz dünyasında, müşterinin ne alacağını öncesinde tahmin etmek ve olayları analiz etmek temel stratejiler haline gelmiştir. Güçlü ve sofistike analiz gerektiren gerçek zamanlı süreçler için günümüzün olmazsa olmazlarından birisi veri madenciliğidir. Büyük veri ve

bulut depolama gibi Endüstri 4.0 çözümlerinin yaygınlaşmasıyla veri madenciliği daha da önemli hale gelmektedir (Şener, 2017: 1).

Veri madenciliğinin amacı, kullanıcının harekete geçebileceği yeni bilgiler üretmektir. Bu kurumsal işlemler, müşteri geçmişleri ve demografik bilgiler, süreç kontrol verileri ve kredi büroları veya hava durumu verileri gibi çeşitli kaynaklardan toplanan verilere dayalı olarak gerçek dünyanın bir modeli oluşturularak yapılmaktadır. Model oluşturma sonucunda, tahminlerde bulunmak için güvenilir bir şekilde kullanılacak verilerdeki kalıpların ve ilişkilerin bir açıklamasıdır (Two Crows Corp., 2005: 9).

Verilerin hızla artmasıyla birlikte güçlü veri analiz araçlarına duyulan ihtiyaçta artmıştır. Bu durum, “veri açısından zengin ancak bilgi açısından zayıf bir durum” olarak tanımlanmıştır. Büyük ve çok sayıda veri havuzunda depolanan hızla büyüyen devasa miktardaki veri, güçlü araçlar olmadan insanoğlunun anlama yeteneğini çok aşmış durumdadır. Eğer büyük veri havuzlarında toplanan veriler anlamlı hale getirilmezlerse, nadiren ziyaret edilen veri arşivleri olan “veri mezarları” (data tombs) haline gelecektir. Bunun bir sonucu olarak, önemli kararlar genellikle veri havuzlarında saklanan bilgi açısından zengin verilere değil, karar vericinin sezgilerine göre verilecektir. Çünkü karar verici çok büyük miktarlarda bulunan değerli bilgiyi çıkarma araçlarına sahip değildir. Veri madenciliği araçları, veri analizi gerçekleştirmekle birlikte önemli veri kalıplarını ortaya çıkararak iş stratejilerine, bilgi tabanlarına, bilimsel araştırmalara ve tıbbi araştırmalara büyük katkı sağlayabilmektedir. Veri ve bilgi arasındaki genişleyen boşluk, veri mezarlarındaki bilgiyi “altın külçelere” (golden nuggets) dönüştürecek veri madenciliği araçlarının sistematik olarak geliştirilmesini gerektirmektedir (Han & Kamber, 2006: 4-5).

Veri akışı arttıkça ve arama yapabilen makineler yaygınlaştıkça veri madenciliği fırsatları da artmaktadır. Dünya daha karmaşık hale geldikçe ve ürettiği veriler hızla arttıkça, veri madenciliği gizli kalıpları tespit etmek için tek umudumuz haline gelmektedir. Akıllıca analiz edilen veriler değerli bir kaynak haline gelmektedir. Yeni tahminlere, daha iyi karar vermeye ve ticari ortamlarda rekabet avantajı sağlamaya yardımcı olduğu görülmektedir (Witten vd., 2017: 5).

Veri madenciliği, istatistiksel ve sayısal olarak büyük veri kümeleri üzerinde yoğun işlemler gerektirmektedir. İyileştirilmiş depolama kapasitesi ve işleme hızı, birkaç

yıl önce çıkarılamayan verilerin işlenmesini mümkün kılmıştır. Günümüzde şirketlerin çok kârlı olmaları, daha hızlı hareket etmeleri ve daha kaliteli hizmetler sunmaları ve tüm bunlarda minimum maliyet ve minimum insan gücüne dikkat etmeleri gerekmektedir. Veri madenciliği, bu tür hedeflerin ve kısıtlamaların olduğu iş dünyasında temel teknolojilerden birisi konumuna gelmiştir. Bunun nedeni, veri madenciliğinin müşterilerden ve müşteri faaliyetlerinden kaynaklanan fırsatları belirlemeyi ve riskleri daha iyi değerlendirmeyi kolaylaştırmasıdır (Baykal, 2006: 106).

Veri madenciliği ile iş yapmanın temel faydası; gözden kaçan ilişkileri tespit etmek ve faaliyetleri iyileştirmektir. Veri madenciliği terimi genellikle büyük veri kümelerinden şirketlerin gelecek tahminleri için ilgili verilerin toplanması olarak anlaşılmaktadır. Veri madenciliği; uygun bilgisayar yazılımını kullanarak, zaman içinde meydana gelen olayların veya işlemlerin istatistiksel olarak ilişkilendirilmesini ve dolayısıyla gelecekteki beklentilerin belirli bir deneyime dayanmasını sağlamaktadır (Pazarçeviren vd., 2015: 87-89).

Veri madenciliği, veri tabanlarında mevcut olan verileri analiz ederek sorunları çözmekle ilgilenmektedir. Günümüzün rekabetçi, müşteri ve hizmet odaklı ekonomisinde veriler, iş büyümesini sağlayan hammaddeler olarak karşımıza çıkmaktadır (Witten vd., 2017: 5). Veri madenciliği algoritmaları, son zamanlarda eski istatistiksel yöntemlerden daha iyi performans gösteren olgun, güvenilir ve anlaşılır araçlar olarak uygulanan yöntemleri içermektedir (Kumar & Wahidabanu, 2009: 44).

Rekabetçi pazarlama stratejileri bilgiye dayanmaktadır, bu nedenle şirketler kullandıkları bilgi sistemlerini daha verimli hale getirmek için yoğun çaba sarf etmektedir. Hayati ama gizli bilgiler için, şirketin ana bilgi sistemi olan muhasebe bilgi sistemi, daha kaliteli ve verimli bilgi üretmek ve karar vericilere maksimum fayda sağlamak için kurumsal zekâ teknolojilerinden biri olan veri madenciliğini kullanmalıdır (Alagöz vd., 2014: 18). Veri madenciliği kendi başına bir çözüm değil, çözüme ulaşmak için karar verme sürecini destekleyen ve sorunu çözmek için gerekli bilgileri sağlayan bir araçtır. Veri madenciliği; analistin, iş süreci sırasında ortaya çıkan veriler arasındaki kalıpları ve ilişkileri bulmasına yardımcı olmaktadır (Baykal, 2006: 96).

Şu anda mevcut olan büyük miktarda veri ile hemen hemen her sektördeki şirketler, rekabet avantajı için verilerden yararlanmaya odaklanmaktadır. Geçmişte şirketler, veri kümelerini manuel olarak keşfetmek için istatistikçilerden,

modelleyicilerden ve analistlerden oluşan ekipler çalıştırıyordu, ancak verilerin hacmi ve çeşitliliği, manuel analiz kapasitesini çok aşmış durumdadır. Aynı zamanda, bilgisayarlar çok daha güçlü ve ağ iletişimi her yerde yaygın hale gelmiştir. Daha önce mümkün olandan daha geniş ve daha derin analizler sağlamak için veri kümelerini birbirine bağlayabilen algoritmalar geliştirilmiştir. Bu fenomenlerin yakınsaması, veri bilimi ilkelerinin ve veri madenciliği yöntemlerinin giderek yaygınlaşan iş uygulamalarına yol açtığı görülmektedir (Provost & Fawcett, 2013: 1).

Aşırı bilgi yükünün inanılmaz boyutlara ulaştığı günümüz dünyasında iş liderleri, verileri kullanarak, belirli analizler sonucunda performanslarını ölçerek ve bunun sonucunda en hızlı ve en optimum kararı alarak hızla değişen pazar koşullarında etkili stratejiler geliştirmek zorundadır. Özellikle geleceği etkin bir şekilde tahmin edebilme yeteneğinin verilerde saklı olduğu düşüncesi, verilerin analiz edilmesini zorunlu kılmış ve yeni araştırmalara yol açmıştır. Bu yeni çabalar artık iş zekâsı, iş analitiği, veri madenciliği, veritabanlarında bilgi keşfi gibi adlar almıştır (Akpınar, 2020: 280).

Her yerde bulunan bilgi işlem, dijital alanı gerçek dünyadaki faaliyetlerle yakından kaplamaktadır. Günümüzün vizyonerleri, makinelerin hayatımızı daha zengin ve daha kolay hale getirmek için gizlice birlikte çalıştığı “sessiz” bir bilgisayar dünyası hayal etmektedir. Sadece kurumsal finans ve okul ödevlerinin büyük sorunlarını değil, araba anahtarlarının nerede olduğunu, park yeri bulunup bulunamayacağı, geçen hafta görülen gömleğin hala indirimde olup olmadığı gibi küçük sıkıntıları da çözeceklerdir. Saatler elektrik kesintisinden sonra doğru zamanı bulacak, mikrodalga internetten yeni tarifler indirecek, çocuk oyuncakları yeni oyunlar ve yeni kelimelerle kendilerini güncelleyecek, giysi etiketleri giysileri takip edecek, kahve fincanları temizlik personelini küf konusunda uyarmak, lamba anahtarları odada kimse olmadığında enerji tasarrufu sağlayacak ve kalemler çizdiğimiz her şeyi dijitalleştirecektir. Bu yeni dünyada veri madenciliği nerede bulunacak? Her yerde! (Witten vd., 2017: 528).

Son olarak, “Bilgi güçtür” (*Scientia potentia est*), Francis Bacon'a atfedilen Latince bir özdeyiştir. “Bilginin kendisi güçtür” (*ipsa scientia potestas est*) ifadesi, Bacon’ın 1597 tarihli *Meditationes Sacrae* adlı eserinde yer almaktadır ve bilgi keşfinin genellikle veri madenciliği ile eşanlamlı olarak görüldüğü unutulmamalıdır.

2. VERİ MADENCİLİĞİNİN TANIMI

Veri madenciliği sade net bir tanımlaması yapılamayan bir disiplindir. Literatürde veri madenciliği birçok farklı şekilde tanımlanmıştır. Tanımı genellikle açıklayan kişinin geçmişine, ilgisine ve görüşüne göre farklılık göstermektedir.

Alanın önde gelen uzmanlardan biri olan Piatetsky-Shapiro, veri madenciliğini monoton olmayan bir süreçte verilerden önceden bilinmeyen, potansiyel olarak yararlı bilgilerin çıkarılması süreci olarak tanımlamaktadır. Bu süreç kümeleme, veri özetleme, sınıflandırma kurallarını öğrenme, bağımlılık ağlarını bulma, değişiklikleri analiz etme ve anomalileri tespit etme gibi birçok farklı teknik yaklaşımı içermektedir (Akpınar, 2000: 2).

Veri madenciliği, verilerdeki kalıpları keşfetme süreci olarak tanımlanmaktadır. İşlem otomatik veya yarı otomatik yapılmaktadır. Keşfedilen kalıplar, ekonomik bir avantaj gibi bazı faydalara yol açmaları açısından anlamlı olması gerekmektedir (Witten vd., 2017: 6).

Veri madenciliği, beklenmedik ilişkileri keşfetmek ve büyük verileri hem anlaşılabilir hem de veri sahibi için yararlı olacak yeni yollarla özetlemek için gözlemsel veri kümelerinin analizidir. Veri madenciliği yoluyla elde edilen ilişkiler ve özetler genellikle model veya örüntü (pattern) olarak adlandırılır (Kumar & Wahidabanu, 2009: 44).

Veri madenciliği, geçerli tahminler yapmak için kullanılabilecek verilerdeki kalıpları ve ilişkileri keşfetmek için çeşitli veri analiz araçlarını kullanma sürecidir (Two Crows Corp., 2005: 1).

Veri madenciliği, bilim adamları ve araştırmacılar tarafından, daha önce bilinmeyen büyük miktardaki veriden yeni ve potansiyel olarak işe yarar bilgiler çıkarmaktır. Modern veri madenciliği teknolojilerinin odak noktası, ham verilerde çoklu ilişkileri yansıtan gizli kalıpları ve anormallikleri aramaktır (Altexsoft, 2021: 3).

Gartner Group'un tanımına göre veri madenciliği, istatistiksel ve matematiksel tekniklerle birlikte örüntü tanıma teknolojilerini kullanarak depolama ortamında depolanan veri yığınlarının elenmesi yoluyla anlamlı yeni korelasyonlar, örüntüler ve trendler keşfetme sürecidir. Örüntü kelimesi, belirli fakat bilinmeyen bir sınıfın nesnelerini veya olaylarını tanımlamaktadır. Bir görüntünün daha sonra bilgisayar

tarafından algılanabilmesi için, bu görüntü sınıfına ait görüntü kalıplarına (örneğin A harfinin farklı yazılışları) ses örneklerine örüntü denilmektedir (Akpınar, 2000: 2).

Daniel T. Larose çalışmasında veri madenciliği için aşağıdaki tanımlamaları yapmıştır (Larose, 2005: 2):

- Veri madenciliği, örüntü tanıma teknolojilerini, istatistiksel ve matematiksel teknikleri kullanarak veri ambarlarında yer alan büyük miktarda veriyi eleyerek anlamlı yeni korelasyonlar, modeller ve trendler keşfetme sürecidir.

- Veri madenciliği, beklenmedik ilişkileri keşfetmek ve verileri hem anlaşılır hem de veri sahibi için yararlı olacak yeni yollarla özetlemek için gözlemsel veri setlerinin analizidir.

- Veri madenciliği, büyük veri kümelerinden bilgi çıkarmak için makine öğrenmesi, örüntü tanıma, istatistik, veri tabanları ve görselleştirme tekniklerini bir araya getiren disiplinler arası bir alandır.

Gorunescu tarafından yapılan veri madenciliği tanımlamaları ise aşağıdaki gibidir (Gorunescu, 2011: 4):

- İstatistik, makine öğrenmesi ve örüntü tanıma gibi hesaplama tekniklerini kullanarak büyük veri tabanlarında kalıpların otomatik aranması;

- Verilerden önceden bilinmeyen ve potansiyel olarak faydalı bilgilerin çıkarılması;

- Veri kümelerinden veya veri tabanlarından faydalı bilgiler çıkarma bilimi;

- Anlamlı kalıpları keşfetmek için büyük veri kümelerinin otomatik veya yarı otomatik keşfi ve analizi;

- Verilerde “gizli” (hidden) olan kalıpların ve ilişkilerin tanımlanması;

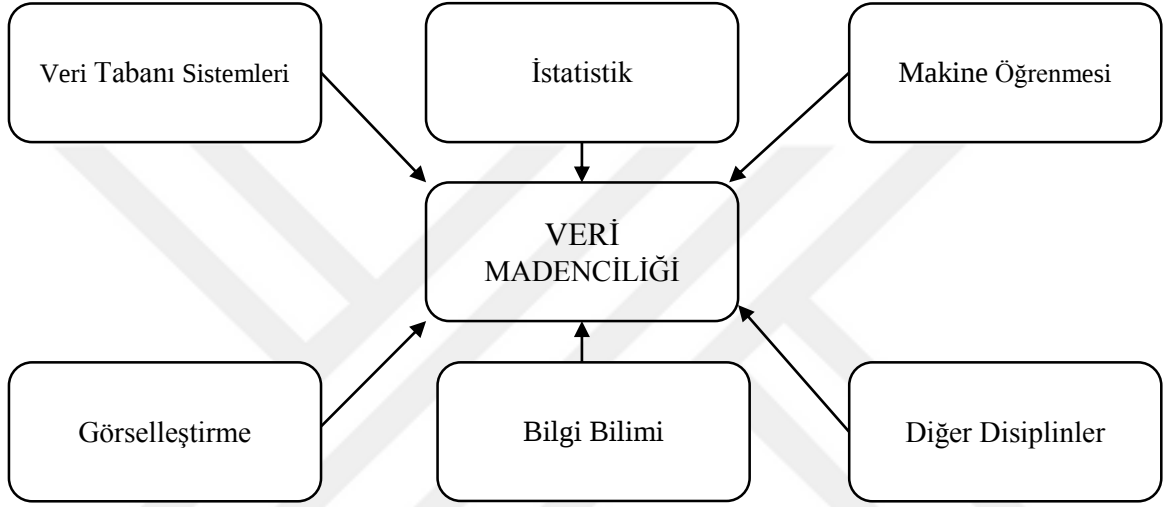
- Veri madenciliği metaforik olarak ifade edilecek olursa, aramayı hızlandırmak için metal bir sensör kullanarak, ilgili süreci “otomatikleştirmeye” yarayan meşhur “samanlıkta iğne aramak” atasözüyle ifade edilebilir.

Bilgi keşfi, bilgi madenciliği ve makine öğrenmesi olarak da bilinen veri madenciliği, büyük veri yapılarından değerli bilgilerin çıkarılması süreci veya yöntemi olarak tanımlanabilir (Altunkaynak, 2017: 13).

3. VERİ MADENCİLİĞİ VE İLİŞKİLİ OLDUĞU DİSİPLİNLER

Veri madenciliği, veri tabanı sistemleri, istatistik, makine öğrenmesi, görselleştirme ve bilgi bilimi gibi birçok disiplini bir araya getiren disiplinler arası bir alandır (Şekil 9). Ayrıca veri madenciliği yaklaşımına bağlı olarak, sinir ağları, bulanık mantık veya kaba küme teorisi, bilgi gösterimi, tümevarımsal mantık programlama veya yüksek performanslı hesaplama gibi diğer disiplinlerden de teknikler kullanılabilir (Han & Kamber, 2006: 29).

Şekil 9. Birden Fazla Disiplinin Birleşimi Olarak Veri Madenciliği



Kaynak: Han & Kamber, 2006: 29.

1990’lardan bu yana, genellikle verilerde “madencilik” süreci olarak tanımlanan veri madenciliği kavramı, akademik alandan işletme veya tıbbi faaliyetlere kadar birçok ortamda popülerlik kazanmıştır. Veri madenciliği, kısa bir geçmişe sahip bir çalışma alanı olması ve henüz “ergenlik” aşamasını geçmemiş olması nedeniyle çeşitli bilim dalları tarafından halen tartışılmaktadır. Dolayısıyla Daryl Pregibons’un “veri madenciliği istatistik, yapay zekâ ve veri tabanı araştırmasının birleşimidir” iddiası hala geçerliliğini korumaktadır (Gorunescu, 2011: 1). Veri madenciliği, örüntü tanıma ve sınıflandırma sorunlarını ele alan yapay zekâ ve istatistikteki gelişmelere dayanmaktadır. Ayrıca yapay zekâ çalışmalarının uzantısı olan makine öğrenmesi ve uzman sistemler ile veri tabanları, optimizasyon, görselleştirme gibi çeşitli disiplin ve teknolojilerdeki gelişmelerden de veri madenciliğinin etkilendiği görülmektedir (Akpınar, 2000: 4).

Veri madenciliği “istatistiksel analiz ve modelleme” ve “makine öğrenmesi” kullanımıyla başlamıştır. Bu nedenle veri madenciliğinde, verilerin içerdiği bilgilerin

ortaya çıkarılması için ileri teknolojiler ve mesleki deneyim birlikte kullanılmalıdır (Ersöz ve Çınar, 2021: 399).

Veri madenciliği, istatistik gibi çeşitli analizler yoluyla verilerden bilgi edinmeyi ve öğrenmeyi de içeren bir alandır. Temel olarak, büyük veri tabanlarındaki karmaşık verilerde örüntüler bulmayı, anlamlı ve faydalı bilgileri keşfetmeyi ve çıkarılan bilgileri anlaşılır bir şekilde sunmayı sağlar. Ayrıca istatistiksel analizlerde olduğu gibi veri madenciliği de geleceğe yönelik tahminlerde bulunmayı mümkün kılmaktadır (Emre ve Erol, 2017: 163).

Veri madenciliği yöntemlerinden bazıları istatistiksel yöntemlere dayanmaktadır ve bu anlamda bu iki yaklaşım iç içe görülebilir. Bu kısmen doğru olsa da veri madenciliği yöntemlerini klasik istatistiksel yöntemlerden ayıran bazı özellikler bulunmaktadır. Bunlardan bazıları;

- Veri madenciliği yöntemlerinin nispeten daha büyük veri yapılarında kullanılması,
- Klasik istatistiksel yöntemler için gerekli birçok varsayım (örn. dağılım varsayımları, varyansın homojenliği, dağılımlar arasındaki yakınsama ile ilgili varsayımlar) çoğu zaman gerekli olmaması,
- Hipotez kurmak ve bu hipotezi test etmek için veri toplamak yerine mevcut verilerden faydalı sonuçlar elde edilmeye çalışılması,
- Yeni veriler eklendikçe elde edilen modellerin veya kuralların eğitilmesine devam edilmesi olarak ifade edilebilir (Hosking vd. 1997'den akt. Altunkaynak, 2017: 14-15).

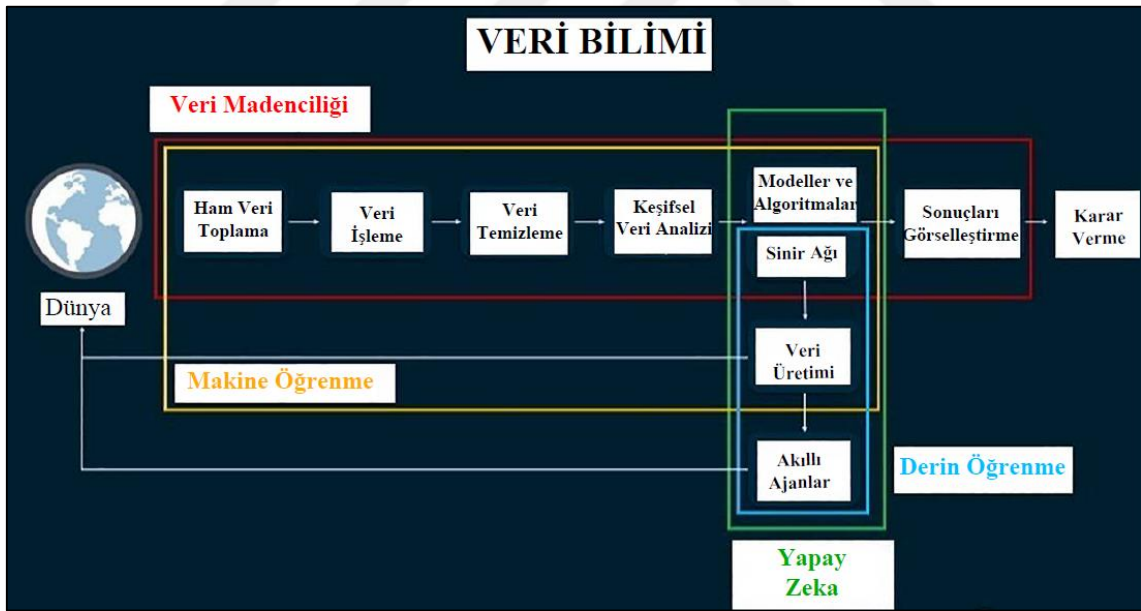
Veri madenciliği analizinde, veri setinin tamamı analiz edilerek daha spesifik/yerel bilgi elde edilir. Bu durumda, genelden özele doğru bir bilgi keşfinden söz edilir, yani **tümdengelimli** bir yaklaşım benimsenir. Buna karşın istatistiksel analiz, ana küleden seçilen örneğin analizinden elde edilen sonuçlar tüm ana kütle/veri setine genelleştirildiğinden **tümevarımsal** yaklaşımı kullanır. Bu yaklaşımda özelden genele doğru bir yönelim söz konusudur (Emre ve Erol, 2017: 163).

Veri madenciliğini, büyük veri kümelerini farklı açılardan analiz etme ve bu bilgileri çeşitli durumlara göre yararlı kılmak ve özet olarak görmek için korelasyonları ve kalıpları ortaya çıkarma süreci olarak ifade edilebilir. Günümüzde veri madenciliği

yapay zekâ, istatistik, veri bilimi, veri tabanı teorisi ve makine öğrenmesi gibi birçok teknikle harmanlanmaktadır (Exastax, 2017a: 2).

Veri bilimi, hem yapılandırılmış hem de yapılandırılmamış verileri anlamayı ve içerdiği içgörülerini araştırmayı amaçlayan sürekli gelişen bir disiplindir. Veri bilimi, büyük veriden yararlanmaktadır. Bununla birlikte makine öğrenmesi, yapay zekâ, derin öğrenme ve veri madenciliği dâhil olmak üzere farklı çalışmalar, yöntemler, teknolojiler ve araçlardan yararlanmaktadır. Veri bilimi alanı, büyük ölçüde veri analizi, istatistik, matematik, programlama, veri görselleştirme ve yorumlamaya dayanmaktadır. Veri biliminin daha genel bir kullanımı vardır. Bilgisayar bilimi veya uygulamalı matematik gibi bir çalışma alanıdır. Veri madenciliği daha çok bir veri bilimi sürecindeki tekniklerle ilgilidir, ancak örüntü tanıma, istatistiksel analiz ve veri akışı yazma her iki alanda da uygulanabilir. Veri bilimi ve buna bağlı olarak veri madenciliği, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve yapay zekâ için gerekli bilgi tabanını oluşturmak için kullanılabilir. İfade edilen kavramlar arasındaki ilişkiler aşağıda Şekil 10’da verilmiştir (Altexsoft, 2021: 4).

Şekil 10. Veri Bilimi, Makine Öğrenme, Yapay Zekâ, Derin Öğrenme ve Veri Madenciliği Arasındaki İlişkilerin Gösterimi



Kaynak: Altexsoft, 2021: 4.

Üretim ve hizmet şirketlerinde biriken büyük veri tek başına bir anlam ifade etmemektedir. Ancak veriler işlendiğinde, belirli örüntüler hakkında sonuçlar çıkararak anlam kazanmaktadır. Veriye dayalı yöntemlerle ilgili süreç modelleri veri madenciliği, büyük veri ve analitiği, iş analitiği vb. isimlerle tanımlanmasalarda onlarca yıldır kullanılmaktadır (Ersöz ve Çınar, 2021: 398). Günümüzde bu kavramlar daha net

anlaşılmakta ve genellikle veri bilimi adı altında tanımlanmaktadır. Veri bilimi; istatistik, veri analitiği, yapay zekâ ve bilimsel yöntemler gibi çeşitli disiplinleri birleştirmektedir. Veri bilimi; matematik, istatistik, makine öğrenmesi, algoritmalar ve diğer benzer disiplinleri kullanarak ham verilerden anlamlı ilişkiler çıkararak müşteri davranışı ve eğilimleri vb. ile ilgilenen bir disiplin olarak da tanımlanabilir. Veri bilimini uygulayanlara “**Veri Bilimcisi**” denilmektedir. Günümüzde bir veri bilimcisi; veri madenciliği, makine öğrenmesi, büyük veri analitiği, veri analizi, istatistik, bilgisayar programlama ve veri görselleştirme gibi uzmanlıklara sahip olmalıdır (Li, 2016: 1).

Veri biliminde tahmin (prediction), genellikle bilinmeyen bir değeri tahmin etmek anlamına gelmektedir. Bu değer gelecekte olabileceği gibi, şu anda veya geçmişte de olabilir. Veri madenciliği genellikle tarihsel verilerle ilgilendiğinden, modeller sıklıkla geçmişten gelen olaylar kullanılarak oluşturulmakta ve test edilmektedir. Kredi puanlaması için tahmine dayalı modeller, potansiyel bir müşterinin temerrüde düşme olasılığını tahmin etmektedir. İstenmeyen e-posta filtrelemeye yönelik tahmine dayalı modeller, belirli bir e-postanın istenmeyen e-posta olup olmadığını tahmin etmektedir. Dolandırıcılık tespiti için tahmine dayalı modeller, bir hesabın dolandırılıp dolandırılmadığını tahmin etmektedir. Burada önemli olan, modelin bilinmeyen bir değeri tahmin etmek için kullanılması durumudur (Provost & Fawcett, 2013: 45).

4. VERİ MADENCİLİĞİ VE MAKİNE ÖĞRENMESİ

Veri madenciliği alanı, makine öğrenmesinin bir dalı olarak ortaya çıkmıştır ve ikisi yakından ilişkili olmaya devam etmektedir. Her iki alanda da yararlı veya bilgilendirici kalıpları bulmak için veriler analiz edilmektedir. Teknikler ve algoritmalar her ikisi arasında paylaşılmaktadır. Aslında, alanlar o kadar yakından ilişkilidir ki, araştırmacılar genellikle her iki topluluğa da katılmakta ve bunlar arasında sorunsuz bir şekilde hareket etmektedir. Bununla birlikte, perspektif sağlamak için bazı farklılıkları ele alınabilir. Makine öğrenmesi birçok performans iyileştirme türüyle ilgilendiğinden robotik ve bilgisayarla görselleştirme gibi veri madenciliğinin parçası olmayan alt alanları içermektedir. Aynı zamanda, veri madenciliği ile ilgili olmayan araç ve bilişsel konuları (akıllı araç, öğrenilmiş bilgiyi kendi kendine kullanma) ele almaktadır. Tarihsel olarak, veri madenciliği, gerçek dünya uygulamalarının incelenerek ortaya çıkan sorunlara odaklanan bir araştırma alanı olarak makine öğrenmesinden ayrılmıştır ve yaklaşık on yıl sonra veri madenciliği topluluğu, makine öğrenmesinden ziyade, uygulamalarla ilgilenmeye devam etmiştir. Bu nedenle, ticari uygulamalara ve veri analizinin iş

sorunlarına odaklanan araştırmalar, makine öğrenmesi yerine veri madenciliği topluluğuna yönelme eğilimindedir. Veri Madenciliği ayrıca veri analitiğinin tüm süreciyle (veri hazırlama, model öğrenme, değerlendirme vb.) daha fazla ilgilenmektedir (Provost & Fawcett, 2013: 40).

Makine öğrenmesi başlı başına bir alan olarak 1990’larda yeniden gelişmeye başlamıştır. Bu alan değişiminin amacı, pratik hayatta çözülebilir sorunların ele alınmasında yapay zekâyı kullanmaktır. Makine öğrenmesi ve veri madenciliği genellikle aynı yöntemleri kullanmaktadır ve bu yöntemler önemli ölçüde örtüşmektedir. Bu yöntemler genel olarak şu şekilde ayırt edilebilir:

- Makine öğrenmesi, bilinen özelliklere dayalı olarak öğrenilen verilerden yapılan tahminlere odaklanmaktadır.
- Veri madenciliği ise geçmiş verilerdeki bilinmeyen özelliklerin keşfedilmesine odaklanmaktadır. Bu, veri tabanlarında bilgi keşfi analizinin bir adımıdır.

Bu iki alan birçok yönden örtüşmektedir. Veri madenciliği birçok makine öğrenmesi yöntemini kullanmaktadır, ancak çoğu zaman mantıksal olarak farklı hedefleri vardır. Öte yandan, makine öğrenmesi, öğrenme doğruluğunu artırmak için denetimsiz öğrenme veya ön işleme adımı gibi veri madenciliği yöntemlerini de kullanmaktadır (Alkan, 2018: 2).

Kurumlar artık düşük maliyetle bilişim ve veri depolama çözümleri satın alabilmektedirler. Böylece bilgiye kolayca erişebilmekte ve internet ağları üzerinden paylaşabilmektedirler. Veri madenciliği ve makine öğrenmesi teknolojisinin değeri, büyük miktarda veriyle uğraşan sektörlerin çoğu tarafından kabul edilmiştir. Verilerden önemli ve değerli ilişkiler çıkararak ve zaman zaman gerçek zamanlı tahminler yaparak sektörde daha etkin çalışmak veya rakiplerine göre avantaj sağlamak mümkün hale gelmiştir. Büyük veriler arasındaki ilişkilerin ve örüntülerin keşfedilmesine olanak sağlayan, yapılacak araştırmaya ve verinin türüne uygun veri madenciliği ve makine öğrenmesi teknikleri bulunmaktadır. Veri madenciliği, veri tabanlarındaki bilginin keşfi olup, makine öğrenmesi algoritmalarını kullanarak büyük veri kümelerinden anlamlı ilişkiler ve kurallar çıkaran bir disiplindir (Ersöz ve ınar, 2021: 398).

Makine öğrenmesi, karar verme modellerini geliştirmek için veri madenciliği ve hesaplamalı zekâ algoritmalarını kullanmaktadır. Veri madenciliği ve makine öğrenmesi iş kullanımı için birçok uygulamaya sahiptir. Akademik çalışmalara bakıldığında, tahmin

alışmalarında kullanılan algoritma ve tekniklerin veri madenciliği veya makine öğrenmesi kavramlarının kullanıldığı görülmektedir. Bu iki disiplin arasında benzerlikler olsa da günümüzde farklı kavramlar olarak anılmaktadır (Shafiq vd., 2020: 22).

Makine ğrenmesi, 1959’da yapay zekâda sayısal öğrenme ve örüntü tanıma araştırmalarından doğan bilgisayar biliminin bir alt disiplini­dir. Makine ğrenmesi, yapısal bir işlev olarak veriler hakkında öğrenebilen ve tahminler yapabilen algoritmaların incelenmesi ve oluşturulması ile ilgili bir sistemdir. Bu tür algoritmalar, statik program talimatlarını katı bir şekilde takip etmek yerine girdi örneklerine dayalı olarak veri tabanlı tahminler ve kararlar almak için bir model oluşturarak çalışmaktadır (Alkan, 2018: 2).

Makine öğrenmesini yapay zekânın bir alt kümesi olarak değerlendirebiliriz. Yapay zekâ, insan gibi davranan bir teknoloji fikriyken, makine öğrenmesi algoritmaları, büyük verilerde kalıpları bulmakla ilgilidir. Bu kendi kendine öğrenen algoritmalar, makinelerin veri kümelerinden öğrenmesini sağlamaktadır. Makine ğrenmesi algoritmaları, mevcut verilerdeki kalıpları algılayarak gelecekteki verilerdeki benzer kalıpları tanımlayabilmekte ve veriye dayalı tahminler yapabilmektedir. Bu algoritmalar, davranışları deneysel verilere dayalı olarak geliştirmektedir. Böylece yeni koşullara uyum sağlayarak belirli talimatlarla yazılım rutinlerini kodlamaktan daha fazlasını başarabilirler. Bu nedenle, makinelerin bir görevi nasıl gerçekleştireceklerini deneyimlerden öğrenmek için ‘eğitildiğini’ söyleyebiliriz. Günlük hayatımızda karşımıza çıkan makine öğrenmesi uygulamaları, google search, netflix, sosyal medya, reklamlar, kişisel asistanlar (siri), dolandırıcılık nleme, risk analizi, daha iyi müşteri i görüşü edinme ve tıp bilimini geliştirmek gibi birçok alanda çözümler için yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Exastax, 2017b: 3-4).

Yönetim tahminleri muhasebede her yerde bulunur: bilanço ve gelir tablosu kalemlerinin çoğu tahminlere dayanmaktadır. Bu tahminler, hem objektif tahmin hatasına hem de yönetimin manipülasyonuna açıktır. Dolayısıyla finansal raporların güvenilirliğini ve uygunluğunu etkilemektedir. Makine ğrenimi yönetim tahminlerini önemli ölçüde iyileştirebilmektedir. Makine ğrenimi yöntemleri, yöneticiler ve denetçiler için muhasebe tahminlerini iyileştirebilir ve yatırımcılar için finansal bilgilerin yararlılığını artırabilir (Ding vd., 2020: 1098).

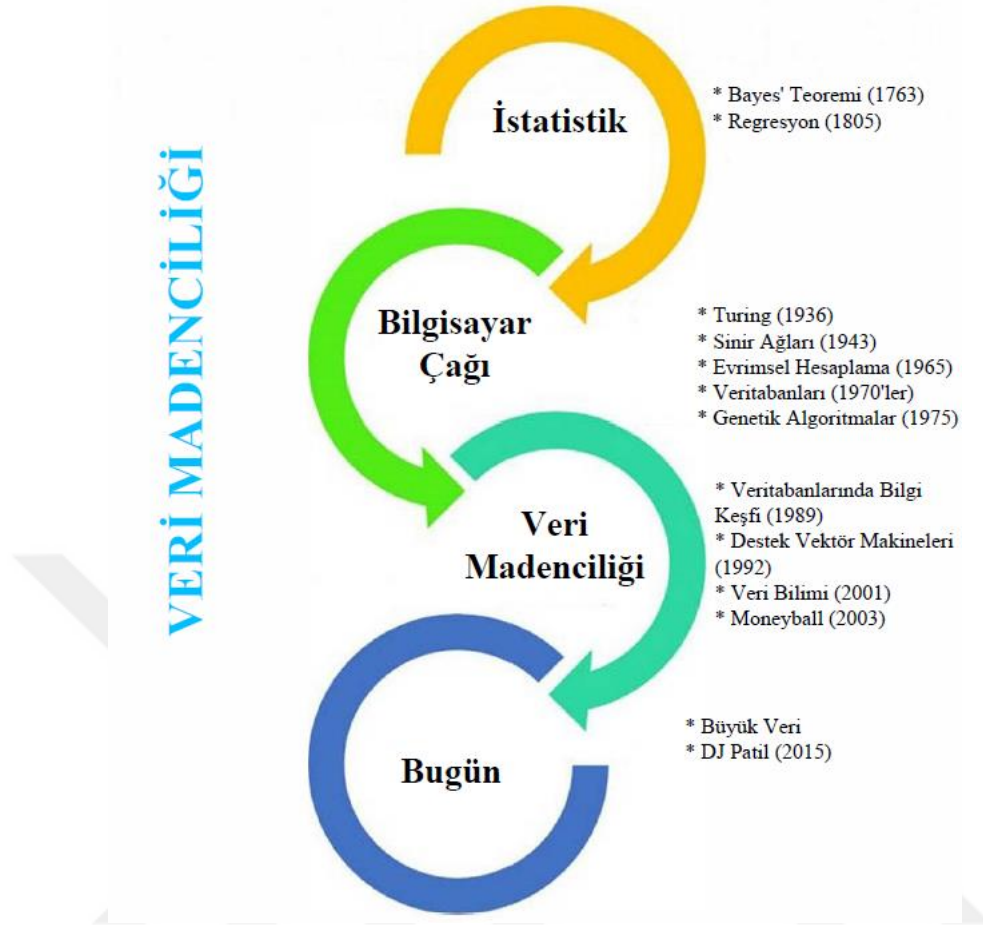
5. VERİ MADENCİLİĞİNİN TARİHİ

Bilginin öneminin artmasıyla birlikte bilgiye erişimin kolaylaştırılmasına ve eldeki bilgilerin kullanılarak analizinin yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Geçmişte, bilgiye ulaşmak ve kayıt altına almak zaman alıcı bir işken, bilgiye dayalı olarak yetersiz karar alma mekanizmaları hızlı çalışarak verimsiz sonuçlara yol açıyordu. Modern zamanlarda bilgiye erişim hızlanırken, elde edilen bilgilerin analiz edilmesi için sayısız yöntem ve karar mekanizmaları geliştirilmiş, çıktı aşaması daha karmaşık hale gelmiş ve büyük ölçüde bilginin verimli kullanılmasına odaklanılmıştır. Verilerden en iyi şekilde yararlanmak için kullanılan yöntemlerin karmaşıklığı ve zorluğu, bu işlemleri gerçekleştirmek için bilgisayarların kullanılması fikrini doğurmuştur. Çeşitli matematiksel ve istatistiksel hesaplamaları temel alan algoritmalar geliştirilmesiyle birlikte “veri madenciliği” kavramı ortaya çıkmıştır (Akçay, 2014: 32).

Günümüzde bilgisayarlar hemen hemen her eve girmiştir ve internet erişimi neredeyse her yerde mevcuttur. Artan sabit disk kapasiteleri ve bilgiye her yerden ulaşabilme olanağı sayesinde bilgisayarlar büyük miktarda veriyi depolayabiliyor ve işlemleri daha kısa sürede gerçekleştirebiliyor. Geçmişten günümüze her zaman veriler yorumlanmış, bilgiye ulaşmaya çalışılmış ve bu amaçla cihazlar geliştirilmiştir. Bu sayede geçmişten gelen bilgiler günümüze aktarılabilir hale gelmiştir (Savaş vd., 2012: 4).

Veri madenciliği; zaman içinde teknolojik gelişme ve iş yapılarının gelişmesi sonucunda, büyük miktarda veriyi, hızla kullanılabilir bilgiye dönüştürme ihtiyacının doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır (Han & Kamber, 2006: 5). Veri madenciliği; 1700’lerde Bayes teoremi ve 1800’lerde regresyon analizi gibi çoğunlukla verilerdeki kalıpları tanımlayan erken veri madenciliği yöntemleriyle başlayan uzun bir geçmişi olan bir disiplindir (Exastax, 2017a: 1). Aşağıdaki kronolojide, veri madenciliği tarihindeki önemli kilometre taşları ifade edilmiştir.

Şekil 11. Veri Madenciliği Tarihindeki Önemli Kilometre Taşları



Kaynak: Exastax, 2017a: 2.

Şekil 11’de veri madenciliği tarihi; istatistikteki gelişmeler, bilgisayar çağındaki gelişmeler, veri madenciliğindeki gelişmeler ve bugünkü gelişmeler olmak üzere dört dönemde ele alınmıştır.

Veri madenciliği, büyük veri olarak da adlandırılan büyük veri kümelerindeki kalıpları keşfetme ve ortaya çıkarma sürecidir. Veri madenciliği, istatistik, veri bilimi, veri tabanı teorisi ve makine öğrenmesinden bir dizi yöntemi birleştiren bilgisayar biliminin bir alt alanıdır. Veri madenciliği kavramı bilgisayardan önce de vardı. Veri madenciliğinin istatistiksel başlangıcı, 1763 yılında Bayes teoreminin ve 1805 yılında regresyon analizinin keşfi ile başlamıştır. 1936’da Alan Turing tarafından bugünkü bilgisayarlar gibi hesaplamalar yapabilen genel amaçlı bir makine fikri ortaya atılmıştır. 1943’te Warren McCulloch ve Walter Pitts tarafından ilk defa sinir ağlarının kavramsal modeli geliştirilmiştir. 1970’lerde veri tabanı yönetim sistemleri geliştirilmiş, 1975’te John Henry Holland’ın, genetik algoritmalar üzerine çığır açan “Doğal ve Yapay Sistemlerde Adaptasyon” adlı kitabı yayınlanmış, 1989’da “Veri Tabanlarında Bilgi

Keşfi” terimi Gregory Piatetsky-Shapiro tarafından ilk defa kullanılmıştır. Bu gelişmeler sayesinde, mevcut veri madenciliği anlayışı için zemin hazırlanmıştır. 1990’lı ve 2000’li yıllarda bilgisayar işlemcilerinin, veri depolamanın ve teknolojinin büyümesiyle birlikte veri madenciliği yalnızca daha güçlü değil, aynı zamanda her türlü durumda daha üretken hale gelmiştir. 2003 yılında Moneyball kitabı, kadrosunu oluştururken analitiklerin rehberliğinde hareket eden profesyonel bir beyzbol takımının öyküsü aracılığıyla veri madenciliğini daha geniş bir kitleye tanıtmıştır. Şirketler büyük veri çözümlerini giderek daha farklı durumlarda kullanması sonucunda, veri madenciliği artık birçok sektörde çok önemli bir rol oynamaktadır (Li, 2016: 2-5; Bulutistan, 2023: 2).

Veri madenciliğinin kökleri klasik istatistik, yapay zekâ ve makine öğrenimi olmak üzere üç aile çizgisine kadar uzanmaktadır. Bu üç çizgiden en uzununu klasik istatistiktir. Klasik istatistik, veri ve veri ilişkilerini incelemek için kullanılan regresyon analizi, standart dağılım, standart sapma, standart varyans, diskriminant analizi, kümeleme analizi ve güven aralıkları gibi kavramları içerir. Veri madenciliğinin ikinci ailesi yapay zekâdır. İstatistiğin aksine buluşsal yöntemlere dayanan bu disiplin, insan muhakemesine benzer işlemleri istatistiksel problemlere uygulamaya çalışır. Veri madenciliğinin üçüncü ailesi, daha çok istatistik ve yapay zekânın birleşimi olan makine öğrenimidir. Veri madenciliği birçok bakımdan esas olarak makine öğrenimi tekniklerinin iş uygulamalarına uyarlanmasıdır. Veri madenciliği en iyi şekilde istatistik, yapay zekâ ve makine öğrenimindeki tarihsel ve güncel gelişmelerin birleştirilmesi olarak tanımlanır. Bu teknikler daha sonra verileri incelemek ve önceden gizlenmiş eğilimleri veya kalıpları bulmak için birlikte kullanılır. Veri madenciliği, normalde bulunması imkansız olan eğilimleri keşfetmek için büyük miktarlarda veriyi analiz etmesi gereken bilim ve iş dünyasında giderek daha fazla kabul görmektedir (Kadyan vd., 2012: 2).

Teknolojinin artan gücü ve veri setlerinin karmaşıklığı, veri madenciliğinin statik veri dağıtımından daha dinamik ve proaktif bilgi dağıtımına doğru gelişmesine yol açmıştır. Diğer bir ifadeyle bantlardan, sabit disklerden gelişmiş algoritmalara ve devasa veri tabanlarına doğru gelişim göstermiştir. Gelişim süreci aşağıda yer alan Tablo 11’de verilmiştir. 1980’lerin sonlarında, veri madenciliği terimi istatistikçiler, veri analistleri ve yönetim bilgi sistemleri (MIS) toplulukları tarafından bilinmeye ve kullanılmaya başlanmıştır (Bigdatapath, 2017: 3). Günümüzde veri madenciliği birçok alanda kullanılmaktadır. Veri madenciliği, karar verme süreci için gerekli olan veri analizini yaptığından operasyonel kararların ötesinde stratejik karar verme süreçlerinde çok önemli

bir konuma sahiptir. Şirketler, günümüzde yoğun olarak kullandıkları Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM), Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) gibi uygulama ve teknikler yardımıyla veri madenciliği uygulamalarını kullanmaktadır (Lezki, 2019: 4).

Tablo 11. Veri Madenciliğinin Yakın Geçmiş

Gelişim Evreleri	İşletme Sorunu	Kullanılan Teknolojiler	Ürün Tedarikçileri	Özellikler
Veri Toplama (1960'lı yıllar)	“Son beş yıldaki toplam gelirim ne kadardı?”	Bilgisayarlar, kasetler, disketler	IBM, CDC	Geçmişe dönük, statik veri dağıtımı
Veri Erişimi (1980'li yıllar)	“Geçen martta İngiltere'deki birim satışları ne kadardı?”	İlişkisel veri tabanları (RDBMS), Yapılandırılmış sorgu dili (SQL), ODBC	Oracle, Sybase, Informix, IBM, Microsoft	Kayıt düzeyinde geçmişe dönük, dinamik veri sunumu
Veri Ambarı ve Karar Desteği (1990'lı yıllar)	“Geçen martta İngiltere'deki birim satışları ne kadardı? Boston'a kadar ayrıntılı bilgi edinin.”	Çevrimiçi analitik işleme (OLAP), Çok boyutlu veri tabanları, Veri ambarları	Pilot, Comshare, Arbor, Cognos, Microstrategy	Çoklu düzeylerde geçmişe dönük, dinamik veri sunumu
Veri madenciliği (Günümüz)	“Gelecek ay Boston birim satışları ne olması muhtemel? Neden?”	Gelişmiş algoritmalar, çok işlemcili bilgisayarlar, devasa veri tabanları	Pilot, Lockheed, IBM, SGI, Çok sayıda startup (yeni gelişen endüstri)	Geleceğe yönelik, proaktif bilgi sunumu

Kaynak: Bigdatapath, 2017: 4.

Geçmişten günümüze her zaman veriler yorumlanmış, bilgi aranmış ve bu amaçla cihazlar yapılmıştır. Bu sayede bilgiler geçmişten günümüze aktarılmıştır. 1950'li yıllarda ilk bilgisayarlar sayımlarda kullanılmaya başlandı. 1960'lı yıllarda teknoloji dünyasına veri tabanı ve veri depolama kavramı girdi. 1970'li yıllarda ilişkisel veri tabanı yönetim sistemlerine yönelik uygulamalar ortaya çıktı. 1980'li yıllarda veri tabanı yönetim sistemleri yaygınlaşarak bilimsel alanlarda, mühendislik vb. alanlarda kullanılmaya başlandı. 1990'lı yıllarda insanlar, veri miktarı katlanarak artan veri tabanlarından nasıl faydalı bilgiler bulunabileceğini düşünmeye başladı. 2000'li yıllarda veri madenciliği gelişmeye devam etti ve artık neredeyse her alanda kullanılmaya başlandı. Sonuçların faydaları netleştikçe bu alandaki çalışmalar ve uygulamalar da sürekli artmaktadır. 2010'lu yıllar büyük veri kavramının giderek yaygınlaştığı bir dönem olarak tarihe geçti. 2020'li yıllar; nesnelerin interneti, bulut bilişim ve derin öğrenme gibi disiplinlerle veri çeşitliliğinin artmasına paralel olarak veri işleme algoritmaları da çeşitlendi (Savaş, 2020: 1).

6. VERİ MADENCİLİĞİ MODELLERİ

Somut sorunları çözmek için, veri madenciliğinde kullanılan modeller, tahmin edici modeller (predictive) ve tanımlayıcı modeller (descriptive) olmak üzere iki ana başlıkta ele alınmaktadır.

Tahmin edici modeller; sonuçları bilinen verilere dayalı bir model geliştirmeyi ve oluşturulan bu model kullanılarak sonuçları bilinmeyen veri kümeleri için sonuç değerlerinin tahmin edilmesini içermektedir. Örneğin, bir banka geçmiş dönemlerde kullandırmış olduğu kredilere ilişkin gerekli tüm verilere sahiptir. Bu verilerde bağımsız değişkenler krediyi alan müşterinin özellikleri, bağımlı değişken ise kredinin geri ödenip ödenmediğidir. Bu verilerden yola çıkılarak oluşturulan model, sonraki kredi başvurularında müşteri özelliklerine göre kredinin geri ödenip ödenmeyeceğini tahmin etmek için kullanılabilir (Akpınar, 2000: 5).

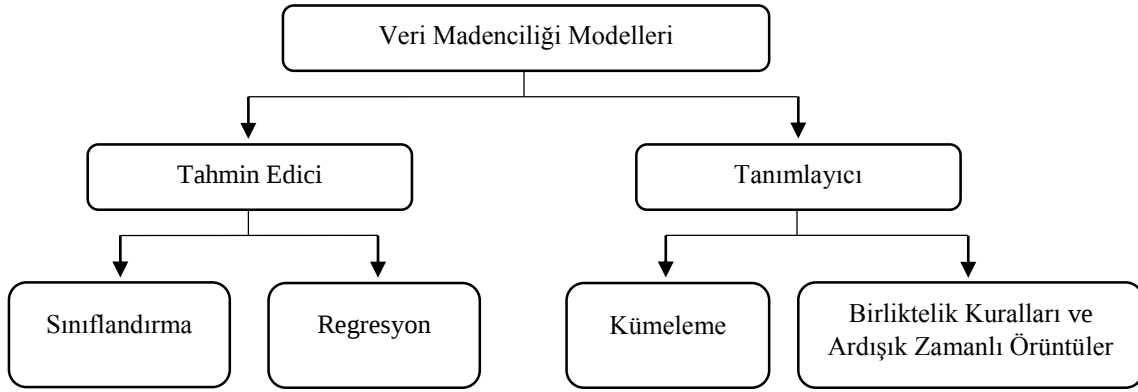
Tahmin edici modeller, bir veya daha fazla değişkeni tahmin etmek için bir değişken alt kümesi kullanılarak elde edilen tahmine dayalı hedefleri içermektedir. Diğer değişkenlerin henüz bilinmeyen gelecekteki değerlerini tahmin etmek için bazı mevcut değişkenleri kullanmaktadır. Sınıflandırma, regresyon, anomali/aykırı değer tespiti örnek olarak verilebilir (Gorunescu, 2011: 5-14).

Tanımlayıcı modeller; karar vermek için kullanılabilecek mevcut verilerdeki örüntüleri tanımlar. Tanımlayıcı modellere örnek olarak, geliri X-Y aralığında olan ve iki veya daha fazla çocuğu olan ailelerle, geliri X-Y aralığının altında olan çocuğu olmayan ailelerin satın alma davranışlarının benzer olduğu bulgusu verilebilir (Akpınar, 2000: 5).

Tanımlayıcı modeller, verileri tanımlayan ve kullanıcı tarafından kolayca anlaşılabilen, yorumlanabilen kalıpların belirlenmesiyle elde edilen tanımlayıcı hedeflerdir. Kümeleme, birliktelik kuralı keşfi, sıralı örüntüler örnek olarak verilebilir (Gorunescu, 2011: 5-14).

Şekil 12’de, veri madenciliği modellerinin işlevlerine göre şematik gösterimi verilmiştir.

Şekil 12. Veri Madenciliği Modelleri



Kaynak: Akpınar 2000: 5.

6.1. SINIFLANDIRMA VE REGRESYON

Veri madenciliğinde sınıflandırma işlemi en basit şekliyle bağımsız değişken değerleri bilindiğinde bağımlı değişkenin değerinin tahmin edilmesi işlemidir (Altunkaynak, 2017: 18). Sınıflandırma problemleri, her bir durumun ait olduğu grubu gösteren özellikleri belirlemeyi amaçlar. Bu model hem mevcut verileri anlamak hem de yeni vakaların davranışını tahmin etmek için kullanılabilir (Two Crows Corp., 2005: 10).

Regresyona dayalı yöntemler, akademi ve araştırmalarda en popüler ve yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Açıklamaları ve üretim ortamında kullanımı kolaydır. Bu yöntem sınıfında, bağımlı değişken ile bir dizi bağımsız değişken arasındaki ilişki, olasılıksal bir yöntemle veya hata fonksiyonunun minimizasyonu ile tahmin edilmektedir (Ramasubramanian & Singh, 2017: 224).

Regresyon analizi temel olarak aşağıdaki durumları ifade etmektedir (Gorunescu, 2011: 25).

- Çoklu değişkenler arasında nicel bir ilişkinin belirlenmesi;
- Bir değişkenin değerlerini diğer değişkenlerin değerlerine göre tahmin edilmesidir.

Regresyon, diğer değerleri tahmin etmek için mevcut değerleri kullanmaktadır. En basit durumda, regresyon, doğrusal regresyon gibi standart istatistiksel teknikleri kullanmaktadır. Satış hacimlerini, hisse senedi fiyatlarını ve ürün başarısızlık oranlarını tahmin etmek çok zordur. Çünkü bunlar birden fazla tahmin değişkeninin karmaşık etkileşimlerine bağlı olabilir. Bu nedenle, gelecekteki değerleri tahmin etmek için lojistik

regresyon, karar ağaçları veya yapay sinir ağları gibi daha karmaşık teknikler kullanılabilir (Two Crows Corp., 2005: 10).

6.2. KÜMELEME

Kümeleme, gözlem birimlerini benzerliklerine veya farklılıklarına göre gruplara ayırma işlemidir. Gözlemler arasındaki mesafeler benzerlikleri bulmak için kullanılır. Uzaklık değerlerine göre kümeler oluşturulur (Altunkaynak, 2017: 18). Diğer bir ifadeyle kümeleme analizi, benzerliklerine dayalı olarak nesnelerin gruplarını (kümelerini) oluşturma anlamına gelmektedir. Gruplar birbirinden yeterince farklıyken, her grup içinde yüksek derecede benzerlik vardır. Makine öğrenmesi açısından kümeleme, bir denetimsiz öğrenmedir. Bir kümeleme algoritması, belirli bir kümedeki doğal nesne gruplarını tanımlamayı amaçlar ve bu nedenle, belirli bir kritere dayalı olarak nesneler arasındaki benzerlik derecesini ölçmesi gereklidir. Bu nedenle yapılacak ilk iş, verilerin içsel doğasına karşılık gelen ve nesneler arasındaki belirli bir mesafeyi değerlendirmeyi amaçlayan uygun bir ölçümü ele almaktır (Gorunescu, 2011: 271-274).

Kümeleme modellerinin amacı, küme üyelerinin birbirine çok benzer ancak çok farklı özelliklere sahip olduğu ve veri tabanındaki kayıtların bu farklı kümelere ayrıldığı kümeleri bulmaktır. İlk aşamada, veri tabanındaki veri kayıtlarının hangi kümelere bölünmesi gerektiği veya kümelemenin hangi değişken özelliklerine göre yapılması gerektiği bilinmemektedir. Alan uzmanı tarafından kümeler tahmin edilmektedir (Akpınar, 2000: 6).

Kümeleme sürecinde dikkate alınması gereken ana noktalar şunlardır (Gorunescu, 2011: 274).

- Problem formülasyonu - kümeleme için nesnelerin seçimi;
- Bir benzerlik ölçüsü seçimi - kümelenecek nesneler arası uygun bir mesafe seçimi;
- Kümeleme modelinin seçimi;
- Küme sayısının (veya durma koşulunun) seçimi;
- Grafik gösterimi ve kümelerin yorumlanması;
- Çeşitli yöntemler kullanarak modelin geçerliliğini ve sağlamlığını değerlendirmektir.

6.3. BİRLİKTELİK KURALLARI VE ARDIŞIK ZAMANLI ÖRÜNTÜLER

Birliktelik kuralları, birden fazla tercih oluşturan gözlem tercihleri arasında birliktelik yapıları oluşturma yöntemleridir (Altunkaynak, 2017: 18). Müşterinin satın alma sırasında veya ardışık satın almalar sırasında satın almaya meyilli olduğu mal veya hizmetleri belirlemek, müşteriye daha fazla ürün satmanın bir yoludur. Satın alma eğilimlerinin belirlenmesini sağlayan birliktelik kuralları ve ardışık zamanlı örüntüler, pazar sepeti analizi adı altında veri madenciliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu modeller, tıp, finans ve çeşitli olaylar arasındaki ilişkilerin belirlenerek değerli bilgi kazanımlarının elde edildiği ortamlarda da önemlidir. Birliktelik kuralları, aynı anda meydana gelen ilişkileri tanımlamak için kullanılır. Örneğin, az yağlı peynir ve yağsız yoğurt satın alan müşterilerin diyet sütü de alma olasılıkları %85'tir. Ardışık zamanlı örüntüler ise birbiriyle ilişkili ancak ardışık zaman dilimlerinde meydana gelen ilişkileri tanımlamak için kullanılır. Örneğin, BİST endeksi düşerken A hisse senedinin değeri %15'ten fazla artarsa, üç iş günü içinde B hissesinin değeri %60 artacaktır (Akpınar, 2000: 7).

Birliktelik kuralı algoritmalarıyla, değişkenler arasındaki ilişkiler gözlemlenir. Tahmin ve keşif amaçları için aralarındaki ilişkiler ölçülür. Bu yöntemlerin, çok boyutlu büyük veri kümeleri arasındaki ilişkileri oluşturmak ve tanımlamak için çok yararlı olduğu kanıtlanmıştır. Popüler öneri sistemleri, birliktelik kuralı madenciliği algoritmalarının bazı varyasyonlarına dayanmaktadır. (Ramasubramanian & Singh, 2017: 227).

7. VERİ MADENCİLİĞİNDE SINIFLANDIRMA YÖNTEMLERİ

Veri madenciliği yöntemleri, 1980'lerin sonlarından bu yana verilerden faydalı bilgiler çıkarmak için kullanılmaktadır. Bilginin aktif olarak girilip çıkıldığı ve gerekli gereksiz tüm bilgilerin bulunduğu veri tabanlarında veri madenciliği yöntemleri uygulanmamaktadır. İlk adımda, faydalı bilgilerin çıkarılacağı alt veri seti, veri tabanından süzülme ve statik hale getirilmektedir (örneğin, veri girişi ve çıkışının olmaması, gürültüden arındırılması, gerekli dönüşümlerin uygulanması). Veri madenciliği yöntemlerinin uygulanacağı bu alt veri kümesi veri ambarı olarak ifade edilmektedir. Veri ambarları kullanılarak veri madenciliği yöntemleri uygulanmaktadır (Altunkaynak, 2017: 13).

Bu kısımda, çalışmada kullanılan veri madenciliği sınıflandırma yöntemleri kavramsal ana hatlarıyla açıklanacaktır.

7.1. BAYES İNANÇ AĞI (BAYESIAN BELIEF NETWORK - BBN)

Bir Bayes inanç ağı, düğümlerin özniteliklerle bire bir karşılık geldiği yönlendirilmiş bir asiklik grafiğidir (Directed Acyclic Graph - DAG). Ağdaki herhangi bir düğüm, 'sınıf özniteliği' düğümü olarak seçilebilir. A düğümünden B düğümüne çizilen bir ok, A düğümünü B düğümünün ebeveyni olarak temsil eder (Han & Kamber, 2006: 315) Bayes teoremine göre, ağ grafiğinde ebeveynler (parents) göz önüne alındığında, her öznitelik veya düğüm, soyundan olmayanlardan koşullu olarak bağımsızdır. Her veri grubu için $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, ebeveyn değerlerinin her bir kombinasyonu için veri grubu X 'in koşullu olasılığını temsil eden bir koşullu olasılık tablosu vardır. $P(X)$, n öznitelikli bir veri kümesinin olasılığı olduğunu varsayalım.

$$P(X) = P(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

$$P(X) = P(x_1 | \text{Parents}(y_1)) * P(x_2 | \text{Parents}(y_2)) * \dots * P(x_n | \text{Parents}(y_n))$$

Burada $P(x_i | \text{Parents}(y_i))$ bir ebeveynin küme değerlerinin her bir kombinasyonunun koşullu olasılığıdır ve $i = 1, 2, \dots, n$.

Bayes inanç ağı, Bayes teoremini takip eder. Ancak Naive Bayes sınıflandırıcısının aksine, Bayes inanç ağı koşullu bağımsızlık varsayımı yapmaz. Gerçek hayat problemlerinde, nitelikler arasında bağımlılıklar olabilir. Bu gibi durumlarda, Naive Bayes sınıflandırıcısına göre Bayes inanç ağı tercih edilir (Dutta vd., 2017: 388).

7.2. NAIVE BAYES (NB)

Naive Bayes sınıflandırıcısı, Bayes teoremine dayalıdır. Naive Bayes Sınıflandırıcısının avantajı, parametreleri tahmin etmek için eğitim verilerinin yalnızca küçük bir bölümüne ihtiyaç duymasıdır. Bu yöntem, girdilerin boyutsallığının yüksek olduğu durumlarda çok kullanışlıdır (Han & Kamber, 2006: 313).

Naive Bayes modeli, Bayes teorisine dayanan basit bir olasılıksal sınıflandırıcıdır. Bayes teorisi, geçmiş olaylardan öğrenmeyi kullanarak bir olayı tahmin etmek için istatistiksel olasılığa dayalı karar vermekle ilgilidir. Bu model, bir bağımsız değişken için zayıf veya güçlü bir istatistiksel durum hipotezini takip eder. Bir Naive Bayes sınıflandırma modeli, her özellik olasılığının bağımsız olduğunu varsayar. Yani, sınıfın diğer niteliklerin varlığıyla ilişkili olmayan belirli nitelikleri olduğunu varsayan bağımsız

bir girdi değişkenine sahiptir. Naive Bayes, basit açıklaması nedeniyle işlevsel bir sınıflandırma aracı olarak avantajlara sahiptir ve özellikle girdinin boyutsallığı arttığında uygundur. Ayrıca, Naive Bayes daha iyi bir sonuç tahmin edebilir çünkü bir Naive Bayes sınıflandırma modeli sınıf bağımsızlığını varsayar. Bu nedenle Naive Bayes bazı durumlarda diğer sınıflandırma modellerine göre daha iyi doğruluk sağlayabilmektedir (Nawaiseh & Abbod, 2020: 1308).

Bayes sınıflandırma yöntemi, Bayes olasılığına dayalıdır. Bayes olasılık koşulu, k tane ayrık olay için olasılığın genelleştirilmiş bir versiyonudur. Bu olasılık aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$P(C_j / X) = \frac{P(X / C_j) P(C_j)}{P(X)}$$

Burada;

$P(C_j / X)$: X durumu verilmişken C_j sınıfının meydana gelme olasılığı

$P(X / C_j)$: C_j sınıfında X durumunun meydana gelme olasılığı

$P(C_j)$: C_j sınıfının meydana gelme olasılığı

$P(X)$: X durumunun meydana gelme olasılığı

Olarak tanımlanır ve

$$P(X) = \sum_{i=1}^k P(X / C_i) P(C_i)$$

şeklinde yazılabilir. Bayes sınıflandırmasının amacı $X = (X_1, \dots, X_p)$, yani bağımsız değişkenin vektörünün değeri bilinirken bağımlı değişkenin değerini tahmin etmektir.

Naive Bayes sınıflandırıcısı, kuralları, karar ağacını veya sınıflandırıcının başka herhangi bir açık temsilini kullanmayan bir sınıflandırma yöntemidir. Bunun yerine, en olası sınıflandırmaları bulmak için olasılık teorisini kullanır. Naive Bayes, küçük bir veri seti ve nominal değerlerle çalışır. Naive Bayes algoritmasının önemli özellikleri şunlardır (Wang, 2017: 57):

- İnşa edilmesi çok basittir, eğitimi kolay ve hızlıdır.
- Yüksek oranda ölçeklenebilir.

7.3. LOJİSTİK REGRESYON (LOGISTIC REGRESSION - LR)

Hem regresyon analizi hem de korelasyon, 19. yüzyılın sonunda “ortalama gerileme” (regression to the mean) kavramını ortaya koyan ünlü genetikçi Sir Francis Galton’un (1822-1911) çalışmasına kadar uzanmaktadır. İstatistikte, regresyon analizi, belirli bir değişkenin (sonuç/bağımlı değişken) değerleri ile diğer değişkenlerin (bağımsız değişkenler) değerleri arasındaki ilişkiyi kuran matematiksel modeli ifade eder. Belki de en iyi bilinen regresyon örneği, ideal boy ile kiloyu belirlemek için regresyon denklemiyle oluşturulan tabloları kullanarak, bir kişinin boyu ve kilosu arasındaki ilişkinin belirlenmesidir (Gorunescu, 2011: 25).

Lojistik regresyon, tahmini değişkenler (predictor variables) ile kategorik bir yanıt/bağımlı değişken (categorical response/dependent variable) arasındaki ilişkiyi modellemektedir (Ramasubramanian & Singh, 2017: 265). Lojistik regresyon, lineer regresyonun bir genellemesidir. Yanıt değişkeni ayrık olduğundan, doğrusal regresyon ile doğrudan modellenemez. Bu nedenle, olayın kendisinin (yanıt değişkeni) gerçekleşip gerçekleşmeyeceğini tahmin etmek yerine model, meydana gelme olasılığının logaritmasını tahmin etmek için inşa edilmiştir. Bu logaritma, log oranları veya logit dönüşümü olarak adlandırılır (Two Crows Corp., 2005: 19).

Lojistik regresyon, bağımlı değişken ikili olduğunda gerçekleştirilecek uygun bir regresyon analizidir. Herhangi bir regresyon gibi, lojistik regresyonda tahmine dayalı bir analizdir. Lojistik regresyon, verileri tanımlamak ve bağımlı ikili değişken ile bir veya daha fazla nominal, sıralı, aralıklı veya oran tabanlı bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi açıklamak için kullanılır. Hedef sınıf veya sınıf özneliği olarak dönüştürülen hedef değişkene dayalı doğrusal işlevi oluşturur. Lojistik regresyon, girdi değişkenlerinin değeri olarak mevcut olan sınıfa ait belirli bir gözlemin koşullu olasılığını belirlemek ve ikili çıktı hedef değişkeni olduğunda (hayır/evet, 0/1 veya yanlış/doğru), tanımlanan olasılığın ikili sınıflandırma problemini çözmek için kullanılır (Nawaiseh & Abbod, 2020: 1309).

7.4. YAPAY SİNİR AĞLARI (ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS - ANN)

Yapay sinir ağları veya sinir ağları alanı son yıllarda sinir bilimi, matematik, istatistik, fizik, bilgisayar bilimi, finans, mühendislik, biyoloji gibi çeşitli alanlardaki birçok sorunu başarıyla çözebilen pratik bir teknoloji haline gelmiştir. Sinir ağları modelleme zaman serisi analizi, örüntü tanıma, sinyal işleme, kontrol teorisi gibi

alanlarda eğitim verilerinden öğreticili veya öğreticisiz öğrenme temel özellikleri nedeniyle uygulanabilmektedir. Bilgileri bir “kara kutu” ilkesine göre işlemelerine ve karar ağaçları gibi diğer “şeffaf” tekniklerin aksine, nasıl düşündüklerini doğrudan açıklamamalarına rağmen, yukarıdaki alanlardaki etkinlikleri yadsınamaz düzeydedir (Gorunescu, 2011: 191).

Son yıllarda bilgi teknolojilerindeki gelişmeler, yapay zekâ teknolojilerinden olan yapay sinir ağlarının kullanımını sağlamıştır. Yapay sinir ağları, değişkenler arasında karmaşık ve karşılıklı etkileşimin olduğu veya tek bir çözüm kümesinin olmadığı durumlarda başarılı sonuçlar veren bir yapay zekâ teknolojisidir (Yıldız, 2001: 52).

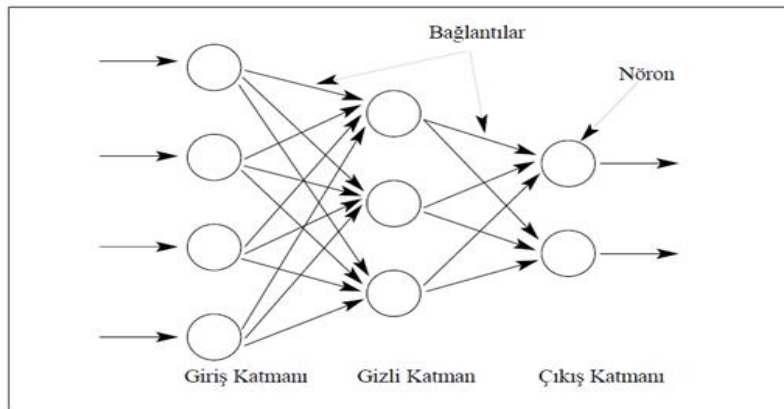
Biyolojik sinir ağlarından esinlenen bu ağlar, doğrusal olmayan ilişkileri öğrenecek ve değişkenler arasındaki üst düzey ilişkileri tanıyacak kadar güçlüdür. Hem denetimli hem de denetimsiz öğrenme sürecini uygulayabilirler. Başlıca algoritmaları, Perceptron, Back-Propagation, Hopfield Network, Radial Basis Function Network (RBFN) olarak ifade edilebilir (Ramasubramanian & Singh, 2017: 227).

Sinir ağları ile insan beyninin çalışma şekli arasındaki benzerlik aşağıdaki iki başlıkta özetlenebilir (Gorunescu, 2011: 192).

- Ağ, öğrenme süreci (eğitim) yoluyla bilgi edinmektedir;
- Ağırlıklar olarak adlandırılan nöronlar (sinaptik) arasındaki bağlantıların yoğunlukları, edinilen bilgiyi depolamak için kullanılmaktadır.

Şekil 13’te nöronların aralarındaki bağlantılarla bir araya gelerek yapay sinir ağını nasıl oluşturduğu gösterilmektedir. Aynı doğrultu üzerinde yer alan nöronlar, ağdaki katmanları oluşturmaktadır.

Şekil 13. Yapay Sinir Ağı Modeli



Kaynak: Yıldız, 2001: 54.

Yapay sinir ağının ilk katmanı, dış verilerin yapay sinir ağına alınmasını sağlayan giriş katmanıdır. Son katman çıktı katmanıdır ve bilginin dışarıya iletilmesinden sorumludur. Girdi katmanı ile çıktı katmanı arasında katmanlar varsa bu katmanlar gizli katman olarak ifade edilir (Yıldız, 2001: 54).

Sinir ağında veriler, giriş katmanından ağı girer ve çıkış katmanına kadar bağlantılar ile her katman ve nöronu geçirilir. Basitçe söylemek gerekirse, bir sinir ağı “hata yaparak” öğrenir. Öğrenme algoritması adı verilen bir algoritma, hedef çıktı olarak adlandırılan girdiler için gerçek modelden elde edilen değerleri, bu girdiler için ağı tarafından üretilen çıktılarla karşılaştırarak hata değerini hesaplar. Bu hata değerini kullanarak ağı ağırlıklarının değerlerini düzeltir ve ağı hedef çıktıları üretene kadar bu işlem tekrarlanır. Yapay sinir ağı girdiler için hedef çıktıları ürettiğinde, hata değeri sıfıra ayarlanır ve girdiler ile çıktılar arasında var olan model ağı ağırlıklarına eklenir. Bu aşamadan sonra sinir ağı girdiler ve çıktılar arasındaki modeli öğrenmektedir (Aktaş vd., 2003: 9).

7.5. RADYAL TABANLI FONKSİYON (RADIAL BASIS FUNCTION - RBF)

Radyal tabanlı fonksiyon yaklaşımının kökleri Powell’ın (1987) çalışmasına dayanmaktadır; Powell’ın sinir ağlarında öğrenmeye alternatif bir araç olarak kullanımı özellikle düzensiz konumlandırılmış veri noktaları verilen çok değişkenli enterpolasyona uygundur. Sinir ağlarında kullanımı, geleneksel çok katmanlı algılayıcılara göre avantajları nedeniyle çeşitli teknik alanlarda sınıflandırma problemlerinin çözümünde, fonksiyon yaklaşımında, gürültülü enterpolasyonda ve düzenleştirmede uygulamalar bulmuştur (Ababaei vd., 2012: 6074). RBF’ler, klasik çok katmanlı algılayıcıya benzer bir topolojiye sahiptir. RBF’ler ve çok katmanlı algılayıcılar birçok açıdan farklılık gösterse de her ikisinin de temel fikri, problemin çıkış katmanı için anlaşılır olmasını sağlamak amacıyla giriş katmanı ile ara veya gizli katmanlar arasında bir eşleme oluşturmaktır. Gaussian, çoklu kare, ters çoklu kare radyal fonksiyonlara örnektir (Braga vd., 2002: 160).

Tahmine dayalı modelleme için en yaygın ağı, çok katmanlı algılayıcıdır. Radyal tabanlı fonksiyon ağları da oldukça popülerdir. RBF ağlarının, arzu edilen birçok özelliğinden dolayı veri madenciliği görevlerinde çok yararlı olduğu kanıtlanmıştır. İlk olarak, RBF ağlarını eğitmek için gereken süre, diğer birçok sinir ağı türünden çok daha kısadır. İkincisi, topolojilerinin belirlenmesi nispeten kolaydır. Üçüncüsü, yalnızca yerel

bir optimum bulan denetimli sinir ağı öğrenme algoritmalarının çoğunun aksine, RBF'ler küresel bir optimum bulur. Diğer sinir ağları gibi, yeterli sayıda gizli katman nöronunun mevcut olması koşuluyla, herhangi bir sürekli fonksiyona herhangi bir doğruluk derecesi ile yaklaşabilirler (Dasgupta, 2017: 29).

Radyal tabanlı fonksiyon ağları giriş katmanı, çıkış katmanı ve gizli katman olmak üzere 3 katmandan oluşur. Giriş katmanı, sistemi besleyen girdilerin oluşturulduğu katmandır. Giriş katmanının çıkışları, doğrudan gizli katmandaki doğrusal olmayan işlem nöronlarına bağlanır. Gizli katmandaki nöronlar kendilerine beslenen girdileri radyal temel fonksiyonundan geçirerek sayısal bir değer üretirler. Üretilen bu değerler doğrusal ağırlıklarla çarpılarak çıktı katmanına beslenir. Çıkış katmanındaki ağırlıklı girdiler toplanır ve sayısal bir sonuç üretir (Karal, 2018: 506).

RBF ağını tasarlarken, eğitimden önce aşağıdaki anahtar parametreler belirlenmelidir (Dasgupta, 2017: 30):

- Topoloji, yani gizli katman nöronlarının (ve merkezlerinin) sayısının belirlenmesi ve çıkış nöronlarının sayısının belirlenmesi,
- Benzerlik/uzaklık ölçülerinin seçimi,
- Gizli katman nöronlarının yarıçaplarının belirlenmesi,
- Temel fonksiyonların seçimi,
- Gizli ve çıkış katmanlarında kullanılan nöron modelleri,
- Parametreler seçildikten sonra, yeni görünmeyen veriler üzerinde bir RBF ağının çıktısındaki güveni hesaplamak için güven ölçüleri kullanılır.

7.6. DESTEK VEKTÖR MAKİNELERİ (SUPPORT VECTOR MACHINES - SVM)

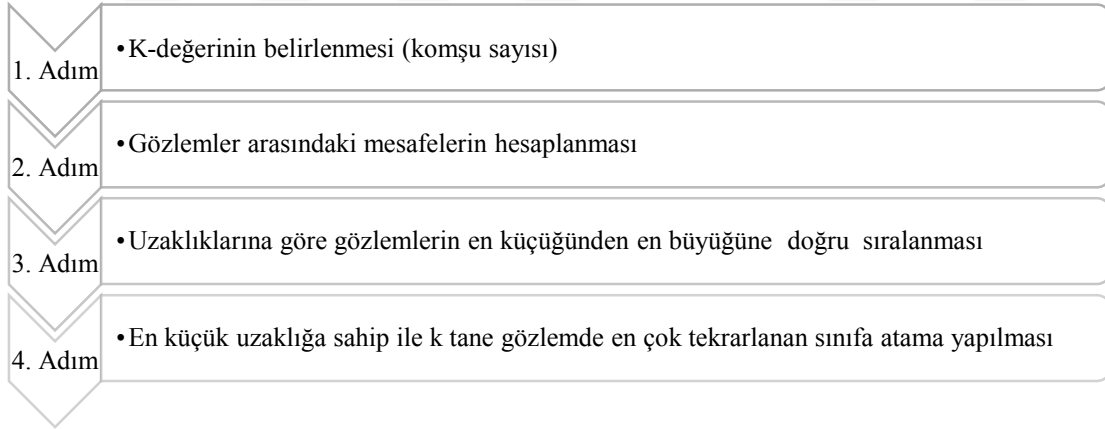
Destek vektör makineleri, ileri beslemeli evrensel ağların özel bir sınıfı, örüntü sınıflandırma problemlerinde ve doğrusal olmayan regresyonlarda sıklıkla kullanılmaktadır. SVM, yapısal risk minimizasyonu (Structural Risk Minimization - SRM) yöntemine ve istatistiksel öğrenme teorisine dayanan, özel özelliklerle donatılmış doğrusal bir makinedir. Sonuç olarak SVM, diğer öğrenme makineleri arasında benzersiz bir özellik veren problem alanı hakkında bilgi içermeyen, örüntü tanıma problemlerinde iyi bir genelleme performansı sağlayabilmektedir (Gorunescu, 2011: 234).

SVM, sınıflandırma ve regresyon görevleri için kullanılan denetimli bir öğrenme yöntemidir. SVM algoritmalarının seyrek, doğrusal olmayan ve yüksek boyutlu problemlerde iyi çalıştığı gösterilmiştir. Yöntemin avantajı, modeli oluşturmak için eğitim veri setinin tamamı yerine yalnızca destek vektörlerinin kullanılmasıdır. Bu nedenle, eğitim veri setinin boyutu genellikle bir sorun değildir. Ayrıca, modeli oluşturmak için yalnızca destek vektörleri kullanıldığından, model aykırı değerlerden daha az etkilenmektedir. Dezavantajı, algoritmanın ayarlama seçeneği seçimine (örneğin, gerçekleştirilecek dönüşümlerin türü) duyarlı olmasıdır. Bu, zaman alıcı hale getirir ve en iyi modelin aranmasını zorlaştırır. Diğer bir dezavantaj ise dönüşümlerin hem model oluşturulurken hem de yeni veriler değerlendirilirken yapılmasıdır. Bu durum, yöntemi hesaplama açısından yoğun hale getirir. SVM, sayısal ve nominal değerlerle çalışır; SVM sınıflandırması hem ikili hem de çok sınıflı hedefleri desteklemektedir (Wang, 2017: 56).

7.7. K-EN YAKIN KOMŞU (K-NEAREST NEIGHBOR / K-NN)

Bağımsız değişkenlerin nicel (sayısal) olduğu durumlarda kullanılan bu algoritma, gözlemler arasındaki uzaklığa bağlı olarak bir sınıflandırma gerçekleştirmektedir. Adımları aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

Şekil 14. K-Komşu Algoritmasının Adımları



Kaynak: Altunkaynak, 2017: 110.

K-NN’de, bir nesneye en yakın komşusunun sınıfı veya en yakın komşularının çoğunluğu atanmaktadır. Spesifik olarak, k-NN sınıflandırması, görünmeyen örneğe en yakın k eğitim örneğini bulur ve bu k örnek için en yaygın sınıflandırmayı almaktadır. K-NN performansını etkileyen birkaç önemli konu vardır. Bunlardan biri k seçimidir. Eğer k çok küçükse, sonuç gürültü noktalarına duyarlı olabilir. Öte yandan eğer k çok büyükse, komşuluk diğer sınıflardan çok fazla nokta içerebilir. Çapraz doğrulama ile k için en iyi

değer tahmini elde edilebilir. Yeterli sayıda örnekle, k için daha büyük değerler gürültüye karşı daha dirençlidir. Sınıflandırma için k -NN algoritması çok basit bir “örnek tabanlı” öğrenme algoritmasıdır. Basitliğine rağmen, bazı problemlerde çok iyi performans gösterebilir. K -NN algoritmasının önemli özellikleri şunlardır: 1) uygulanması ve kullanılması basittir; 2) tüm nesneleri depolamak için çok fazla alan gerektirir (Wang, 2017: 56).

7.8. ADABOOST.M1 ALGORİTMASI

En popüler boost algoritması, “uyarlanabilir” AdaBoost algoritmasıdır. AdaBoost’un kullanımı ve uygulaması son derece kolaydır ve genellikle çok etkili sonuçlar verir. AdaBoost sayısal değerler ve nominal değerlerle çalışabilir. Düşük genelleme hatasına sahiptir, kodlaması kolaydır, çoğu sınıflandırıcıyla çalışır ve ayarlanacak parametresi yoktur. Ancak aykırı değerlere karşı hassastır (Wang, 2017: 59).

Toplu öğrenme (ensemble learning), birden çok makine öğrenmesi algoritmasından elde edilen sonuçların birleştirilmesiyle oluşturulan bir dizi algoritmadır. Bu yöntemler çok popülerdir, çünkü daha iyi sonuçlar vermekte ve dağıtılmış bir ağda eğitmek için bağımsız modellere ayrılma imkânı sunmaktadırlar. (Ramasubramanian & Singh, 2017: 228).

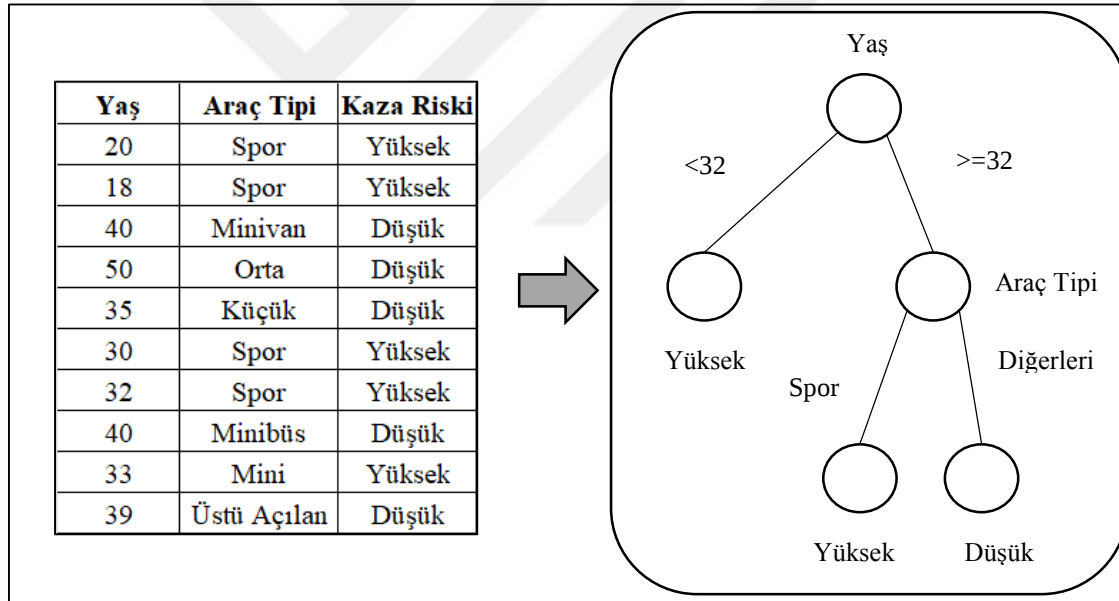
Algoritmaları güçlendirme fikrinin birçok çeşidi vardır. Özellikle sınıflandırma için tasarlanmış AdaBoost.M1 algoritması yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. AdaBoost algoritması, eğitim verilerindeki tüm örnekler aynı ağırlığı atayarak başlamaktadır. Daha sonra bu veriler için bir sınıflandırıcı oluşturmak üzere öğrenme algoritmasını çağırarak ve sınıflandırıcının çıktısına göre her bir örneği yeniden ağırlıklandırmaktadır. Doğru sınıflandırılan örneklerin ağırlığı azaltılmakta ve yanlış sınıflandırılan örneklerin ağırlığı arttırılmaktadır. Sonuç olarak, bazı zor durumlar daha da zor ve kolay olanlar daha da kolay hale gelebilmektedir. Öte yandan, diğer zor durumlar daha kolay veya daha kolay olanlar daha zor hale gelebilmektedir. Her yinelemeden sonra ağırlıklar, örneklerin şimdiye kadar oluşturulan sınıflandırıcılar tarafından kaç kez yanlış sınıflandırıldığını yansıtmaktadır. Her örnek için bir “zorluk” (hardness) ölçüsü korunduğundan, bu prosedür birbirini tamamlayan bir dizi uzman oluşturmak için uygun bir yol sağlamaktadır (Witten vd., 2017: 487).

7.9. KARAR AĞAÇLARI (DECISION TREES - DT)

Karar ağaçları, özniteliklere karşılık gelen değerleri dikkate alarak, nesnelerin hangi kategorilere ait olduğunu tahmin etmek için kullanılmaktadır. Bu tekniğin esnekliğinden dolayı ve özellikle görselleştirme avantajı sunduğu için çok ilgi çekmektedir. Karar ağaçları örüntü tanıma alanında çok yaygın olmasa da, örneğin tıp (tanı), bilgisayar bilimi (veri yapıları), botanik (sınıflandırma), psikoloji (davranışsal karar teorisi) gibi alanlarda uygulanmaktadır. Karar ağaçlarını kullanmanın en büyük faydası, hem esneklikleri hem de anlaşılabilir olmalarıdır (Gorunescu, 2011: 159).

Aşağıdaki Şekil 15’te, bir karar ağacının büyüme sürecinin arkasındaki şemayı göstermektedir. Diğer bir ifadeyle eğitim veri seti ve ilgili karar ağacı sunulmaktadır. Veri seti hem sürekli niteliklerden (yaş) hem de kategorik niteliklerden (araba tipi ve kaza riski) oluşmaktadır.

Şekil 15. Veri Seti ve Karar Ağacı



Kaynak: Gorunescu, 2011: 160.

Bu bağlamda, bir karar ağacı oluşturma prosedürünün tümevarımsal bir süreci temsil ettiğini ve bu nedenle yerleşik terimin “ağaç tümevarımı” olduğu ifade edilebilir. Yukarıdaki şekilden görülebileceği gibi, karar ağacı tümevarım yoluyla elde edilen bir sınıflandırmadır.

Karar ağacı algoritmaları, gerçek verilere uygulanan sıralı koşullu kurallara dayanmaktadır. Kurallar genellikle seri olarak uygulanır ve tüm koşullar sağlandığında sınıflandırma kararı verilir. Bu yöntemler, karar verme motorlarında ve sınıflandırma

problemlerinde çok popülerdir. Başlıca karar ağacı algoritmaları, CART, ID3, C4.5, C5.0 ve CHAID olarak ifade edilebilir (Ramasubramanian & Singh, 2017: 225).

C4.5 (J48) algoritmasını, Quinlan 1993 yılında geliştirmiştir. C4.5 algoritması, Quinlan tarafından lisanslandığı için telif ücreti gerektirmektedir. Bu nedenle C4.5 algoritmasının ücretsiz versiyonu olan J48 algoritması Java versiyonu olarak geliştirilmiştir. Ayrıca C4.5 algoritmasının içeriği aynı olmakla birlikte C5.0 versiyonu birçok program tarafından kullanılmaktadır. Karar ağacı, etiketlenmiş eğitim veri setinden elde edilen bilgi kullanılarak oluşturulur ve veriyi bölmek için bir özniteliğin seçiminden ne sonuç çıktığı incelenir. En yüksek normalleştirilmiş bilgi kazancına sahip öznitelik, karar verme için kullanılır. Daha sonra algoritma daha küçük alt kümelere geri döner. Bir alt kümedeki tüm örnekler aynı sınıfa ait olduğunda bölme işlemi sonlandırılır. Daha sonra bu sınıfın seçimini gösteren bir karar ağacında bir yaprak düğüm oluşturulur (Sharma & Jain, 2013: 1926).

Aşağıda karar ağaçlarının önemli avantajları sıralanmıştır (Gorunescu, 2011: 183):

- Anlaşılması ve yorumlanması kolaydır, grafiksel biçimleri bu açıdan önemli bir yere sahiptir;
- Oluşturulmaları ekonomik olup diğer sınıflandırma yöntemlerine kıyasla az miktarda eğitim verisi gerektirirler;
- Herhangi bir sınırlama olmaksızın hem sayısal hem de kategorik verilerin kullanımına izin verirler;
- Karar sürecinin altında yatan mantığın kolayca anlaşıldığı ve sınıflandırma kurallarının “ilk bakışta” anlaşıldığı “beyaz kutu” (white-box) tipi modelleri temsil ederler. Karar ağaçlarının aksine, yapay sinir ağları gibi diğer sınıflandırma teknikleri, sınıflandırma kurallarını kullanıcıya doğrudan iletmeyen “kara kutu” (black-box) modelleri gibi davranır;
- Model doğrulaması sağlamak için klasik istatistiksel teknikleri kullanırlar;
- Sağlamdırlar, hızlıdırlar ve büyük miktarda veriyi işlerler;
- Son olarak, birçok basit veri setindeki doğrulukları diğer sınıflandırma yöntemleriyle karşılaştırılabilirler.

Karar ağacı, denetimli bir öğrenme algoritmasıdır. Kurumsal, kredi kartı ve finansal dolandırıcılıkları tahmin etmek için yaygın olarak kullanılır (Sharma & Panigrahi, 2012: 40). Nitelikleri ve olası sonuçları temsil etmek için ağaç benzeri bir yapı kullanır. Sonuçlar veya tahminler yapraklarla temsil edilir ve nitelikler dallarla temsil edilir. Karar ağacı sınıflandırıcılarının avantajlarından biri, dalları ve yaprakları geliştirmek veya tahmin modeli geliştirmek için herhangi bir uzmanlık bilgisi gerektirmemesidir. DT algoritması, öznelik seçimine yönelik yukarıdan aşağıya bir yaklaşıma dayanır ve önce ilk düğümü tanımlar. Ardından, tahmine dayalı modeli tamamlamak için nitelik seçme yöntemiyle birlikte bir dizi “eğer öyleyse” adımını kullanır (Dutta vd., 2017: 387). Çalışmada, **karar ağacı C4.5 (J48) algoritması** kullanılmıştır.

7.10. RASTGELE ORMANLAR (RANDOM FORESTS - RF)

Rastgele ormanlar yöntemi, aslında birçok modelin birleşiminden oluşan ağaç tabanlı bir topluluk yaklaşımıdır. Birçok karar ağacından oluşan bir topluluk sınıflandırıcısıdır. Rastgele Ormanlar, tek bir girdiden birden çok sonuç elde etmek için birçok sınıflandırma ağacı oluşturur. Verileri sınıflandırmak için tüm karar ağaçlarının oylarının çoğunluğunu kullanır veya regresyon için ortalama bir çıktı kullanır (Wang, 2017: 59).

Rastgele orman modelleri genellikle yapay sinir ağları ve destek vektör makineleri gibi doğrusal olmayan sınıflandırıcılarla oldukça rekabetçidir. Rastgele orman modeli, model oluşturma için iyi bir seçimdir çünkü verilerin çok az ön işleme gerekir, verilerin normalleştirilmesi gerekmez ve aykırı değerlere karşı duyarsızdır. Değişken seçimini algoritma kendisi yaptığı için ayrıca değişken seçimi yapılması gerekli değildir. Birçok ağaç iki rastgelelik düzeyinde (gözlemler ve değişkenler) oluşturulduğundan, her ağaç bağımsız bir modeldir. Rastgele orman algoritması, süreç boyunca rastgele örneklemeyi tanıtmak için torbalama adı verilen bir kavram kullanarak birden fazla karar ağacı oluşturur. Rastgele orman algoritması, her bir karar ağacını oluştururken genellikle karar ağacını budamaz. Fazla takılan modeller, yeni veriler üzerinde iyi performans göstermeme eğilimindedir. Bununla birlikte, aşırı donanımlı ağaçlardan oluşan rastgele bir orman, yeni veriler üzerinde iyi performans gösteren çok iyi bir model sağlayabilir (Wang, 2017: 59).

7.11. KARAR KÜTÜĞÜ (DECISION STUMP - DS)

Karar Kütüğü algoritması, tek düzeyli bir karar ağacı oluşturmaya yönelik bir yöntemdir. Bu yöntemle oluşturulan ağaçta kök düğüm doğrudan yaprak düğümlere bağlanır. Karar Kütüğü, sınıflandırma işleminin tek bir girdi özneliğe göre gerçekleştirildiği yöntemdir (Onan, 2015: 12).

Karar Kütüğü bir tür karar ağacı algoritmasıdır. Giriş verilerinden öğrenilen bir dizi kurala dayanarak kararlar alır. Karar Kütüğü denetimli bir öğrenme algoritmasıdır, yani öğrenilmesi için etiketlenmiş verilere ihtiyaç duyar. Güçlendirme (boosting), torbalama (bagging) ve rastgele ormanlar gibi çeşitli yöntemler kullanılarak eğitilebilir. Karar Kütüğü'nün basitliği, hızı ve yorumlanabilirliği gibi birçok avantajı vardır. Ayrıca diğer karmaşık algoritmalara göre fazla uyum sağlamaya daha az eğilimlidir ve performansı artırmak için diğer algoritmalarla birlikte kullanılabilir. Karar Kütüğü, spam filtreleme, duyarlılık analizi ve tıbbi teşhis gibi çeşitli uygulamalarda kullanılabilir. Aynı zamanda AdaBoost ve rastgele ormanlar gibi topluluk yöntemlerinde de yaygın olarak bir yapı taşı olarak kullanılır (Schumacher, 2023: 4).

7.12. SINIFLANDIRMA VE REGRESYON AĞACI (CLASSIFICATION AND REGRESSION TREE - CART)

Sınıflandırma ve regresyon ağacı, Leo Breiman, Jerome Friedman, Richard Olshen ve Charles Stone tarafından geliştirilen bir veri araştırma ve tahmin algoritmasıdır. 1984'te yayınlanan Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları kitabında ayrıntılı olarak açıklanmıştır. CART ağacını oluştururken, her tahminleyici, veri kümelerini farklı tahminlerle ne kadar iyi ayırdığına bağlı olarak seçilir. Örneğin, belirli bir tahminleyici için belirli bir ayrılma noktasının diğerinden daha iyi olup olmadığını belirlemek için kullanılan bir ölçü entropi metriğidir. Bu önlem, Claude Shannon ve Warren Weaver'ın 1949'daki bilgi teorisi üzerine çalışmasına dayanmaktadır. Bilginin telefon hatları üzerinden verimli bir şekilde nasıl iletilebileceği ile ilgileniyorlardı. İlginç bir şekilde, sonuçları karar ağaçlarının oluşturulmasında da faydalı olmuştur (Dasgupta, 2017: 28).

CART'ın en büyük avantajlarından biri, algoritmanın modelin doğrulanmasına ve algoritmanın derinliklerine yerleştirilmiş en uygun genel modelin keşfine sahip olmasıdır. CART algoritması, eksik veriler açısından nispeten sağlamdır. Belirli bir öngörücünün değeri, belirli bir veri kümesinde eksikse, bu veri kümesi, ağacın inşası sırasında en uygun

bölünmeyi belirlemede kullanılmaz. Aslında CART, mümkün olan en iyi bölünmeye karar vermek için mümkün olduğunca çok bilgi kullanmaktadır (Dasgupta, 2017: 29).

8. VERİ MADENCİLİĞİ KULLANIM ALANLARI

Veri madenciliği, geniş bir endüstri yelpazesinde değer sunmaktadır. Veri madenciliği, yapabileceği önemli katkı nedeniyle giderek daha popüler hale gelmektedir. Maliyetleri kontrol etmeye ve geliri artırmaya yardımcı olmaktadır (Two Crows Corp., 2005: 5). Veri madenciliğinin kullanım alanları konusunda herhangi bir kısıtlama yoktur ve verilerin biriktiği her yerde veri madenciliği yapılabilir. Günümüzde veri madenciliğinin en çok kullanıldığı alanlar aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 12. Veri Madenciliğinin Kullanım Alanları

ALAN	UYGULAMA ÖRNEKLERİ
Bankacılık	• Müşterilerin kredi kartı kullanım alışkanlıklarına göre tanımlanması, • Kredi taleplerinin değerlendirmesini yapmak,
Pazarlama	• Bireylerin satın alma alışkanlıklarının belirlenmesi, • Satış tahmini, • Pazar sepeti analizi,
CRM (Müşteri ilişkileri yönetimi)	• Müşteri sadakatini arttırmak, • Pazarlama kampanyalarından en üst düzeyde fayda sağlamak için çalışmalar yapmak,
E-Ticaret	• Sunuculara yapılan saldırıları tespit etmek, • Web sitesinde gezinen kullanıcıların davranışlarını belirleme,
Sigortacılık	• Sigorta risk gruplarının belirlenmesi,
Finans	• Farklı finansal göstergeler arasındaki gizli korelasyonları bulmak, • Müşteri kaybı analizi, • Risk analizi ve risk yönetimi, • Hisse senedi fiyatlarının tahmini, • Yatırım modellemesi,
Endüstri ve Mühendislik	• Şirket kaynaklarının optimum kullanımı, • Üretim süreçlerinin kontrolü, • Kalite kontrol analizlerinin yapılması,
Eğitim	• Öğrenci verilerinin analiz etmek, • Öğrenci başarı ve başarısızlığının nedenlerini belirlemek, • Öğrenci başarısının artırılması,

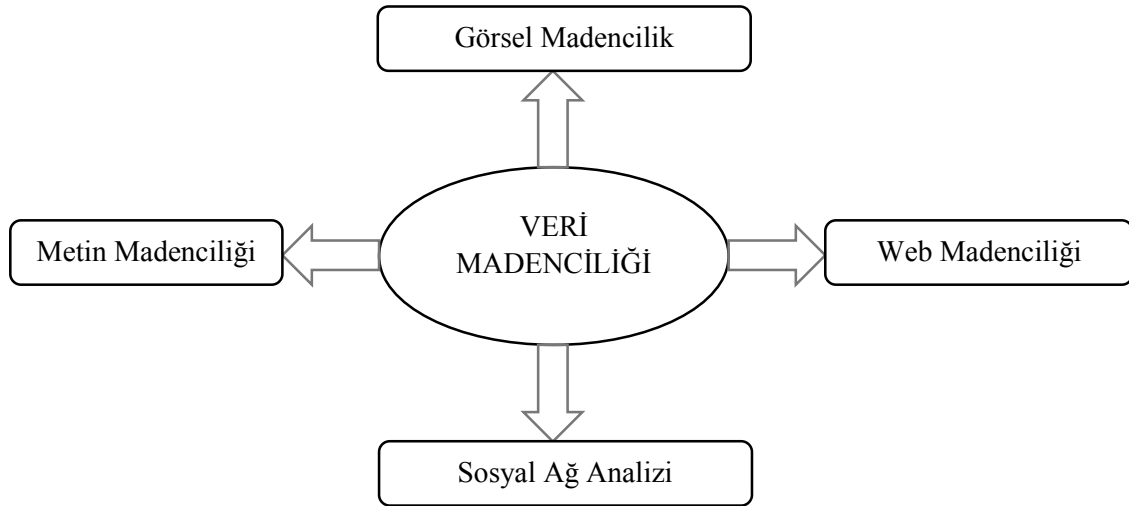
Kaynak: Lezki, 2019: 25; Gtech, 2020: 2.

Veri madenciliği finans, sigorta, pazarlama, astronomi, biyoloji, tıp ve diğer birçok alanda kullanılmaktadır. Son yıllarda ABD’de gizli dinlemeden vergi kaçakçılığını

tespit etmeye kadar farklı uygulamalarda çeşitli veri madenciliği algoritmalarının kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca, günümüzde veri madenciliği teknikleri başta işletmeler olmak üzere çeşitli alanlarda başarıyla uygulanmaktadır (Akpınar, 2000: 4). Veri madenciliğinin kullanımı ticari işlemlerle sınırlı değildir. Veri madenciliğinin temel amacı, geçmişte tüm insanların amacı olduğu gibi faydalı kalıplar bulmaktır. Avcılar hayvanların göç davranışında kalıplar, çiftçiler mahsul yetiştirilmesinde kalıplar, politikacılar seçmenlerin görüşünde kalıplar aramaktadırlar. Bir bilim insanının işi verileri anlamak, fiziksel dünyanın işleyişini yöneten kalıpları keşfetmek ve bunları yeni durumları tahmin etmek için kullanılabilecek teoriler haline getirebilmektir. Girişimcinin işi, fırsatları, yani kârlı bir işe dönüştürülebilecek davranış kalıplarını belirlemek ve bunlardan yararlanabilmektir (Witten vd., 2017: 5). Veri madenciliği, genel müşteri ilişkileri yönetimi için beklenen müşteri değerini en üst düzeye çıkarmak amacıyla kullanılır. Finans sektörü, kredi puanlama, dolandırıcılık tespiti ve işgücü yönetimi için veri madenciliğini kullanmaktadır (Provost & Fawcett, 2013: 2).

Veri madenciliği yöntemleri, pazar analizi, müşteri ilişkileri yönetimi, gen analizi, dolandırıcılık tespiti, klinik teşhis, suç soruşturması gibi birçok alanda uygulanmaktadır. Temel olarak veri toplama türüne bağlı olarak bazı veri madenciliği alanları ortaya çıkmıştır. Bunlardan bazıları aşağıdaki şekilde listelenmiştir.

Şekil 16. Veri Madenciliğine İlişkin Alt Alanlar



Kaynak: Altunkaynak, 2017: 15.

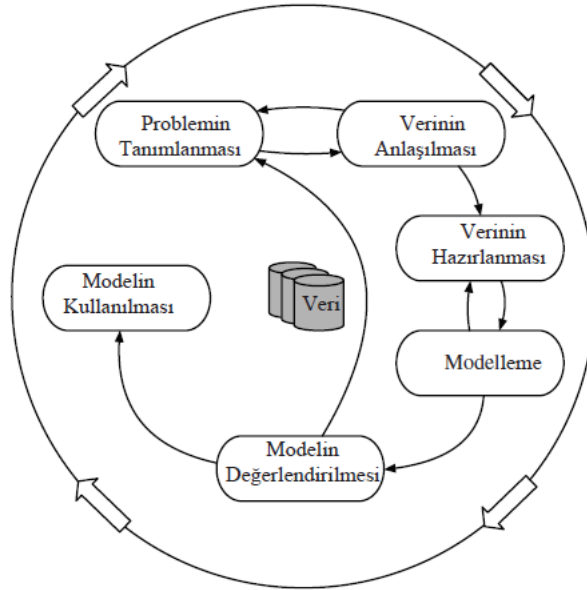
Metin madenciliği, metinsel bilgileri incelemek ve içerisinden önemli bilgileri belirlemekle ilgilidir. Görsel madencilik, kamera ile çekilen görüntülerin (video veya fotoğraf) işlenmesine dayanır. Bu görüntüler sayısal verilere dönüştürüldükten sonra veri

madenciliği yöntemleri kullanılarak analiz edilmektedir. Web madenciliği, web sitesi kullanımı, web sitesi yapısı veya web sitesi içeriği için gerçekleştirilebilir. Sosyal ağ analizi, Facebook ve Twitter gibi programları kullanan bireylerin birbirleriyle ilişkilerini ve etkileşimlerini incelemeyi amaçlar (Altunkaynak, 2017: 15-16).

9. VERİ MADENCİLİĞİ SÜRECİ

Veri madenciliği özel bir beceri diğer bir ifadeyle zanaattır. Önemli miktarda bilim ve teknoloji kullanımını gerekli kıldığı gibi, sanattan da yararlanmayı içermektedir. Bununla birlikte, birçok gelişmiş zanaatta olduğu gibi, problem yapısını veren ve kabul edilebilir tutarlılık, tekrarlanabilirlik ve nesnellik sağlayan bir süreç vardır (Provost & Fawcett, 2013: 26). Veri Madenciliği için CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) Şekil 17’de gösterildiği gibi sektörler arası standart bir süreç sağlamaktadır.

Şekil 17. Veri Madenciliğinde CRISP-DM Metodoloji Döngüsü



Kaynak: Fayyad vd., 1996: 84; Shearer, 2000: 14; Chapman vd., 2000:13; Provost & Fawcett, 2013: 26; Witten vd., 2017: 29.

CRISP-DM, veri madenciliği sürecinde yer alan aşamaların sırası katı değildir ve genellikle farklı aşamalar arasında ileri geri hareket edilebilmektedir. Proses diyagramındaki oklar, aşamalar arasında yaygın olan bağımlılıkları göstermektedir. Diyagramdaki dış çember, veri madenciliğinin kendisinin döngüsel doğasını sembolize etmektedir. Bir çözüm tamamlandıktan sonra veri madenciliği süreci devam etmektedir. Süreç sırasında öğrenilen iç görüler, yeni iş sorgularını ortaya çıkartabilir. Ayrıca sonraki

veri madenciliği süreçleri, önceki süreçlerde elde edilen deneyimlerden faydalanmaktadır (Wikipedia, 2022: 2). Şekil 17, CRISP-DM modelinde tanımlandığı gibi bir veri madenciliği projesinin yaşam döngüsünü göstermektedir. Döngüde yer alan adımlar aşağıda açıklanmıştır.

Bu süreç diyagramında yinelemenin istisnadan ziyade kural olduğu fikri vurgulanmıştır. Çoğu durumda, süreçten bir kez geçilmesi ve problemin çözülmemesi, başarısızlık olarak kabul edilmez. Çoğu zaman, tüm süreç bir veri keşfidir ve veri bilimi ekibi ilk yinelemeden sonra çok daha fazlasını bilmektedir. Bir sonraki yineleme çok daha bilgili olabilir (Provost & Fawcett, 2013: 27).

9.1. PROBLEMİN TANIMLANMASI

Problemlerin ele alınması aşamasında mesleki deneyim ve uzmanlık önemlidir. Bu ilk adımda projenin amacını ve gereksinimlerini anlamak ve iş perspektifini ortaya çıkarmak gerekir. Bu bilgilerin veri madenciliğinde problem tanımı olarak netleştirilerek hedeflere ulaşmak için planların oluşturulması gereklidir. Problem tanımlama aşaması, araştırma ve veri madenciliğinin amacının belirlenmesiyle birlikte mevcut durumun değerlendirilerek planlama sürecini içerir. Bu aşamada ihtiyaç açıkça tanımlanmalıdır. Bu adımda, hedeflere ulaşmada hangi performans kriterlerinin dikkate alınması gerektiğine ve son olarak bu süreç sonunda elde edilen sonucun hangi durumlarda kullanılması gerektiğine karar verilir (Sumathi & Sivanandam, 2006: 197).

Veri madenciliği uygulanmadan önce, uygulama ile ne elde edilmek istendiği belirlenmelidir. İş hedefleri ve gereksinimlerinin incelenmesi, bu hedeflere ulaşmak için veri madenciliğinin kullanılıp kullanılmayacağına karar verme ve uygulanabilir bir model oluşturmak için ne tür verilerin toplanabileceği belirlenmelidir (Witten vd., 2017: 28-30).

9.2. VERİNİN ANLAŞILMASI

Bir başlangıç veri seti kurularak daha sonraki işlemler için uygun olup olmadığı araştırılmaktadır. Veri kalitesi düşükse, yeni verilerin toplanması gerekebilir. Bu aşamada elde edilen verilere ilişkin analizler ayrıca iş şartlarının yeniden değerlendirilmesine yol açabilmektedir (Witten vd., 2017: 28-30). Bir modelin doğruluğu ve iyi sonuçları, yüksek kaliteli verilerin kullanılmasından gelmektedir. Veri miktarı ne kadar büyük olursa, model o kadar doğru olmaktadır. Veriler, çalışılan probleme uygun olarak toplanmalıdır. Hatalı özelliklerin seçilmesi veya veri seti için sınırlı giriş türlerine odaklanma gibi

hatalar, modeli tamamen etkisiz hale getirebilir. Bu nedenle, bu aşamada yapılan hatalar, sonraki aşamalara geçtikçe daha da artacağından, veri toplarken gerekli değerlendirmelerin yapılması çok önemlidir. (Yufeng, 2017: 4).

Amaç bir iş problemini çözmekse, veriler çözümün üretileceği hammaddelerdir. Problemle nadiren tam bir eşleşme olduğundan, verilerin güçlü yanlarını ve sınırlarını anlamak çok önemlidir. Geçmiş veriler sıklıkla mevcut iş durumuyla ilgisi olmayan nedenlerle veya hiçbir sebep olmaksızın toplanabilir. Bir müşteri veri tabanı, bir işlem veri tabanı ve bir pazarlama yanıtı veri tabanı farklı bilgiler içermektedir, kesişen farklı veri türleri kapsayabilir ve değişen derecelerde güvenilirliğe sahip olabilir (Provost & Fawcett, 2013: 28).

9.3. VERİNİN HAZIRLANMASI

Veri hazırlama aşaması, nihai veri setini veya ilk ham verilerden modelleme araçlarına beslenecek verileri oluşturmaya yönelik tüm faaliyetleri kapsamaktadır. Görevler arasında tablo, kayıt ve öznitelik seçiminin yanı sıra modelleme araçları için verilerin dönüştürülmesi ve temizlenmesi yer almaktadır. Veri hazırlamadaki beş adım, verilerin seçilmesi, verilerin temizlenmesi, verilerin oluşturulması, verilerin entegrasyonu ve verilerin biçimlendirilmesidir. Bu adımlardan hangisinin kullanılacağı verilerin ihtiyacına göre belirlenmektedir (Sherarer, 2000: 16).

Öz nitelik /boyut sayısını azaltmak için en etkili analiz yöntemi faktör analizidir. Faktör analizi içerisinde birçok farklı algoritma içerir. Bunlar arasında temel bileşen analizi (Principal Component Analysis - PCA) en çok tercih edilen algoritmadır (Akpınar, 2020: 289).

Tipik veri hazırlama örnekleri, verileri bir tablo formatına dönüştürmek, eksik değerleri çıkarmak ve verileri farklı türlere dönüştürmektir. Bazı veri madenciliği teknikleri sembolik ve kategorik verilerle çalışırken bazıları sadece sayısal değerlerle çalışmaktadır. Ayrıca, karşılaştırılabilir olması için sayısal verilerin sıklıkla normalleştirilmesi veya ölçeklendirilmesi gereklidir. Bu tür dönüşümler için standart teknikler ve temel kurallar kullanılmaktadır (Provost & Fawcett, 2013: 29).

Bir veri madenciliği yaklaşımının doğruluğu (güvenilirliği) için verilerin tıpkı istatistikte olduğu gibi veri dağılımı çok önemlidir. Veri setinin, daha geniş kullanım için uygun olacak şekilde yeterince büyük ve yapı bakımından yeterince çeşitli olduğundan emin olunması gerekmektedir. Bununla birlikte veriler çalışmaya dahil edilen tüm

kategoriler için “adil” (fair) bir dağılıma sahip olmalıdır. Örneğin, “cinsiyet” niteliği analize dahil edilmişse, iki cinsiyetin veri tabanında doğru bir şekilde temsil edilmesi gerekir: %51 ve %49 (kadın/erkek) genellikle doğru bir dağılımken, %98 ve %2 (kadın/erkek) tamamen dengesiz bir dağılım olacaktır (Gorunescu, 2011: 13). Dengeli bir veri seti oluşturmak için, farklı veri setleri için farklı düzeylerde sentetik azınlık örneklem artırma yöntemi uygulanabilir (Dutta vd., 2017: 388).

Chawla vd. (2002) tarafından, azınlık örneğinin mevcut örneklerini çoğaltmak yerine özellik uzayında azınlık sınıfının rastgele sentetik örneklerini oluşturan bir Sentetik Azınlık Örneklem Arttırma Yöntemi (Synthetic Minority Oversampling Technique - SMOTE) önerilmiştir. SMOTE algoritması, bu sentetik azınlık örneklerini oluşturmak için k-en yakın komşu tekniğini kullanmaktadır. Her bir azınlık sınıfı örneği X_i için SMOTE, o örnek için k-en yakın komşu N_i 'yi belirlemektedir. Daha sonra öznitelik örneği ile en yakın komşuları arasındaki fark hesaplanır, $\Delta = X_i - N_i$. Bu fark rastgele sayı olan 0 veya 1 ile çarpıldıktan sonra özellik örneğine eklenir. Bu şekilde, iki belirli özellik arasındaki çizgi parçaları boyunca bir dizi rastgele nokta oluşturulur (Chawla vd., 2002: 326). Rastgele noktalar şu şekilde oluşturulur:

$$F_{\text{yeni}} = X_i + (X_i - N_i) \times \text{rand}(0, 1)$$

Burada F_{yeni} , oluşturulan rastgele noktadır ve rand, 0 veya 1 rastgele bir sayı üreten rastgele değişkendir. Bu çalışma kapsamında da, dengeli bir veri seti oluşturmak için SMOTE algoritması kullanılmıştır.

9.4. MODELLEME

Modelleme aşaması, veri madenciliği tekniklerinin verilere uygulandığı ilk yerdir. Var olan teknik ve algoritma türleri de dâhil olmak üzere veri madenciliğinin temel kavramları hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir (Provost & Fawcett, 2013: 31).

Veri bilimciler tarafından geliştirilen ve farklı amaçlar için kullanılabilecek farklı modeller vardır. Bu modeller farklı amaçlar için geliştirilmiştir. Bu aşamada, istenen amaca uygun modellerin seçimi yapılmaktadır.

9.5. MODELİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu aşamada modellerin performansları değerlendirilmektedir. Bu nedenle, oluşturulan veri setinin bir bölümü modelin yeterliliğini test etmek için kullanılmaktadır. Bu durumda model, eğitimin parçası olmayan durumlarda nasıl davrandığını görmek için

test edilmekte ve test sonucu modelin performansını belirlemektedir. Model değerlendirme aşamasında, iş hedeflerine ulaşmak için doğru yolda olunup olunmadığı tespit edilebilmektedir. Ayrıca bir proje dağıtımına hazır olmadan, önceki adımlara geri dönelebilmektedir (Ersöz ve Çınar, 2021: 405).

Verilerden çıkarılan yapısal tanımların tahmin değeri var mı? Değerlendirme adımı modelin zayıf olduğunu gösteriyorsa, daha verimli iş hedefleri veya veri toplama yollarını belirlemek için tüm projenin yeniden gözden geçirilmesi ve problemin tanımlanması adımına geri dönülmesi gerekebilir. Öte yandan, modelin doğruluğu yeterince yüksekse, bir sonraki adım pratikte uygulamaktır. Bu genellikle onu daha büyük bir yazılım sistemine entegre etmek anlamına gelmektedir. Bu nedenle model proje, yazılım mühendislerine teslim edilmelidir. Bu aşama, modelleme tekniklerinin uygulanmasının detaylarının önemli olduğu aşamadır. Örneğin, modeli yazılım sistemine entegre etmek için farklı bir programlama dilinde yeniden uygulamak gerekebilir. (Witten vd., 2017: 28-30).

Veri madenciliği sonuçlarının değerlendirilmesi hem nicel hem de nitel değerlendirmeleri içerir. Çeşitli paydaşların, elde edilecek veya ortaya çıkan modellerle desteklenecek iş kararları vermede çıkarları vardır. Çoğu durumda, bu paydaşların modellerin kullanımına “imza” vermeleri ve bunu yapmak için model kararlarının kalitesine ikna olmaları gerekir. Bunun anlamı, uygulamadan uygulamaya değişmekle birlikte, çoğu zaman paydaşlar modelin zarardan çok fayda sağlayıp sağlamayacağını ve en önemlisi, modelin yıkıcı hatalar yapma olasılığının düşük olup olmadığını görmek isterler. Böyle bir nitel değerlendirmeyi kolaylaştırmak için, veri bilimcisinin modelin sadece veri bilimcileri için değil paydaşlar için de anlaşılabilirliği hakkında düşünmesi gereklidir (Provost & Fawcett, 2013: 32).

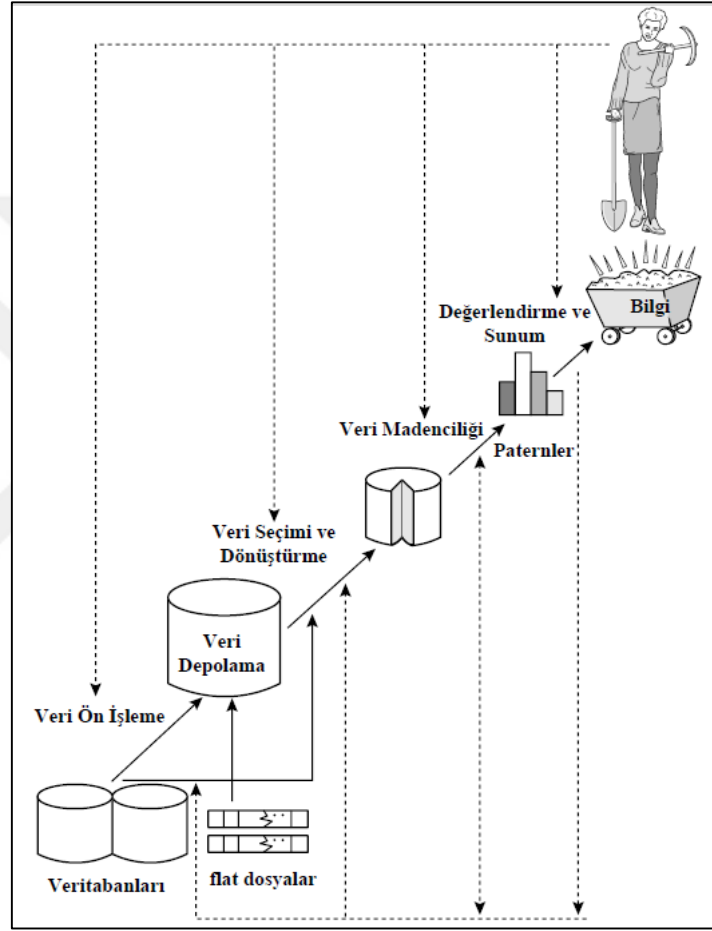
9.6. MODELİN KULLANILMASI

Değerlendirme aşamasında, sonuçların kullanılması için uygun olmadığı ortaya çıkabilir ve sorun tanımında değişiklik yapılması veya farklı verilerin alınması gerekebilir. Süreç diyagramında bu durum, değerlendirmeden problemin tanımlanması adımına giden “kısayol” bağlantısıyla gösterilmektedir. Gerçekte, süreç her zaman deneysel olduğu için her aşamadan bir öncekine giden kısayollar olmalıdır ve bir proje, yeni bilgilere bağlı olarak önceki adımları tekrar gözden geçirebilecek kadar esnek

olmalıdır. Dağıtımda, veri madenciliğinin sonuçları yatırım getirisi sağlamak için gerçek dünyada kullanıma sunulmaktadır. (Provost & Fawcett, 2013: 32-33).

Yukarıda, veri madenciliği süreci CRISP-DM metodolojisi döngüsüne göre ana hatlarıyla açıklanmıştır. Han & Kamber (2006) tarafından veri madenciliği, bilgi keşif sürecinde bir adımı olarak ifade edilmiştir. Bilgi keşif sürecinde yer alan adımlar aşağıda Şekil 18’de sunulmuştur.

Şekil 18. Bilgi Keşfi Sürecinin Bir Adımı Olarak Veri Madenciliği



Kaynak: Han & Kamber, 2006: 6.

Yapılan işin türü veya amacı ne olursa olsun, bilgi keşif sürecinin adımlarından geçmelidir. Mevcut sorunu herhangi bir zamanda başarıya ulaştırmak için bu adımları izlemek son derece önemlidir. Şekil 18’de görülebileceği gibi veri madenciliği, bilgi keşif sürecinde bir adımdır. Ancak genel olarak tüm süreç, veri madenciliği olarak ifade edilmektedir. Birçok kişi, veri madenciliğini, yaygın olarak kullanılan başka bir terim olan “Veriden Bilgi Keşfi” ile eşanlamlı olarak ele almaktadır. Ancak bilgi keşif sürecinde veri madenciliği sadece bir basamaktır. Bir süreç olarak bilgi keşfi, aşağıdaki aşamaların yinelemeli bir dizisinden oluşmaktadır (Han & Kamber, 2006: 5-7):

- Veri temizleme: Gürültülü ve tutarsız verileri ortadan kaldırmak için uygulanmaktadır.
- Veri entegrasyonu: Birden çok veri kaynağının birleştirilebildiği durumlarda uygulanmaktadır.
- Veri seçimi: Analiz göreviyle ilgili verilerin veri tabanından alındığı aşamadır.
- Veri dönüştürme: Verilerin madencilğe uygun formlara dönüştürüldüğü veya konsolide edildiği aşamadır.
- Veri madenciliği: Veri kalıplarını çıkarmak için çeşitli yöntemlerin uygulandığı önemli bir süreçtir.
- Model değerlendirme: Bazı ilginç kalıpların tespit edildiği aşamadır.
- Bilgi sunumu: Görselleştirme ve bilgi sunumu yöntemleriyle elde edilen sonuçlar bilgi kullanıcılarına aktarılır.

İlk dört adım, verilerin analiz için hazırlandığı çeşitli veri ön işleme biçimleridir. Veri madenciliği adımı, kullanıcı veya bir bilgi tabanı ile etkileşime girebilir. Modeller kullanıcıya sunulur ve bilgi tabanında yeni bilgi olarak saklanır. Bu görüşe göre, veri madenciliğinin, değerlendirme için gizli kalıpları ortaya çıkardığı için önemli olsa da, süreçte yer alan bir adım olduğu ifade edilebilir.

10. VERİ MADENCİLİĞİNDE MODEL DEĞERLENDİRME

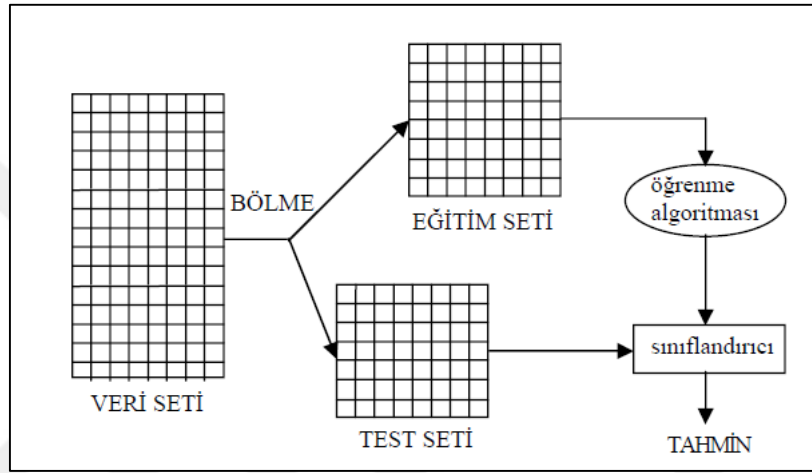
Farklı yöntemlerle oluşturulan sınıflandırma modellerinin karşılaştırılabilmesi için sınıflandırma başarılarının ölçülmesi gerekmektedir. Bu sebeple iki karar alınması gerekmektedir. Birinci karar, modellerin doğrulanması için veri seti (eğitim-test) yönteminin belirlenmesi, diğeri ise kullanılacak performans ölçütlerinin seçimidir.

10.1. MODELLERİN DOĞRULANMASI

Bir modelin doğruluğunu test etmenin en basit yöntemi basit doğrulama (simple validation) testidir. Bu yöntemde genellikle verilerin %5 ila %33'ü test verisi olarak ayrılır ve kalan kısımda model öğrenildikten sonra bu veriler üzerinden test yapılır. Bir sınıflandırma modeli için hata oranı, yanlış sınıflandırılan olay sayısının toplam olay sayısına bölünmesiyle hesaplanır. Doğruluk oranı ise, doğru sınıflandırılan olay sayısının toplam olay sayısına bölünmesiyle hesaplanır (Akpınar, 2000: 11).

“Eğit ve test et” yönteminde mevcut veriler eğitim seti ve test seti olmak üzere iki kısma ayrılır (Şekil 19). İlk olarak, eğitim seti bir sınıflandırıcı (karar ağacı, sinir ağı vb.) oluşturmak için kullanılmaktadır. Sınıflandırıcı daha sonra test setindeki örnekler için sınıflandırmayı tahmin etmek için kullanılmaktadır. Test seti, C’nin doğru olarak sınıflandırıldığı N örnek içeriyorsa, test seti için sınıflandırıcının tahmin doğruluğu $p = C/N$ ’dir. Bu, herhangi bir görünmeyen veri kümesi için sınıflandırıcının performansının bir tahmini olarak kullanılabilir (Bramer, 2016: 80). Eğitim ve test sürecinin nasıl çalıştığı Şekil 19’da gösterilmektedir.

Şekil 19. Eğitim ve Test Verileri ile Öğrenme Süreci



Kaynak: Bramer, 2016: 80.

Bu yöntemde, verilen veriler rastgele bir eğitim seti ve bir test seti olmak üzere iki bağımsız gruba ayrılmaktadır. Tipik olarak, verilerin üçte ikisi eğitim setine ve kalan üçte biri test setine atanmaktadır. Eğitim seti, modeli türetmek için kullanılmaktadır (Han & Kamber, 2006: 363).

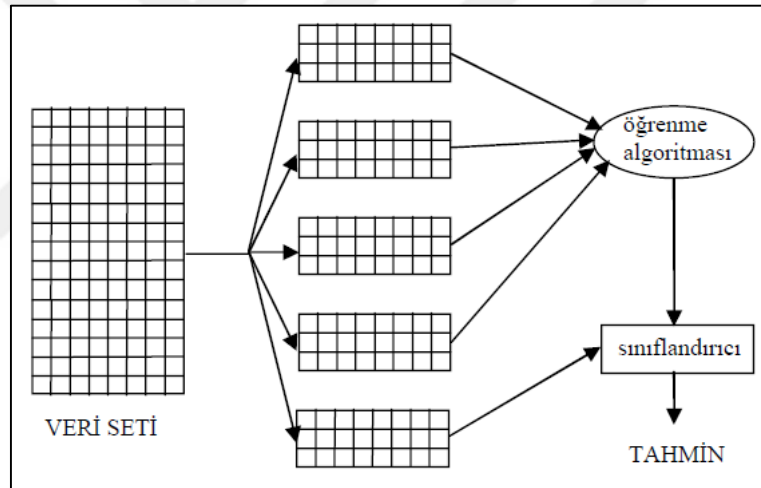
Bazen test örneği tahmini (test sample estimation) olarak da adlandırılan holdout yönteminde, veriler eğitim seti ve test seti veya holdout seti olarak adlandırılan iki alt kümeye bölünmektedir. Verilerin 2/3’ünün eğitim seti, kalan 1/3’ünün test seti olarak atanması yaygındır (Kohavi, 1995: 1138).

Sınırlı miktarda veri olması durumunda K-katlı çapraz doğrulama (K-fold cross validation) yöntemi kullanılabilir. Bu yöntemde veri seti rastgele iki eşit parçaya bölünür. İlk aşamada, model a kısmında eğitilir ve b kısmında test edilir; ikinci aşamada b kısmında model eğitimi ve a kısmında test ile elde edilen hata oranlarının ortalaması kullanılır (Akpınar, 2000: 12).

Model değerlendirmesi yapılırken, başarılı bir şekilde tahmin edilen algoritmanın kendi içinde genellenip genelleştirilemeyeceğini ele almak gerekir. K-katlı çapraz doğruluk bu değerlendirme yöntemlerinden birisidir. K-katlı çapraz doğrulukta, veri seti k eşit parçaya bölünür. Bölünen k parçadan bir tanesi test için, k-1 tanesi de eğitim için kullanılır. Bunun sonucunda, k hata oranı sonuçlanır ve tüm tahmin hatalarını hesaplamak için hataların ortalaması alınır (Bergstra vd., 2012: 282).

Örnek sayısı az olduğunda sıklıkla kullanılan “eğit ve test et” yöntemine alternatif bir yaklaşım, k-katlı çapraz doğruluktur (Şekil 20). Veri kümesi N örnek içerdiğinde, bunlar k eşit parçaya bölünür, burada k genellikle 5 veya 10 gibi küçük bir sayıdır. (N, k'ye tam olarak bölünemiyorsa, son parça diğer k'den daha az örneğe sahip olacaktır.) Bir dizi k çalıştırması yapılmakta, k parçanın her biri sırayla test seti ve diğer k - 1 parça eğitim seti olarak kullanılmaktadır (Bramer, 2016: 83).

Şekil 20. K- Katlı Çapraz Doğrulama



Kaynak: Bramer, 2016: 83.

K-katlı çapraz doğrulama yöntemi adımları aşağıdaki gibidir (Ramasubramanian & Singh, 2017: 456):

Adım 1: Veri kümesini k alt kümeye bölünür.

Adım 2: Model, k-1 alt kümeleri üzerinde eğitilir.

Adım 3: Model, kalan bir alt küme üzerinde test edilir ve hata payı hesaplanır.

Adım 4: Tüm alt kümeler test için tam olarak bir kez kullanılına kadar Adım 1-3 tekrarlanır.

Adım 5: Çapraz doğrulama hatasını elde etmek için bu senaryo simülasyonu ile hataların ortalaması alınır.

K-katlı çapraz doğrulama, aşırı uydurma (over-fitting) sorununun üstesinden geldiği için bir sınıflandırıcının performansını tahmin etmek için kullanılan yaygın bir tekniktir. K-katlı çapraz doğrulamada, ilk veriler rastgele k adet alt kümeye bölünür. Eğitim ve testler k kez gerçekleştirilir. Her örnek, eğitim için birçok kez ve test için bir kez kullanılır (Wang, 2017: 55).

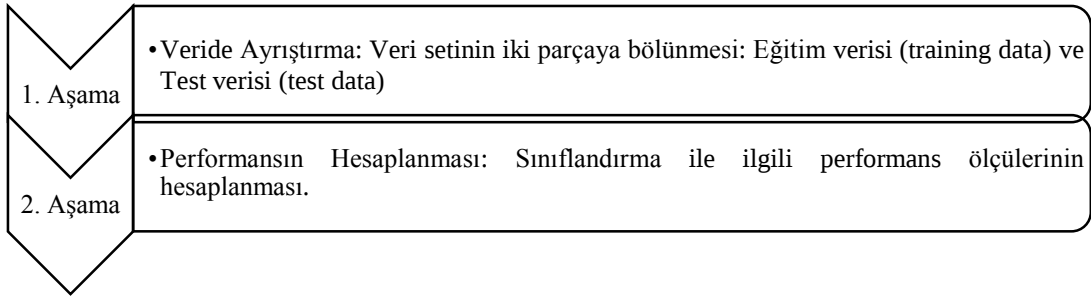
Gerçekte, karmaşık bir sınıflandırıcının, maksimum öğrenme kapasitesine ulaşmadığı sürece, büyük bozulmaların varlığında kararlı olması olası değildir. Verilerin atlanmasından kaynaklanan bozulmaların küçük olduğunu ve bu nedenle sınıflandırıcının çok kararlı olması beklenmektedir. Bozulmaların boyutu arttıkça, istikrarın tutma olasılığı daha düşüktür: 20 kat çapraz doğrulama için istikrarın 10 kat çapraz doğrulamadan daha güçlü olmasını ve her ikisinin de 1/3'lük bir beklemeden daha kararlı olması beklenmektedir (Kohavi, 1995: 1140).

Bootstrap yöntemi, Efron tarafından tanıtılmıştır ve ayrıntılı olarak Efron & Tibshirani (1993)'de ele alınmıştır. N boyutunda bir veri kümesi verildiğinde, n örneğini verilerden tek biçimli olarak örnekleyerek bir bootstrap örneği oluşturulmaktadır (Kohavi, 1995: 1141). Küçük veri kümeleri için modelin hata düzeyini tahmin etmek için kullanılan bir yöntemdir. Çapraz doğruluk testinde olduğu gibi, model tüm veri seti üzerine kuruludur. Daha sonra tekrarlı örnekleme yoluyla veri setinden çok sayıda (en az 200, bazen binin üzerinde) öğrenme seti oluşturulur ve hata düzeyi hesaplanır (Akpınar, 2000: 12). Bootstrap yöntemi 4 adımda özetlenebilir. İlk adımda, veri setinde yer alan örneklerin değiştirilmesiyle rastgele bir örnek oluşturulur. İkinci adımda, örneklemden bazı istatistikler elde edilir. Örneğin, örneklemin medyan değeri hesaplanır. Üçüncü adımda, Bootstrap dağılımını elde etmek için ilk iki adımın işlemleri Nb kez tekrarlanır. Son adımda, Bootstrap dağılımı kullanılarak güven aralığı ve standart hata gibi değerler hesaplanır (Galdi & Tagliaferri, 2018: 435).

10.2. PERFORMANS DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ

Sınıflandırma amacıyla kullanılan birçok algoritma vardır. Bu algoritmalar arasında seçim yapılırken sınıflandırmanın ne kadar iyi olduğu değerlendirilmelidir. Bu amaçla, aşağıda Şekil 21'de gösterilen iki aşamalı bir yaklaşım kullanılmaktadır.

Şekil 21. Sınıflandırma Değerlendirmesinin Aşamaları



Kaynak: Altunkaynak, 2017: 114.

Veri setinin bir kısmı algoritma (model) eğitimi için bir kısmı da sınıflandırmanın kalitesini ölçmek (test) için ayrılmaktadır. Eğitim verilerine dayanarak, sınıflandırma algoritması eğitilir ve bir sonraki adımda, test verilerine dayanarak sınıflandırmanın ne kadar iyi olduğunu göstermek için bazı ölçüm değerleri hesaplanır. Ölçülen bu değerler karşılaştırılarak hangi sınıflandırma algoritmasının kullanılması gerektiğine karar verilir (Altunkaynak, 2017: 114).

Sınıflandırma yönteminin performansını değerlendirmek için, sınıflandırma sonucunda doğru ve yanlış sınıflandırılan gözlem sayısı üzerinden bazı performans ölçüleri hesaplanır. Gerçek durumu ve sınıflandırma yöntemiyle elde edilen sonuçları gösteren matrise sınıflandırma matrisi (classification matrix) denir. Sınıflandırma matrisi aşağıda Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13. Sınıflandırma Matrisi

		Tahmin edilen Sınıflandırma (%)	
		a	b
Gerçek sınıf (%)	a	True Positive (TP) (Doğru Pozitif - DP) (Sensitivity - Duyarlılık)	False Negative (FN) (Yanlış Negatif - YN) (Tip II Hata)
	b	False Positive (FP) (Yanlış Pozitif - YP) (Tip I Hata)	True Negative (TN) (Doğru Negatif - DN) (Specificity - Özgüllük)

Kaynak: Nawaiseh & Abbod, 2020: 1311; Altunkaynak, 2017: 115; Ramasubramanian & Singh, 2017: 446; Witten vd., 2017: 180; Wu vd., 2021: 367.

TP (True Positive) : Doğru pozitiflerin sayısı

TN (True Negative) : Doğru negatiflerin sayısı

FP (False Positive) : Yanlış pozitiflerin sayısı

FN (False Negative) : Yanlış negatiflerin sayısı

$$N = TP + TN + FP + FN$$

Bir sınıflandırma matrisi, bir sınıflandırıcının performansını değerlendirmenin en sezgisel yoludur. Buna bazen karışıklık matrisi (confusion matrix) de denilmektedir. Görsel olarak, bir eksen gerçek sınıfın dağılımını ve diğer eksen tahmin edilen sınıfı gösteren iki taraflı bir matristir (Ramasubramanian & Singh, 2017: 446). Modelin başarısı, doğru sınıfa atanan örnek sayısına ve yanlış sınıfa atanan örnek sayısına bağlıdır. Bu araştırmada kullanılan değerlendirme ölçütleri Tablo 14’te tanımlanmıştır.

Tablo 14. Sınıflandırmada Kullanılan Performans Ölçütleri

Performans Ölçütü	Açıklama	Hesaplama
Doğruluk Oranı (Accuracy Rate)	Model performansını ölçmenin en popüler ve en basit yöntemi model doğruluk oranıdır. Doğru sınıflandırılmış örnek sayısı (TP + TN) ile toplam örnek sayısı (TP +TN+ FP +FN) arasındaki orandır.	$\text{Doğruluk} = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN}$
Hata Oranı (Error Rate)	Hata oranı, yanlış sınıflandırılan örnek sayısının (FP+FN) toplam örnek sayısına (TP+TN+FP+FN) oranıdır.	$\text{Hata Oranı} = \frac{TP + FN}{TP + FP + FN + TN}$
Kesinlik (Precision)	Kesinlik, sınıf 1 olarak tahmin edilen gerçek pozitif örnek sayısı ile sınıf 1 olarak tahmin edilen toplam örnek sayısı arasındaki orandır.	$\text{Kesinlik} = \frac{TP}{TP + FP}$
Duyarlılık (Sensitivity) / TP Oranı (True Positive Rate) Doğru Pozitif Oranı	Doğru sınıflandırılmış pozitif örnek sayısı ile toplam pozitif örnek sayısı arasındaki orandır.	$\text{Duyarlılık} = \frac{TP}{TP + FN}$
Özgüllük (Specificity) / TN Oranı (True Negative Rate) Doğru Negatif Oranı	Doğru sınıflandırılmış negatif örnek sayısı ile toplam negatif örnek sayısı arasındaki orandır.	$\text{Özgüllük} = \frac{TN}{FP + TN}$
F-Ölçütü (F-Measure)	Kesinlik ve duyarlılık kriterleri tek başına anlamlı bir karşılaştırmalı sonuç sağlamak için yeterli olmayabilir. Her iki kriterin birlikte değerlendirilmesi daha doğru sonuçlara yol açabilir. Bu amaçla F-ölçütü tanımlanır. Kesinliğin ve duyarlılığın harmonik ortalaması F-ölçütünü vermektedir.	$F - \text{Ölçütü} = \frac{2TP}{2TP + FP + FN}$

Tablo 14 (Devam). Sınıflandırmada Kullanılan Performans Ölçütleri

Performans Ölçütü	Açıklama	Hesaplama
Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error - MAE)	Tahmin edilen ve orijinal değerler arasındaki ortalama hatayı ölçer.	$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i - b_i $
Ortalama Karekök Hata (Root Mean Squared Error - RMSE)	Kök ortalama kare hatası MAE'ye çok benzer bir ölçümdür.	$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2}$
Göreceli Mutlak Hata (Relative Absolute Error - RAE)	Esasen MAE ve RMSE'dir, ancak ortalamayla ilişkilidir.	$RAE = \frac{\sum_{i=1}^n a_i - b_i }{\sum_{i=1}^n \bar{b} - b_i }$
Göreceli Karekök Hatası (Root Relative Squared Error - RRSE)	Esasen MAE ve RMSE'dir, ancak ortalamayla ilişkilidir.	$RRSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2}{\sum_{i=1}^n (\bar{b} - b_i)^2}}$

Kaynak: Coşkun ve Baykal, 2011: 53-54; Ramasubramanian & Singh, 2017: 451; Witten vd., 2017: 180; Rodrigues vd., 2017: 523-524.

Alıcı çalışma karakteristiği (ROC - Receiver Operating Characteristic) eğrisi, yatay eksenin (x eksen) bir sınıflandırıcının yanlış pozitif oranını (FPR) ve dikey eksenin (y eksen) doğru pozitif oranını (TPR) gösterdiği bir grafikdir. ROC grafikleri sınıflandırıcıları görselleştirmek ve değerlendirmek için çok kullanışlı bir araçtır. Doğruluk, hata oranı veya hata maliyeti gibi skaler ölçümlerden daha kapsamlı bir sınıflandırma performansı ölçümü sağlayabilirler. Sınıflandırma performansını sınıf çarpıklığından ve hata maliyetinden ayırdıkları için hassas tanıma grafikleri ve kaldırma eğrileri gibi diğer değerlendirme ölçütlerine göre avantajlara sahiptirler. (Fawcett, 2006: 873).

Kappa istatistiği, sınıflandırma performansını ölçmek için kullanılmaktadır. Kappa (Cohen, 1960) ve ağırlıklı kappa (Cohen, 1968) istatistikleri, nominal ölçekler için iki gözlemci arasındaki uyum katsayılarını vermek üzere geliştirilmiştir. Kappa, tüm anlaşmazlıklar eşit derecede kabul edildiğinde uygundur ve çeşitli olası anlaşmazlıkların göreceli şiddeti belirlenebildiğinde ağırlıklı kappa uygundur. Cohen'in kappa'sı iki gözlemci arasındaki uyuşmayı ölçerken, Fleiss'in kappa'sı ikiden fazla gözlemci olduğunda uyuşmayı ölçmektedir (Fleiss vd., 1969: 323). Yorumlama ise gerçek uyum ile beklenen uyum değerleri arasındaki farka dayanmaktadır. Ayrıca, gözlemciler arasındaki uyuşmanın şansa olabileceği durumlar dikkate alındığında istatistik daha az yanıltıcı hale gelmektedir. Kappa istatistiği 0 ile 1 arasında değerler alabilir. Kappa istatistiği 0 ile 0.20 arasında bir değer aldığı anda değer zayıf olarak, 0.20-0.40 arası makul,

0.40-0.60 arası ortalama, 0.60-0.80 arası güçlü, 0.80 ve üstü ise mükemmele yakın olarak kabul edilir (Viera & Garrett, 2005: 362).

Yukarıda ifade edilen performans ölçütlerinin yanı sıra, Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error - MAE), Ortalama Karekök Hata (Root Mean Squared Error - RMSE), Göreceli Mutlak Hata (Relative Absolute Error - RAE) ve Göreceli Karekök Hatası (Root Relative Squared Error - RRSE) ölçütleri de ele alınmıştır.

11. VERİ MADENCİLİĞİNDE WEKA YAZILIMI

Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA), iş hayatında ve akademide kabul gören, veri madenciliği araştırmaları için yaygın olarak kullanılan bir yazılımdır. WEKA yazılımının açık kaynak kodlu olması sayesinde kullanıcılar kaynak kodlarına ücretsiz olarak erişebilmektedir. WEKA, makine öğrenmesi algoritmaları ve veri ön işleme araçlarını içeren bir yazılımdır. Kullanıcıların yeni veri kümeleri üzerinde farklı makine öğrenmesi yöntemlerini hızlı bir şekilde denemelerine ve karşılaştırmalarına olanak tanımaktadır (Hall, 2009: 10).

WEKA, araştırmacılara son teknoloji makine öğrenmesi yöntemlerine kolay erişim sağlayacak birleşik bir çalışma alanına duyulan ihtiyacın tanınmasından doğmuştur. Proje 1992 yılında başlatıldığında, farklı platformlar için farklı dillerde öğrenme algoritmaları mevcuttu ve çeşitli veri formatlarıyla çalışıyordu. WEKA, yalnızca bir öğrenme algoritmaları araç kutusu sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda araştırmacıların veri işleme ve algoritma değerlendirmesi için destekleyici altyapı hakkında ilgilenmek zorunda kalmadan yeni algoritmaları uygulayabilecekleri bir çerçeve sağlamayı amaçlamıştır. Bugün WEKA, veri madenciliği ve makine öğrenmesi için öncü bir sistem olarak kabul edilmektedir. Akademi ve iş çevrelerinde geniş kabul görmüş ve veri madenciliği araştırmaları için yaygın olarak kullanılan bir araç haline gelmiştir (Sharma & Jain, 2013: 1927).

WEKA yazılımı içerisinde, tüm standart veri madenciliği problemleri için yöntemler yer almaktadır: regresyon, sınıflandırma, kümeleme, birliktelik kuralı madenciliği ve nitelik seçimi. Tüm algoritmalar ve yöntemler verilerini, bir dosyadan okunabilen veya bir veri tabanı sorgusu tarafından oluşturulabilen tek bir ilişkisel tablo biçiminde almaktadır (Frank vd., 2009: 1270). WEKA, makine öğrenmesi uygulayıcılarının birçok etkinliğini destekleyen bir makine öğrenmesi yazılımıdır. WEKA, sınıflandırma, kümeleme ve birliktelik kuralı keşfi için algoritma

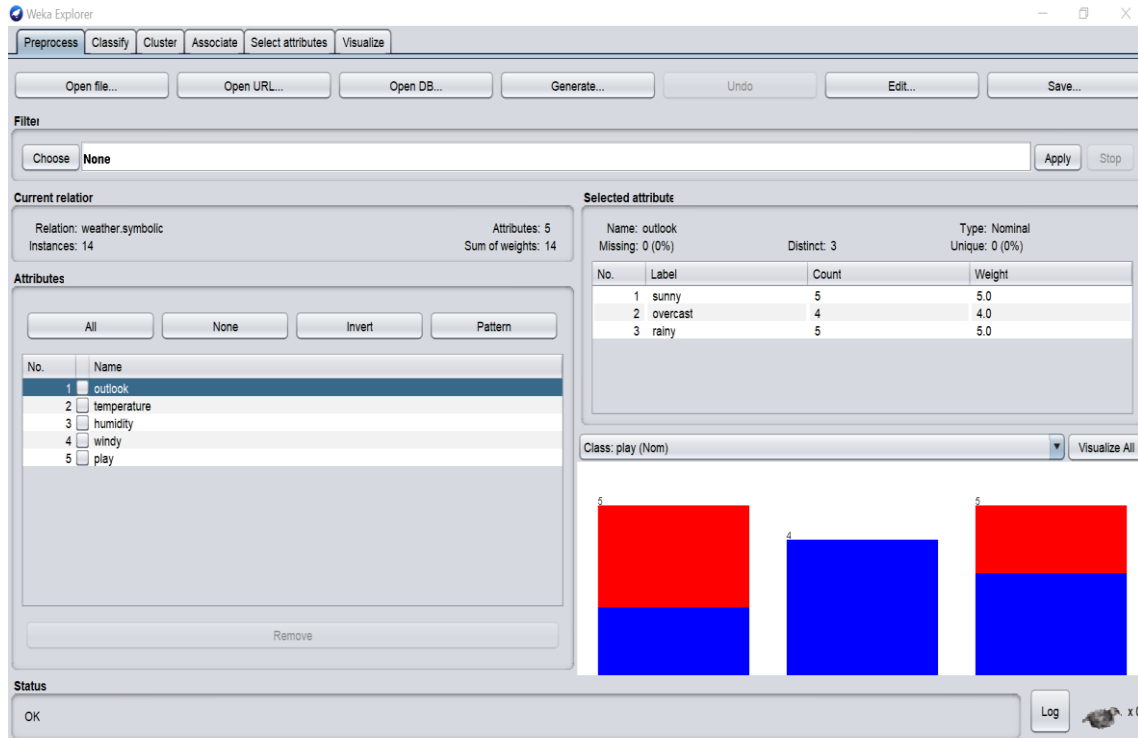
uygulamalarının yanı sıra veri keşfi ve algoritma değerlendirmesi için grafiksel kullanıcı arayüzleri ve görselleştirme araçları da içermektedir (Bouckaert vd., 2010: 2533).

Şekil 22. WEKA Yazılımı Arayüzü



WEKA, dâhil edilen işlemlere kolay erişim için farklı grafik kullanıcı arayüzü kullanmaktadır. Şekil 22’de gösterilen ana kullanıcı arayüzü “Explorer”dır. Bu arayüzde farklı veri madenciliği işlemleri için çeşitli paneller yer almaktadır. Şekil 23’te Önışleme olarak gösterilen ilk alanda, veri önışleme araçları kullanılarak veriler filtreler aracılığıyla yüklenebilir ve dönüştürülebilir. Veriler dosyalar, URL’ler ve veri tabanları gibi farklı kaynaklardan indirilebilmektedir. Desteklenen dosya biçimleri, WEKA yazılımına özgü ARFF biçimi, CSV, LibSVM ve C4.5 biçimleridir (Hall, 2009: 10-11).

Şekil 23. WEKA Explorer Sekmesi Paneli



Explorer'daki ikinci panel, WEKA yazılımının sınıflandırma ve regresyon algoritmalarına (Classify) erişim sağlamaktadır. Tahmin performansını ölçmek için, ön işleme alanında hazırlanan veri tabanı üzerinde varsayılan olarak seçilen bir algoritma ile çapraz doğrulama gerçekleştirilebilmektedir. Tüm veri kümesinden oluşturulan modelin metinsel bir temsili de görüntülenmektedir. Ancak, ayrı bir test seti gibi diğer hesaplama modları da uygulanabilmektedir (Hall, 2009: 11).

WEKA yazılımının ana özelliklerinin özeti aşağıdaki gibidir (Bouckaert vd., 2010: 2534):

- Veri ön işleme: WEKA, yerel dosya formatına (ARFF) ek olarak, diğer birçok formatı da (örn. CSV, Matlab ASCII) desteklemektedir. Veriler, belirli özniteliklerin kaldırılmasından temel bileşen analizi gibi gelişmiş işlemlere kadar çeşitli yöntemler kullanılarak işlenebilir.

- Sınıflandırma: WEKA yazılımının artlarından birisi de içerdiği 100'den fazla sınıflandırma yöntemidir. Sınıflandırıcılar, Bayes yöntemleri (Naive Bayes, Bayes ağları vb.), lazy yöntemler (En Yakın Komşu ve değişkenler), kural tabanlı yöntemler (karar tabloları, OneR, RIPPER), ağaçlar (C4.5, Naive Bayes ağaçları, M5), fonksiyon tabanlı yöntemler (doğrusal regresyon, destek vektör makineleri, Gauss süreçleri) ve diğer yöntemler olarak ayrılmaktadır.

- Kümeleme: Denetimsiz öğrenme, en büyükleme (EM) tabanlı karışım modelleri, k-ortalamalar ve çeşitli hiyerarşik kümeleme algoritmaları dâhil olmak üzere çeşitli kümeleme yöntemleriyle desteklenmektedir. Sınıflandırma için olduğu kadar çok yöntem mevcut olmasa da, klasik algoritmaların çoğu yer almaktadır.

- Öznitelik seçimi: Kullanılan öznitelikler kümesi, sınıflandırma performansı için kritik öneme sahiptir. Çeşitli seçim kriterleri ve arama yöntemleri yer almaktadır.

- Veri Görselleştirme: Veriler, öznitelik değerleri sınıfa veya diğer öznitelik değerlerine karşı grafiklerle görsel olarak incelenebilir. Sınıflandırıcının sonuçları, aykırı değerleri tespit etmek ve sınıflandırıcının özelliklerini gözlemlemek için eğitim verileriyle karşılaştırılabilir. Belirli yöntemlerde görselleştirme için özel araçlar vardır, örneğin sınıflandırma ağaçları oluşturulan her yöntem için bir ağaç görüntüleyici, otomatik yerleşimli bir Bayes ağ görüntüleyici ve hiyerarşik kümeleme için bir dendrogram görüntüleyici gibi görselleştirme için özel araçlar bulunmaktadır.

WEKA yazılımının diğer veri madenciliği yazılımlarının birçoğuna göre üç büyük avantajı vardır. Birincisi, açık kaynak kodludur, bu sadece ücretsiz olarak kullanılabilir

olduğu anlamına gelmez, daha da önemlisi herhangi bir kurum veya şirketin taahhüdüne ve sürekliliğine bağlı olmaksızın sürdürülebilir ve değiştirilebilir olduğu anlamına gelmektedir. İkincisi, herhangi bir soruna uygulanabilecek çok sayıda son teknoloji makine öğrenimi algoritması sağlamaktadır. Üçüncüsü, tamamen Java'da uygulanmakta ve neredeyse her platformda çalışabilmektedir (Frank vd., 2009: 1276).

Bilgisayarların ortaya çıkmasıyla birlikte yoğun bir manuel kodlama süreci olarak başlayan veri madenciliği disiplini, günlük üretilen veri miktarının artması ve bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte veri madenciliği ve makine öğrenmesi araçları kullanılmaya başlanmıştır. 2021 yılının en iyi veri madenciliği araçları; MonkeyLearn, RapidMiner, Oracle Data Mining, IBM SPSS Modeler, WEKA, KNIME, H2O ve Orange yazılım programlarıyken, 2021 yılında uzman görüşlerine göre en popüler makine öğrenme araçları; Keras, KNIME, WEKA, Shogun ve RapidMiner yazılım programlarının olduğu ifade edilmiştir (Ersöz ve Çınar, 2021: 399).

Kaya ve Özel yaptıkları çalışmada altı farklı açık kaynak kodlu veri madenciliği yazılımlarını karşılaştırmışlardır. WEKA, RapidMiner, R, Orange, KNIME ve KEEL yazılımları analiz edilmiştir. WEKA, RapidMiner ve KEEL, kullanım kolaylığı, desteklenen dosya biçimleri, dâhil edilen algoritmalar ve makine öğrenmesi paketleri açısından en yararlı yazılımlar olarak tespit edilmiştir. Bu üç yazılım arasında öğrenme kolaylığı ve kullanılabilirlik açısından WEKA en başarılı yazılım olarak belirlenmiştir (Kaya ve Özel, 2014: 52).

Takip eden üçüncü bölümde, literatür taraması, araştırmanın metodolojisi, araştırmanın bulguları sunulmuş olup, on iki farklı veri madenciliği sınıflandırma yöntemi, tahmin performans ölçütlerine göre karşılaştırılacaktır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BAĞIMSIZ DENETİM GÖRÜŞLERİNİN TAHMİN EDİLMESİNDE VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: BORSA İSTANBUL'DA BİR UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde bağımsız denetim görüşlerinin tahmin edilmesinde veri madenciliği yöntemlerinin karşılaştırılmasına ilişkin Borsa İstanbul'da (BİST) bir uygulama yapılmıştır. Bu kapsamda öncelikle bağımsız denetim görüş tahmini ve veri madenciliği konularını ele alan benzer araştırmalar incelenerek literatür değerlendirmesi ve çalışmanın ana motivasyonu ifade edilmiştir. İzleyen aşamalarda ise, araştırmanın metodolojisi, araştırmanın bulguları ve analiz sonuçlarının karşılaştırılması sunulmuştur.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Son yıllarda veri madenciliği yöntemleri, uluslararası literatürde özellikle denetim görüş tahminini ve karar desteğini iyileştirmeyi amaçlayan çeşitli muhasebe, yönetim, finans ve denetim uygulamalarında karar verme süreçleriyle ilgili olarak büyük ilgi görmüştür. Örneğin, denetçiler denetim görüşünü tahmin etmek için (Kirkos vd., 2007b; Pourheydari vd., 2012; Saif vd., 2012; Fernández-Gámez vd., 2016) veri madenciliği yöntemlerini kullanabilmektedirler. Bu amaçla araştırmacılar tarafından, denetim görüşünü etkileyen faktörlerin tespit edilmesi (Dopuch vd., 1987; Keasey vd., 1998; Daniel Zdolšek vd. 2015), hileli finansal raporlama tahmini (Kirkos vd., 2007a; Ravisankar vd., 2011; Gray & Debreceeny, 2014), yönetim dolandırıcılığının tahmini (Cecchini vd., 2010) , iflas tahmini (Takahashi vd., 1984; Kwak vd., 2021), finansal tabloların yeniden düzenlenmesi (Dutta vd., 2017), denetçi seçimi (Kirkos vd., 2008), risk değerlendirmesi (Calderon & Cheh, 2002), analitik inceleme prosedürleri (Koskivaara, 2004) ve sürekli denetim (Koskivaara & Back, 2007) konularında veri madenciliği yöntemleri kullanılmıştır.

Veri madenciliği yöntemleri, Türkiye bağlamında da çeşitli muhasebe, finans ve denetim uygulamalarında karar verme süreçleriyle ilgili olarak ilgi görmüştür. Örneğin denetim görüşünü tahmin etmek için (Yaşar vd., 2015; Yaşar, 2016; Büyüktanır ve Toraman, 2020) veri madenciliği yöntemleri uygulanmıştır. Ayrıca Türkiye örneğinde yapılan araştırmalarda, denetim görüşünü etkileyen faktörlerin tespit edilmesinde (Özcan, 2016; Adiloglu ve Vuran, 2017; Mat ve Önal 2019; Sakin, 2019), hileli finansal raporlama tahmininde (Ata ve Seyrek, 2009; Terzi, 2012; Terzi ve Şen,

2012; Sorkun ve Toraman, 2017; Kırdı ve Özçelik, 2021, Tatar ve Kıymık, 2021; Kılıç ve Önal, 2022), finansal raporlardaki manipölasyonların tespitinde (Ozdoglu vd., 2017), denetim kalitesi tespitinde (Ceyhan, 2014) ve araç sigortası hile tespitinde (Cömert ve Kaymaz, 2020) veri madenciliği yöntemleri kullanılmıştır.

Literatür taraması sonucunda tespit edilen, denetim görüşü tahminine odaklanan çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Dopuch vd. (1987), bağımsız denetçinin olumlu dışı denetim görüşü verme kararını tahmin etmek için finansal ve piyasa değişkenlerini kullanarak bir probit regresyon modeli geliştirmiştir. Olumlu dışı denetim görüşlerini tahmin etmede cari yıl zararı, sektör getirilerindeki fark ile kaldıraç değişiminin (toplam borç/toplam aktifler) önemli değişkenler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, borçlarda bir artış olduğunda, şartlı görüş alma olasılığının da arttığı ifade edilmiştir.

Laitinen & Laitinen (1998), Finlandiya borsasına kayıtlı 37 şirketten oluşan bir örneklem üzerinde yaptıkları çalışmada, 16 finansal oran ve denetim raporunun gecikme süresi değişkenini kullanarak olumlu dışı denetim görüşünü açıklamak için çok değişkenli bir lojistik regresyon modeli geliştirmişlerdir. Çoklu lojistik regresyon modelinin sonuçlarına göre, büyümesi düşük, borcu yüksek ve çalışanı az olan şirketlerin olumlu dışı denetim görüşü alma ihtimalinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçları, halka açık Finlandiya şirketlerinin denetim raporlarındaki nitelikleri açıklamak için etkili bir modelin bulunabileceğini göstermektedir. Model %62 oranında doğruluk performansı göstermiştir.

Spathis (2003), olumlu ve olumlu dışı denetim görüş tahmininde ayırım yapma yeteneğini geliştirmek için finansal ve finansal olmayan bilgi kombinasyonlarının ne ölçüde kullanılabileceği araştırmıştır. 100 Yunan şirketinden alınan verilerin denetim görüşü üzerindeki etkisi, lojistik ve en küçük kareler (OLS) regresyon yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda şirket aleyhine açılan dava, finansal stres (z-skoru) ve cari yıl zararı değişkenleri, olumlu dışı denetim görüşünün tahmin edilmesine yönelik potansiyel göstergeler olduğu belirlenmiştir. Geliştirilen modelin %78 oranında genel doğruluk performansı gösterdiği ifade edilmiştir.

Spathis vd. (2003), olumlu ve olumlu dışı denetim görüş tahmininde ayırım yapma yeteneğini geliştirmek için müşteri (kurumsal) performans ölçütlerinin ne ölçüde kullanılabileceği test edilmiştir. Çok kriterli karar yardımı sınıflandırma yöntemi

(UTADIS - Utilities Additives Discriminantes), doğrusal diskriminant analizi ve lojistik regresyon için, sırasıyla %78.83, %74.34 ve %74.70 genel doğruluk performansı göstermiştir.

Doumpos vd. (2005), 1998 ve 2003 yılları arasında İngiltere'deki 1.754 şirketin verilerini kullanarak destek vektör makineleri yardımıyla denetim görüşünü tahmin etmek için bir model oluşturmuştur. Örnek sektörlerle ilgili ayrılmış ve işletme performansının tüm yönlerini (likidite, kaldıraç, kârlılık, faaliyet yönetimi ve finansal tablo kalemlerinde yıllık değişiklikler) kapsayan 14 değişken kullanılmıştır. İflas riskine ilişkin son bir değişken de üç kategoriye (normal, tehlikeli ve çok tehlikeli) ayrılarak eklenmiştir. Çalışma, olumlu dışı denetim görüşü alan şirketlerin, olumlu denetim görüşü alan şirketlere göre daha düşük likiditeye, aktif kârlılığın, duran varlık devir hızına, yıllık büyümeye ve daha yüksek kredi riskine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Sonuçlar, tüm destek vektör makinesi modellerinin olumlu ve olumlu dışı denetim görüşlerini yeterli doğrulukla ayırt edebildiğini göstermektedir. Ayrıca, örneklemdeki şirketlerin %73'ünü doğru bir şekilde sınıflandırma performansı göstermiştir ve en önemli değişken olarak "Kredi Notu" vurgulanmıştır.

Caramanis & Spathis (2006), finansal bilgi ile denetim firması türü ve denetim ücretleri gibi finansal olmayan değişkenlerin birleşiminin denetim görüşünü tahmin etmek için ne ölçüde kullanılabileceğini araştırmıştır. Veriler, Atina borsasında listelenen 185 Yunanistan şirketinin bir örneğini içermektedir. Lojistik ve en küçük kareler regresyon (OLS) modelleri uygulanmıştır. Geliştirilen model, toplam örneklemin % 90'ını sınıflandırmada başarılı olmuştur. Çalışmada cari oran ve faaliyet karı/toplam aktifler değişkenleri olumlu dışı denetim görüşü verilmesinde önemli değişkenler olarak belirlenmiştir.

Gaganis vd. (2007a), Olasılıksal sinir ağlarının denetçinin görüş türünü belirleme yeteneğini incelemiş ve tahmin doğruluğu ile ilgili sonuçları yapay sinir ağları ve lojistik regresyon ile karşılaştırmıştır. Örneklem, 1997–2004 döneminde Londra Borsası'nda işlem gören 3.333 finansal tabloyu içermektedir. Olasılıksal sinir ağının, diğer iki modele kıyasla (geleneksel yapay sinir ağı modelinden ve lojistik regresyondan) daha iyi bir performansa (%84) sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Gaganis vd. (2007b), logit regresyon ve diskriminant analizi ile geliştirilen modellere kıyasla denetim görüşlerini tahmin etmek için k-en yakın komşunun (K-NN)

etkinliğini incelemişlerdir. K-NN modelinin genel sınıflandırma doğruluğunun (%66-%72.2), diskriminant analizinden (%60.4-%62.4) ve lojistik regresyondan (%61.1-%65.9) daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Kirkos vd. (2007b) İngiltere ve İrlanda’da halka açık 450 finans dışı şirketler üzerinde toplam 26 finansal oran kullanarak olumlu ve olumlu dışı denetim görüşlerini ayırt etmek için karar ağaçları (C4.5 algoritması), yapay sinir ağları ve bayesian ağları veri madenciliği yöntemlerini kullanmıştır. Çalışma sonucunda “finansal başarısızlık” ve “karlılık” her üç modelde de; C4.5 karar ağacında ve bayesian ağ modellerinde “finansal kaldıraç” ve “ciro” değişkenlerinin de önemli değişkenler olduğu tespit edilmiştir. Geliştirilen üç model performansları açısından karşılaştırılmıştır. En yüksek sınıflandırma performansını, on kat çapraz doğrulama sonuçlarına dayalı olarak, %82.22 oranıyla bayesian ağları göstermiştir. Yapay sinir ağı modeli %81.11, Karar Ağacı modeli %77.69 oranında performans göstermiştir.

Saif vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada, denetçilerin destek vektör makinesi ve karar ağacı kullanarak denetim görüşlerini belirlemelerine yardımcı olmak için akıllı bir model ve 30 kuraldan oluşan bir dizi kural sunmuşlardır. Çalışmada, destek vektör makinesi karar ağacı ile birleştirilerek yeni bir model önerilmiştir. Yeni yöntemin deneysel testleri, üretilen kuralların birinci sınıf kalitede ve anlamlı olmasıyla, doğru denetim görüşünün belirlenmesinde anlaşılabilirliğinin destek vektör makinesi ve karar ağacından daha iyi performans gösterdiği ortaya konulmuştur.

Pourheydari vd. (2012), doğru denetim görüşünü belirleyebilmek için olasılıksal sinir ağı (PNN), lojistik regresyon (LR), radyal temel fonksiyon ağı (RBF) ve çok katmanlı algılayıcı sinir ağı (MLP) kullanmışlardır. Dört modeli test etmek için 29 finansal ve finansal olmayan değişkenle 347 olumlu dışı ve 671 olumlu denetim görüşü olmak üzere 1.018 İran şirketi seçilmiştir. Sonuçlar, MLP’nin diğer modellerden daha iyi performans gösterdiğini ve %88 doğruluk oranına ulaştığını, LR’nin ise modeller arasında en kötü performansı gösterdiğini ve %34.3 doğruluk oranı olduğu için olumlu dışı ve olumlu denetim görüşlerinin sınıflandırılmasında dengesiz bir model olduğunu ortaya koymuştur.

Yaşar vd. (2015), 2010 ve 2013 yılları arasında Borsa İstanbul Sınai Endeksi’nde işlem gören şirketler üzerinde 110 firma yılı verisinden finansal oranları kullanarak, lojistik regresyon, diskriminant ve C5.0 karar ağacı algoritması yöntemleriyle olumlu dışı

denetim görüşlerini tahmin etmiştir. Değişkenlerden, Net Kar/Toplam Varlıklar, Özkaynaklar/Toplam Yabancı Varlıklar, Dağıtılmamış Karlar/Toplam Aktifler, Net Satışlar/Toplam Varlıklar, Net İşletme Sermayesi/Toplam Varlıklar ve Toplam Yabancı Varlıklar/Toplam Varlıklar etkin değişkenler olarak belirlenmiştir. Ayrıca denetim görüşünü sınıflandırmada C5.0 karar ağacı modelinin (%98.2) diskriminant modeline (%87.3) ve lojistik regresyon modeline (%92.7) göre daha başarılı olduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışmanın, Türkiye’de olumlu dışı denetim görüşlerinin tahmin edilmesine yönelik ulusal literatürde yer alan ilk çalışma olduğu tespit edilmiştir.

Yaşar (2016), Borsa İstanbul sınai endeksinde işlem gören şirketlerin 2011-2014 aralığındaki verileri kullanarak, olumlu dışı denetim görüşü tahminine ilişkin karar ve birliktelik kurallarını C5.0, CART ve GRI algoritmaları ile belirlemiştir. C5.0 algoritmasıyla 8 karar kuralı, CART algoritmasıyla 19 karar kuralı ve GRI algoritmasıyla 4 birliktelik kuralı belirlenmiştir. Her üç model sonucunda da, olumlu dışı denetim görüşünün tahmin edilmesinde en etkili değişkenin “önceki yıl denetim görüşü” değişkeni olduğu tespit edilmiştir. C5.0 karar ağacı algoritması %88.8’lik genel doğru sınıflandırma başarıyla denetim görüşünü tahmin etmede en yüksek performansı göstermiştir.

Fernández-Gámez vd. (2016), kurumsal yönetim verilerini finansal değişkenlerle birlikte kullanarak denetim görüşünü tahmin etmeye yönelik bir model geliştirmiştir. 2008-2010 yılları arasında İspanya’da borsada işlem gören 447 şirket üzerinde olasılıksal yapay sinir ağları (PNN) ve çok katmanlı algılayıcı (MLP) ile test edilmiştir. Kurumsal yönetime ilişkin değişkenlerin modele eklenmesinin model performansını arttırdığı tespit edilmiştir. PNN ve MLP modellerinin yüksek tahmin gücü sağladığı gösterilmiştir. Her iki sinir ağı türünün de önceki çalışmalara göre %98 doğruluk oranıyla daha iyi performans gösterdiği ifade edilmiştir.

Stanisic vd. (2019) yaptıkları çalışmada, denetçi görüş türünü tahmin etmek için farklı tahmin yöntemlerinin performansı hakkında sonuçlar çıkarmayı amaçlamıştır. İstatistik ve makine öğreniminden on iki modelin tahmin performansı, müşteri hakkında ön bilgi mevcut olduğunda ve mevcut olmadığında, iki senaryo için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Sonuçlar ilk senaryoda, her iki alandan birkaç yöntemin yaklaşık %89’luk karşılaştırılabilir tahmin performansı elde ettiğini göstermiştir. Ancak ikinci senaryoda, makine öğrenimi algoritmaları, özellikle rastgele orman gibi ağaç tabanlı olanlar, % 79’a ulaşarak önemli ölçüde daha iyi performans elde ettiğini göstermiştir. Son olarak, hem istatistiksel hem de makine öğrenimi yöntemlerinin güçlü yanlarını

birleştirmeyi amaçlayan iki hibrit modelin tahmin performansı değerlendirilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen ana kavramsal çıkarım, denetçi görüş türünü tahmin etmeye yönelik etkili modeller geliştirmek için hem makine öğrenimi hem de istatistiksel yaklaşımlarının güçlü yanlarından tam olarak yararlanılması ve mümkün olan yerlerde birleştirilerek hibrit modellerin geliştirilmesi gerektiğidir.

Büyüktanır ve Toraman (2020), bağımsız denetçi görüşünün doğruluğunu doğrulayan ve bir sonraki döneme ait denetim görüşünü tahmin eden bir makine öğrenmesi modeli oluşturmayı amaçlamıştır. Modelin eğitilmesi amacıyla Kamuyu Aydınlatma Platformu'ndan 2009-2019 yıllarına ait bağımsız denetim görüşleri alınmıştır. Bağımsız denetim görüşlerinin sınıflandırılması amacıyla veri seti kullanılmıştır. Finansal oranların yanı sıra geçmiş dönemlere ait denetim görüşünün türü, önceki dönem bağımsız denetim şirketlerinin sınıfları ve denetim görüşünün zamanında bildirilip bildirilmediği gibi bilgiler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, XGBoost algoritması %95.0 oranıyla ve rastsal orman %94.7 oranıyla en yüksek doğruluk performansı gösteren modeller olduğu tespit edilmiştir.

Nawaiseh vd. (2020), finansal tablo denetimi için tahmine dayalı sınıflandırma modelleri olarak yapay sinir ağları, destek vektör makineleri ve K-en yakın komşu veri madenciliği yöntemlerinin yeteneklerini araştırmışlardır. Ampirik sonuçlar, destek vektör makineleri ve yapay sinir ağları yöntemlerinin daha yüksek ortalama doğruluk oranı (%95.9) elde ettiğini ve K-en yakın komşu'dan (%93.8) daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Olumlu dışı görüş alan şirketlerin olumlu görüş olarak sınıflandırılması açısından en düşük Tip I hata oranı, yapay sinir ağları tarafından elde edilmiştir. Destek vektör makineleri, olumlu görüş alan şirketlerin olumlu dışı olarak sınıflandırılması açısından en düşük Tip II hata oranıyla daha iyi performans göstermiştir.

Nawaiseh & Abbod (2020), finansal tablo denetimi için tahmine dayalı sınıflandırma modelleri olarak karar ağaçları, naive bayes ağları, lojistik regresyon ve lineer diskriminant yöntemlerinin yeteneklerini araştırmışlardır. Ampirik sonuçlar, denetim görüşünü tahmin etmek için karar ağacı tekniğinin %96.3 doğru sınıflandırma performansı dengeli bir model sağladığını ve 2018-2019 yıllarına ait veri seti için, naive bayes ağları, lojistik regresyon ve lineer diskriminant yöntemlerinden daha yüksek doğruluk performansı gösterdiğini ortaya koymuştur.

Zarei vd. (2020), finansal ve finansal olmayan değişkenlere dayalı bir probit model ile 2012-2016 yıllarına ait Tahran Menkul Kıymetler Borsası'nda işlem gören 96 gözlemde, denetim görüş türünü tahmin etmişlerdir. Model, denetçi görüşündeki değişiklikleri açıklamak için toplam örnekleme doğru bir şekilde sınıflandırmada %72.9 doğruluk performansı göstermiştir.

Wu & Li (2021) tarafından perakende ve toptan ticaret sektöründe Çin borsasına kayıtlı şirketlerin 14 finansal veri seti kullanılarak Adam optimizer ile BP (Back Propagation) sinir ağından türetilen bir denetim görüşü tahmin modeli geliştirilmiştir. Sonuçlar, modelin tahmin doğruluğunun Adam optimizer %94.05 ve BP sinir ağı %83.78 olduğunu göstermektedir.

Saeedi (2021) destek vektör makineleri, karar ağaçları, k-en yakın komşular ve kaba kümeler olmak üzere dört veri madenciliği yönteminin, denetim görüşlerinin tahminindeki yeteneğini karşılaştırmaktadır. Araştırma verileri, 2001'den 2017'ye kadar ABD şirketlerinden 37.325 firma-yılı gözleminden oluşmaktadır. Bağımlı değişken genel literatürde iki kategoriye ayrılmasına karşın, bu çalışmada olumlu görüş (unqualified), açıklama paragraflı olumlu görüş (unqualified with explanatory language) ve işletmenin sürekliliği (going-concern) olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. Destek vektör makineleri, genel tahmin doğruluk oranları (%75.6), Tip I ve Tip II hataları açısından en yüksek performansı göstermiştir.

Literatürde tespit edilen denetim görüşü tahmininde veri madenciliği yöntemlerini kullanan çalışmalar, Tablo 15'te kronolojik sırayla özet olarak sunulmuştur.

Tablo 15. Denetim Görüşlerinin Tahmin Edilmesine Yönelik Çalışmaların Özeti

S. No.	Yazar (Yıl)	Veri Seti	Kullanılan Yöntemler	Sonuçlar
1	Dopuch vd. (1987)	Dönem: 1969-1980 275 olumlu dışı görüş ve 441 olumlu görüş Ülke: ABD	Probit Regresyon	Olumlu dışı denetim görüşünü tahmin etmek için finansal ve piyasa değişkenlerini kullanarak probit regresyon modeli geliştirilmiştir.
2	Laitinen & Laitinen (1998)	Dönem: 1992-1994 8 olumlu dışı görüş ve 103 olumlu görüş Ülke: Finlandiya	Kruskal-Wallis Testi ve Lojistik Regresyon	Çalışmanın sonuçları, halka açık Finlandiya şirketlerinin denetim raporlarındaki nitelikleri açıklamak için etkili bir modelin bulunabileceğini göstermektedir. Model %62'lik bir doğruluğa ulaşmıştır.
3	Spathis (2003)	Dönem: 1997-1999 50 olumlu dışı görüş ve 50 olumlu görüş Ülke: Yunanistan	En Küçük Kareler Regresyon (OLS) ve Lojistik Regresyon	Geliştirilen modelin genel doğruluk performansı %78 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 15 (Devam). Denetim Görüşlerinin Tahmin Edilmesine Yönelik Çalışmaların Özeti

S. No.	Yazar (Yıl)	Veri Seti	Kullanılan Yöntemler	Sonuçlar
4	Spathis vd. (2003)	Dönem: 1997-1999 50 olumlu dışı görüş ve 50 olumlu görüş Ülke: Yunanistan	UTADIS, Diskriminant Analizi ve Lojistik Regresyon	Geliştirilen UTADIS modeli, toplam örnekleme %78.83 oranıyla doğru sınıflandırmıştır.
5	Doumpos vd. (2005)	Dönem: 1998-2003 859 olumlu dışı görüş ve 5.189 olumlu görüş Ülkeler: İngiltere ve İrlanda	Destek Vektör Makineleri	Sonuçlar, örneklemdaki şirketlerin % 73'ünü doğru sınıflandırma performansı göstermiştir ve en önemli değişken olarak "Kredi Notu" vurgulanmıştır.
6	Caramanis & Spathis (2006)	Dönem: 2001 162 olumlu dışı görüş ve 23 olumlu görüş Ülke: Yunanistan	En Küçük Kareler Regresyon (OLS) ve Lojistik Regresyon	Geliştirilen model, toplam örneklemin %90'ını sınıflandırmada başarılı olmuştur.
7	Gaganis vd. (2007a)	Dönem: 1997-2004 264 olumlu dışı görüş ve 3.069 olumlu görüş Ülke: İngiltere	Yapay Sinir Ağı (ANN), Olasılıksal Sinir Ağı (PNN) ve Lojistik Regresyon (LR)	Olasılıksal sinir ağının %84 sınıflandırma doğruluk oranıyla, geleneksel yapay sinir ağı ve lojistik regresyondan daha iyi bir performansa sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
8	Gaganis vd. (2007b)	Dönem: 1998-2003 980 olumlu dışı görüş ve 4.296 olumlu görüş Ülke: İngiltere	K-En Yakın Komşular (K-NN), Diskriminant Analizi ve Lojistik Regresyon	K-NN modelinin genel sınıflandırma doğruluğunun (% 66-72.2), diskriminant analizinden (%60.4-62.4) ve lojistik regresyondan (%61.1-65.9) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
9	Kirkos vd. (2007b)	Dönem: 1995-2004 225 olumlu dışı görüş ve 225 olumlu görüş Ülkeler: İngiltere ve İrlanda	Yapay Sinir Ağları, C4.5 Karar Ağaçları ve Bayes İnanç Ağları	En yüksek sınıflandırma performansını %82.22 oranıyla bayes inanç ağları göstermiştir. Yapay sinir ağı modeli %81.11, Karar Ağacı modeli %77.69 oranında performans göstermiştir.
10	Saif vd. (2012)	Dönem: 2001-2007 708 olumlu dışı görüş ve 310 olumlu görüş Ülke: İran	Destek Vektör Makineleri ve Karar Ağacı	Destek vektör makinelerini ve karar ağaçlarını birleştiren yeni yöntemin daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuşlardır.
11	Pourheydari vd. (2012)	Dönem: 2001-2007 347 olumlu dışı görüş ve 671 olumlu görüş Ülke: İran	Olasılıksal Sinir Ağı (PNN), Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP), Radyal Tabanlı Fonksiyon (RBF) ve Lojistik Regresyon (LR)	Sonuçlar, denetim görüş türü tahmininde MLP'nin %88'lik bir doğruluğa ulaştığını göstermiştir. Ayrıca ele alınan tüm yöntemler arasında en iyi performansı gösteren yöntem olduğu ortaya koymuştur.
12	Yaşar vd. (2015)	Dönem: 2010-2013 55 olumlu dışı görüş ve 55 olumlu görüş Ülke: Türkiye Örneklem: Borsa İstanbul sınai endeks şirketleri	C5.0 Karar Ağacı, Diskriminant Analizi ve Lojistik Regresyon	Modellerin sınıflandırma sonuçları, C5.0 karar ağacı algoritmasının %98.2 sınıflandırma performansı ile, diskriminant ve lojistik regresyon modellerine kıyasla denetim görüşlerini açıklamada en yüksek sınıflandırma doğruluğuna sahip olduğunu göstermiştir.
13	Yaşar (2016)	Dönem: 2011-2014 58 olumlu dışı görüş ve 58 olumlu görüş Ülke: Türkiye Örneklem: Borsa İstanbul sınai endeks şirketleri	Birliktelik Kurallarından GRI (Genelleştirilmiş Kural Çıkarımı) Algoritması ve C5.0 ve CART Karar Ağaçları	Sonuç olarak, C5.0 karar ağacı modeli, denetim görüş türü tahmininde %88.8 oranında toplam doğru sınıflandırma başarısı ile en yüksek performansı göstermiştir.

Tablo 15 (Devam). Denetim Görüşlerinin Tahmin Edilmesine Yönelik Çalışmaların Özeti

S. No.	Yazar (Yıl)	Veri Seti	Kullanılan Yöntemler	Sonuçlar
14	Fernández-Gámez vd. (2016)	Dönem: 2008-2010 78 olumlu dışı görüş ve 369 olumlu görüş Ülke: İspanya	Olasılıksal Sinir Ağı (PNN) ve Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP)	Bu çalışma, olasılıksal sinir ağı ve çok katmanlı algılayıcı kullanarak test örneği için sırasıyla % 98.10 ve % 81.70 doğruluk performansı elde etmiştir.
15	Stanisic vd. (2019)	Dönem: 2010-2013 4.421 olumlu dışı ve 9.140 olumlu görüş Ülke: Sırbistan	C5.0 Ağacı, Rastgele Orman, Düzenli Rastgele Orman, Stokastik Gradyan Yükseltme, Aşırı Gradyan Arttırma, K-En Yakın Komşular, Çok Katmanlı Algılayıcı, Destek Vektör Makinesi, Lineer Diskriminant Analizi, Lojistik regresyon, Probit Regresyon, Karma Etkiler Lojistik Regresyon	Sonuçlar ilk senaryoda her iki alandan birkaç yöntemin yaklaşık %89'luk karşılaştırılabilir tahmin performansı elde ettiğini göstermektedir. Ancak ikinci senaryoda, makine öğrenimi algoritmaları, özellikle Rastgele Orman gibi ağaç tabanlı olanlar % 79'a ulaşarak önemli ölçüde daha iyi performans göstermiştir.
16	Büyüktanır ve Toraman (2020)	Dönem: 2009-2019 868 olumlu dışı görüş ve 6.259 olumlu görüş Ülke: Türkiye Örneklem: Borsa İstanbul (BİST)	K-Komşu, Karar Ağacı, Lojistik Regresyon, Diskriminant Analizi, Çok Katmanlı Algılayıcı, Naive Bayes, Rastgele Gradyan, Rastgele Orman, AdaBoost, XGBoost	Rastgele Orman (%94.7) ve XGBoost (%95.0) algoritmaları çalışmanın en iyi sonuçlarını vermiştir. Finansal oranlar, önceki dönem görüş türü, önceki dönem bağımsız denetim şirket sınıfı ve denetim raporu gecikmeleri gibi bilgilerin gelecek dönem sonuçlarını tahmin etmede etkili olduğu ifade edilmiştir.
17	Nawaiseh vd. (2020)	Dönem: 5 yıllık veri 7.199 olumlu dışı görüş ve 23.000 olumlu görüş Ülke: İngiltere ve İrlanda	Yapay Sinir Ağları, Destek Vektör Makineleri ve K-En Yakın Komşu	Ampirik sonuçlar, destek vektör makineleri ve yapay sinir ağları modellerinin daha yüksek ortalama doğruluk oranı (%95.9) elde ettiğini ve K-En Yakın Komşu yönteminden (%93.8) daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur.
18	Nawaiseh & Abbod (2020)	Dönem: 2018-2019 9.363 olumlu dışı ve 16.644 olumlu görüş Ülke: İngiltere ve İrlanda	Lineer Diskriminant Analizi, Lojistik Regresyon, Naive Bayes Ağları, Karar Ağaçları	Ampirik sonuçlar, karar ağacı modelinin %96.3'lük doğru sınıflandırma performansı gösterdiğini ortaya koymuştur. Karar ağacı modeli 2018 ve 2019 yıllarına ait veri setlerinde lojistik regresyon, lineer diskriminant ve naive bayes ağları modellerinden daha iyi performans göstermiştir.
19	Zarei vd. (2020)	Dönem: 2012-2016 251 olumlu dışı ve 229 olumlu görüş Ülke: İran	Probit Model	Denetçi görüş türünü tahmin etmek için toplam örnekleme doğru bir şekilde sınıflandırmada %72.9 doğruluk performansı göstermiştir.
20	Wu & Li (2021)	Dönem: 2018 yılı 25 olumlu dışı ve 898 olumlu görüş Ülke: Çin	BP Sinir Ağı, Adam Optimizer Algoritması	Sonuçlar, Adam optimizer modelinin tahmin doğruluğunun %94.05 ile en yüksek olduğunu göstermiştir.

Tablo 15 (Devam). Denetim Görüşlerinin Tahmin Edilmesine Yönelik Çalışmaların Özeti

S. No.	Yazar (Yıl)	Veri Seti	Kullanılan Yöntemler	Sonuçlar
21	Saeedi (2021)	Dönem: 2001-2017 25.943 olumlu görüş, 10.217 açıklama paragraflı olumlu görüş ve 1.165 İşletmenin Sürekliliği görüşü Ülke: ABD	Destek Vektör Makineleri, Karar Ağaçları, K-En Yakın Komşular (K-NN) ve Kaba Kümeler (RS-Rough Sets)	Bu çalışma, şirketlerin finansal tablolarına ilişkin denetim görüşlerinin tahmin edilmesinde dört veri madenciliği tekniğinin performanslarını karşılaştırmıştır. Destek Vektör Makineleri, genel tahmin doğruluk oranları (%75.6) ve Tip I ve Tip II hata oranları açısından en yüksek performansı göstermiştir.

Yukarıda Tablo 15'te yer alan çalışmalar kapsadığı dönemler, uygulandığı ülkeler, veri setlerinin büyüklüğü, kullanılan bağımsız değişkenler, kullanılan veri madenciliği yöntemlerine göre karşılaştırılmıştır.

Çalışmaların kapsadığı dönemler incelendiğinde 1 yıl (Caramanis & Spathis, 2006; Wu & Li, 2021) ile 12 yıl arasında (Dopuch vd., 1987) değiştiği görülmektedir. Bu çalışmada 2010-2022 yıllarına ait dönem ele alınmış olup toplamda 13 yıllık dönemi kapsamaktadır. Ayrıca “önceki yıl denetim görüşü” değişkeni nedeniyle, 2009 yılı bağımsız denetim raporu verileri de kullanılmıştır. Bu bağlamda değerlendirildiğinde dönem uzunluğu bakımından en uzun zaman aralığını kapsayan çalışma olduğu görülmektedir.

Çalışmaların yapıldığı ülkeler incelendiğinde en fazla çalışma İngiltere’de (6) yapılmıştır. İlgili çalışmaların 4 tanesi (Douplos vd., 2005; Kirkos vd., 2007b; Nawaiseh vd., 2020; Nawaiseh & Abbod, 2020), hem İngiltere hem de İrlanda ülkelerini kapsamaktadır. Bu ülkeler dışında çalışma yapılan ülkelere bakıldığında Türkiye (3), Yunanistan (3), İran (3), ABD (2), Çin (1), Finlandiya (1), İspanya (1) ve Sırbistan (1) olduğu görülmektedir. Bu çalışma Türkiye örnekleminde uygulanmıştır.

Çalışmalarda kullanılan veri setleri büyüklüğü analiz edildiğinde 100 (Spathis vd., 2003) ile 37.325 (Saeedi, 2021) aralığında değiştiği görülmektedir. Veri seti büyüklüğünün 200’den az olduğu çalışmalar (Caramanis & Spathis, 2006; Yaşar, 2016; Laitinen & Laitinen, 1998; Yaşar vd., 2015; Spathis, 2003; Spathis vd., 2003) genel olarak incelendiğinde, olumlu dışı görüş sayısının az olması sebebiyle olumlu görüş sayısının tesadüfi örnekleme yöntemiyle eşitlenmesinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu çalışmalarda, bağımlı değişken genel olarak eşit biçimde dağılım göstermektedir. Veri seti büyüklüğünün 10.000’den fazla olduğu çalışmalar (Saeedi, 2021; Nawaiseh vd., 2020; Nawaiseh & Abbod, 2020; Stanisic vd., 2019) genel olarak değerlendirildiğinde, bağımlı değişkende olumlu dışı görüş ve olumlu görüş sayısının

dengeli dağılım göstermediği görülmektedir. Bazı çalışmaların (Saeedi, 2021) ABD gibi gelişmiş ülkelerde yapılmasından dolayı halka açık daha çok veriye erişim imkânı bulunmaktadır. Bununla birlikte bazı çalışmalar (Nawaiseh vd., 2020; Nawaiseh & Abbod, 2020) birden fazla ülkede uygulanmıştır. Ayrıca bu çalışmalarda herhangi bir sektör ayırımına gidilmeden tüm verilerle analizlerin yapıldığı görülmektedir. Literatürdeki birçok çalışmada (Spathis, 2003; Doumplos vd., 2005; Kirkos vd., 2007b; Gaganis vd., 2007a; Pourheydari vd., 2012; Fernández-Gámez vd., 2016) sonuçların yanıltıcı olmaması için özellikle bankalar, finansal kuruluşlar, yatırım kuruluşları, finansal araçlar ve holding şirketlerin örneklem dışı tutulmasının önemi vurgulanmıştır. Bu çalışmada da ilgili şirketler örneklem dışı bırakılmıştır. Bu çalışmada kullanılan veri seti toplamda 2.377 şirket-yıl gözlemini içermektedir.

Literatürde yer alan çalışmaların bağımsız değişken setleri incelendiğinde hem finansal değişkenler hem de finansal olmayan değişkenlerin kullanılmıştır. Ancak çalışmalarda, ağırlıklı olarak finansal değişkenlerin kullanıldığı tespit edilmiştir. Denetim literatüründe denetim görüşünü tahmin etmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bu yöntemlerde genel fikir birliği, finansal ve finansal olmayan değişkenlerin denetim görüşü kararını etkilediği yönündedir. Bu çalışmada toplamda 28 finansal ve finansal olmayan bağımsız değişken kullanılmıştır.

Literatürde yer alan ilk çalışmalar temel olarak probit ve lojistik regresyon modelleri olmak üzere klasik istatistiksel modelleme tekniklerinin kullanımına dayanmıştır (Dopuch vd., 1987), daha yeni çalışmalar ise karar ağaçları ve yapay sinir ağları gibi modern makine öğrenimi tekniklerine yönelik artan bir tercih göstermiştir (Pourheydari vd., 2012; Saif vd., 2013; Yaşar vd., 2015; Fernandez-Gamez vd., 2016). Literatürde en çok kullanılan veri madenciliği yöntemi, yapay sinir ağları olmuştur. Yapay sinir ağlarını sırasıyla lojistik regresyon, karar ağaçları, diskriminant analizi, destek vektör makineleri, K-en yakın komşular, naive bayes ve probit regresyon yöntemleri izlemiştir. Bazı çalışmalarda (Dopuch vd., 1987; Laitinen & Laitinen, 1998; Spathis, 2003; Doumplos vd., 2005; Caramanis & Spathis, 2006; Zarei vd., 2020) sadece bir yöntem kullanılmıştır. Diğer çalışmalarda ise, birden fazla yöntem analiz edilerek, karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Bu çalışmada 12 farklı veri madenciliği yöntemi karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Literatürdeki çalışmalar, kullanılan metodoloji, örneklem özellikleri ve uygulanan ülkeye bağlı olarak farklı doğruluk seviyeleri sunmaktadır. Bu çalışmayı yürütmek için

ana motivasyon, denetim süreci için önemli olan finansal ve finansal olmayan oranları kullanarak Türkiye örnekleminde veri madenciliği yöntemlerinin denetim görüşü tahmin performanslarını karşılaştırarak ortaya koymaktır.

2. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ

Bu kısımda araştırmanın amacı, önemi, kapsamı, sınırlılıkları, çerçeve tasarımı ve araştırma yöntemi sunulmuştur.

2.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Bu araştırmada, denetim görüşlerini tahmin etmek için veri madenciliği sınıflandırma yöntemleri kullanılarak, yöntemlerin tahmin performanslarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Denetim görüşlerinin tahmin edilmesine yönelik finansal tablo verilerinin yararlılığı çeşitli ülkelerde incelenmiştir. Düzenleyici kurumlar, yatırımcılar ve bankalar gibi paydaşlar, denetim görüşü tahmin modelleri aracılığıyla denetim görüşlerinin riskini değerlendirmekle ilgilenmektedir. Bu araştırmada sunulan çerçeve, dünyanın her yerindeki denetim ve finans uzmanları tarafından denetim planlama ve risk değerlendirme sürecine yardımcı olacak tahmine dayalı modelleri geliştirmek ve test etmek için kullanılabilir. Dopuch vd. (1987: 447-449)'ne göre bağımsız denetçi görüşünün tahmin edilmesi; benzer durumlarda diğer denetçiler tarafından verilen görüş türünün değerlendirilmesi, mevcut müşteriler için denetimin kapsamının belirlenmesi, işletme iç kalitesinin kontrol edilmesi, denetim şirketinin iç kalitesinin incelenmesi, denetim kapsamındaki görüşün doğruluğunun araştırılması konularında destek sağlayabilir. Bu bağlamda araştırmanın bulguları; iç ve bağımsız denetçiler, kurumsal karar vericiler, finansal analistler, vergi ve diğer kamu otoriteleri, kredi derecelendirme kuruluşları, bireysel ve kurumsal yatırımcılar, hukuk şirketleri ve araştırmacılara sağlayacağı fayda bakımından önemlidir.

2.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI VE SINIRLILIKLARI

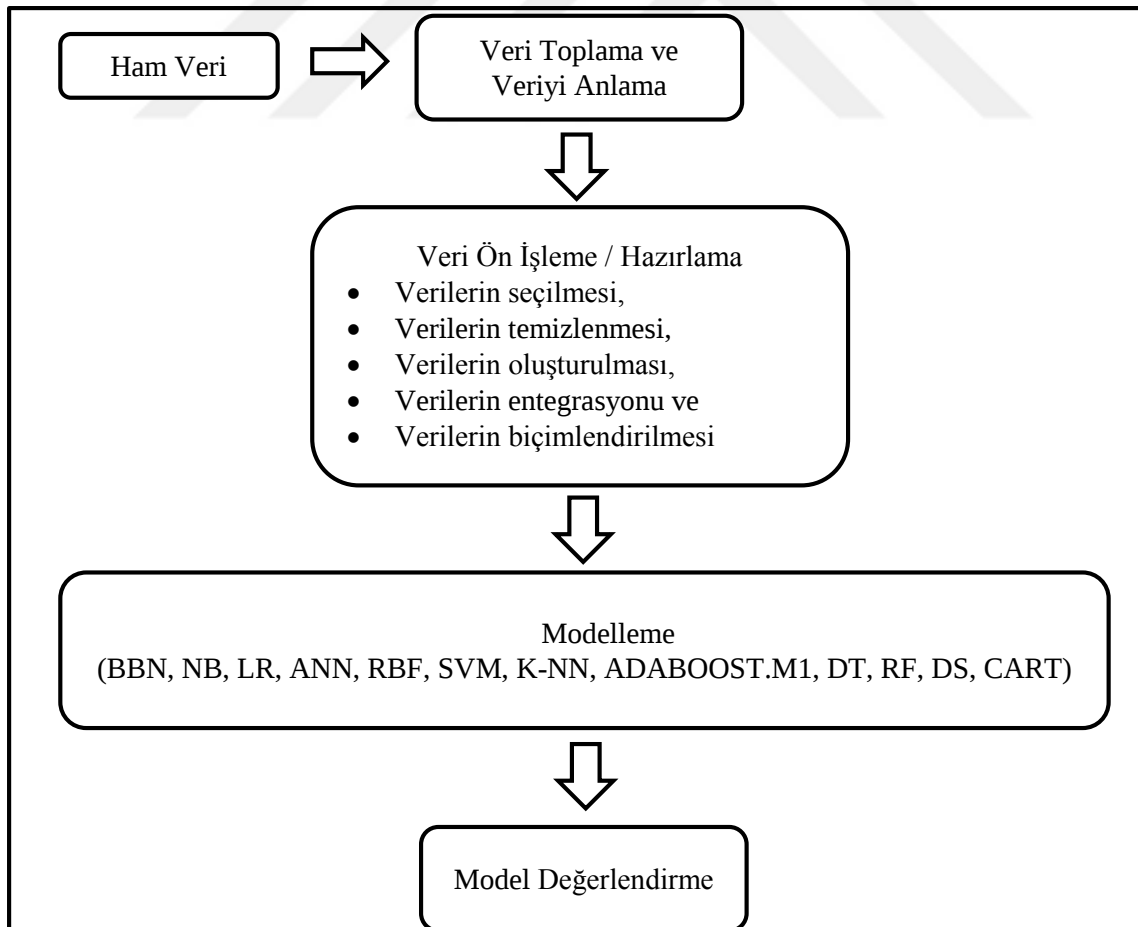
Bu çalışmanın ait olduğu araştırma alanı, denetim görüşünü tahmin etmeye yöneliktir. Çalışmada kullanılan veri seti, BİST’de işlem gören 161 şirkete ait 2010-2022 yılları arasındaki 13 yıllık veriden oluşmakta ve toplam 2.093 gözlem matrisini kapsamaktadır. Veri seti, ilgili 161 şirkete ait bağımsız denetim raporları ve finansal tablo verilerine ilişkin 2.094 satır ve 38 öznitelikten oluşan toplam 79.572 veri hücresi içermektedir.

Her çalışmada olduğu gibi bu çalışmanın da bazı sınırlılıkları vardır. Kapsamlı bir literatür taraması yapılmış olmasına rağmen, kavramların seçimi ve ayrıntı düzeyi temel olarak sunulan çerçeve tasarımı tarafından belirlenmiştir. Çalışmanın sınırlılıklarından biri, Türkiye’de BİST’de faaliyet gösteren 161 şirket verilerinin kullanılmasıdır. Çalışma kapsamında kullanılan sınıflandırıcıların performansı, veri seti ve belirlenen bağımsız değişkenlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Çalışmanın bir diğer sınırlılığı ise, çalışma sonuçlarının 2010-2022 yılları arasına ait verilerin kullanılmasından dolayı, diğer zaman dilimlerine ve diğer ülkelere genişletilememesidir. Diğer bir ifadeyle Türkiye sermaye piyasası sosyal, kültürel ve politik farklılıklar nedeniyle diğer ülke piyasaları ile farklılıklar gösterebilir.

2.3. ARAŞTIRMANIN ÇERÇEVE TASARIMI

Araştırmanın çerçeve tasarımı, veri madenciliği için endüstriler arası standart bir süreç olan CRISP-DM metodolojisini takip etmektedir. Bu çalışmada uygulanan araştırma yönteminin şematik diyagramı Şekil 24’te gösterilmektedir.

Şekil 24. Araştırmanın Çerçeve Tasarımı: CRISP-DM Metodolojisi



Kaynak: CRISP-DM Metodolojisinden uyarlanmıştır.

İlk aşamada (veri toplama aşaması), Kamuyu Aydınlatma Platformu (KAP) web sayfası, şirket web sayfaları, finansal raporlar, denetim raporları ve Finnet Stokeys Pro veri tabanı kaynaklarından veriler toplanmıştır. İkinci aşamada, verilerin ön işleme yapılmıştır. Mevcut araştırmalar ve alan bilgisine dayalı olarak uygun değişkenler belirlenmiştir. Üçüncü aşamada, modeller oluşturulmuştur. Model oluşturmak için on iki farklı veri madenciliği sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Analizler, WEKA yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veri setinde bulunan aykırı değerleri ve uç değerleri tespit etmek için “Interquartile Range” filtresi uygulanmıştır. Veri dengesizliği sorununu gidermek için Sentetik Azınlık Örneklem Arttırma Yöntemi (SMOTE) filtresi uygulanmıştır.

Modelin oluşturulmasında ele alınan öğrenme ve test setlerinin belirlenmesi aynı zamanda modelin performansını da etkilemektedir. Mevcut verileri öğrenme ve test setlerine bölmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Kullanılan veri madenciliği yazılımında bunu yapmanın çeşitli yolları bulunmaktadır. Öğrenme ve test setleri farklı dosyalardan yazılıma aktarılabilmesi gibi yazılım belirli orandaki bir veri dosyasını da test seti olarak kullanabilir ya da yazılım veri setini parçalara ayırmak için n-fold yöntemini ile n parça ve her parçayı sırayla test seti olarak kullanabilmektedir (Coşkun ve Baykal, 2011: 53). Bu çalışmada test yöntemi olarak “10-katlı çapraz doğrulama” yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, veri kaynağı 10 bölüme ayrılmakta, her bölüm bir kez test seti, kalan 9 bölüm ise öğrenme seti olarak kullanılmaktadır.

Veri madenciliğinde kullanılan çeşitli algoritmalar farklı parametrelere sahip olabilmektedir. Örneğin yapay sinir ağlarındaki gizli nöronların sayısı veya karar ağaçlarındaki budama işlemi parametre değerleri, algoritmanın kullandığı parametre değerini belirlemektedir. Bu parametreler algorithmadan algorithmaya veya kullanılan veri madenciliği aracı programlarında farklılık gösterebilmektedir. Bu seçimlerin, kurulacak modelin performansı üzerinde etkileri bulunmaktadır (Coşkun ve Baykal, 2011: 53). Karşılaştırılacak algoritmaların parametreleri WEKA yazılımının varsayılan değerlerinde bırakılmış ve model performansını olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilecek değişikliklerden kaçınılmıştır.

Dördüncü ve son aşama ise model değerlendirme aşamasıdır. WEKA yazılımı, en uygun öğrenme algoritmasının belirlenmesine yardımcı olabilecek bir dizi performans ölçütleri sunmaktadır. Bu ölçümlerin birçoğu sınıflandırma matrisinden türetilmektedir.

Modellerin performansı uygun performans ölçütleriyle değerlendirilerek karşılaştırılmıştır.

2.4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu kısımda veri seti, değişkenler ve araştırmada kullanılan veri madenciliği sınıflandırma yöntemleri ele alınmıştır.

2.4.1. Veri Setine İlişkin Bilgiler

İstatistiksel popülasyon, 2009-2022 yılları arasında BİST’de işlem gören tüm şirketleri içermektedir. Bu araştırmanın örnekleme aşağıdaki koşulları sağlayan şirketler dâhil edilmiştir:

- BİST’de 2009 yılından 2022 yılına kadar kesintisiz işlem gören şirketler ele alınmıştır. Bağımsız denetim raporları t-1 ve t yılları için mevcut olmalıdır. Ayrıca, tüm şirketlerin finansal tabloları t yılı için mevcut olmalıdır. KAP web sayfasında, şirket verilerine 2009 yılından itibaren ulaşılabilir. Çalışmada kullanılan bağımsız değişkenler içerisinde bir önceki yıl denetim görüşü değişkeni yer almaktadır. Bu değişkenden dolayı 2010 yılına ait verilerde, 2009 yılı denetim raporları verileri kullanılmıştır. Bu kapsamda çalışmada kullanılan veri seti başlangıcı 2010 yılı olarak belirlenmiştir.

- Bankalar, finansal kuruluşlar, yatırım kuruluşları, finansal araçlar ve holding şirketleri ayrı raporlama yapılarına sahip olmasından dolayı örneklem dışında tutulmuştur.

Yukarıdaki kısıtlamaların uygulanmasından sonra, yıllık örneklem büyüklüğü 161 şirketi kapsamaktadır. Tablo 16’da araştırma örnekleminde yer alan şirketlerin seçimi ifade edilmiştir.

Tablo 16. Araştırma Örneklem Şirketlerinin Seçimi

Açıklama	Şirket Sayısı
Veri toplama sürecinde BİST’de İşlem Gören Şirket Sayısı	651
Kısıtlamalar:	
1. Finansal Tabloları ve Bağımsız Denetçi Raporları 2009 Yılından 2022 Yılına Kadar Mevcut Olmayan Şirketlerin Sayısı	(250)
2. Mali Kuruluşlar, Aracı Kurumlar, Bankalar, Holdingler ve Yatırım Şirketlerinin Sayısı	(240)
Final Örneklem Şirket Sayısı	161

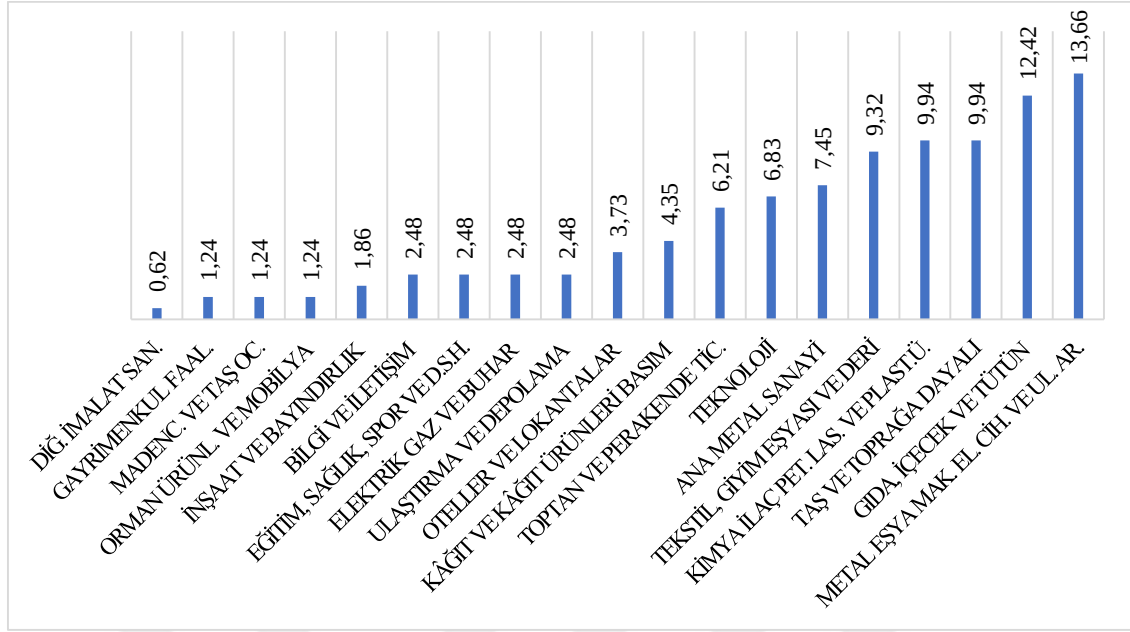
Örneklem şirketlerinin seçimi ve kısıtlamalar Tablo 16’da sunulmuştur. Veri toplama sürecinde BİST’de faaliyet gösteren şirket sayısı toplam 651 adettir. Finansal tabloları ve bağımsız denetçi raporları 2009 yılından 2022 yılına kadar mevcut olmayan toplam 250 adet şirket örneklem dışı bırakılmıştır. Ayrıca mali kuruluşlar, aracı kurumlar, bankalar, holdingler ve yatırım şirketleri ayrı raporlama yapılarına sahip olması nedeniyle toplamda 240 adet şirket daha örneklem dışı bırakılmıştır. Kısıtlamalar kısmında yer alan şirketler, çalışmada daha tutarlı ve anlamlı sonuçlar elde etmek için örneklem dışı bırakılmıştır. Böylelikle araştırma sonuçlarının, şirketler arasındaki yapısal farklılıklardan etkilenmemesi amaçlanmıştır. Nihai örneklem 161 adet şirketi kapsamaktadır. Örneklem kapsamındaki 161 şirketin sektörlere göre dağılımı Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Örneklem Şirketlerinin Sektörlere Göre Dağılımı

Sıra No	Sektör	Şirket Sayısı	Yüzde (%)
1	Ana Metal Sanayi	12	7.45
2	Bilgi ve İletişim	4	2.48
3	Diğer İmalat Sanayii	1	0.62
4	Eğitim, Sağlık, Spor ve Diğer Sosyal Hizmetler	4	2.48
5	Elektrik Gaz ve Buhar	4	2.48
6	Gayrimenkul Faaliyetleri	2	1.24
7	Gıda, İçecek ve Tütün	20	12.42
8	İnşaat ve Bayındırlık	3	1.86
9	Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri Basım	7	4.35
10	Kimya İlaç Petrol Lastik ve Plastik Ürünler	16	9.94
11	Madencilik ve Taş Ocakçılığı	2	1.24
12	Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları	22	13.66
13	Orman Ürünleri ve Mobilya	2	1.24
14	Oteller ve Lokantalar	6	3.73
15	Taş ve Toprağa Dayalı	16	9.94
16	Teknoloji	11	6.83
17	Tekstil, Giyim Eşyası ve Deri	15	9.32
18	Toptan ve Perakende Ticaret	10	6.21
19	Ulaştırma ve Depolama	4	2.48
	Toplam	161	100

Yukarıda Tablo 17’de örneklem şirketlerinin sektörlere göre dağılımı gösterilmektedir. Örneklem şirketlerinin sektörlere göre dağılımına ilişkin grafik, en düşükten en yükseğe doğru aşağıda Şekil 25’te verilmiştir.

Şekil 25. Örneklem Şirketlerinin Sektörlere Göre Dağılım Grafiği



Tablo 17 ve Şekil 25, gözlemlerin sektörlere göre dağılımlarını sunmaktadır. Örneklemde yer alan şirketler 19 farklı sektörde faaliyet göstermektedir. Şirketlerin sektörlere göre dağılımına bakıldığında en fazla gözleme sahip sektör, %13.66 oranıyla (22 şirket) metal eşya makine elektrikli cihazlar ve ulaşım araçları sektörüdür. Bunu, %12.42 oranıyla (20 şirket) gıda, içecek ve tütün sektörü, %9.94 oranıyla (16 şirket) taş ve toprağa dayalı sektör ile kimya ilaç petrol lastik ve plastik ürünler sektörü, %9.32 oranıyla (15 şirket) tekstil, giyim eşyası ve deri sektörü takip etmektedir. En az gözleme sahip sektör %0.62 oranıyla (1 şirket) diğer imalat sanayii sektörüdür. Bunu %1.24 oranıyla (2 şirket) gayrimenkul faaliyetleri, madencilik ve taş ocakçılığı, orman ürünleri ve mobilya sektörleri, %1.86 oranıyla (3 şirket) inşaat ve bayındırlık sektörü takip etmektedir.

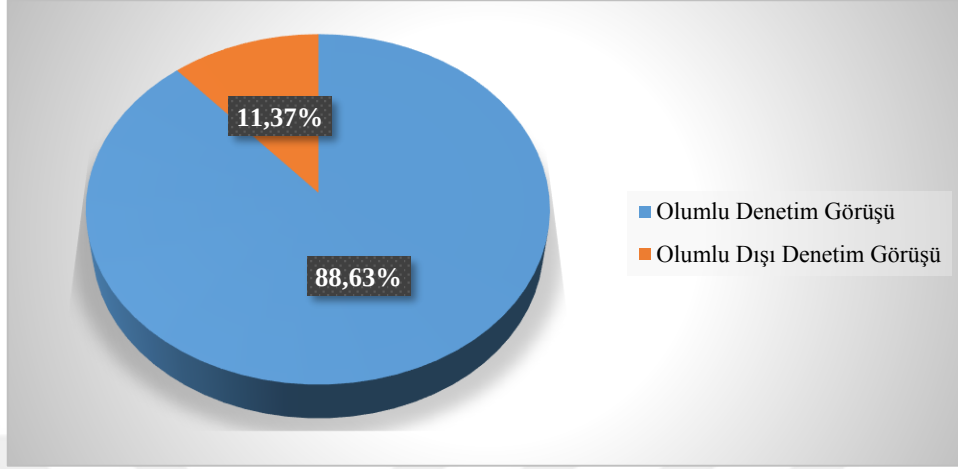
Çalışmada kullanılan veri seti, 161 şirketin 2010-2022 yılları arasına ait 13 yıllık verilerinden oluşmakta olup, toplamda 2.093 şirket-yıl gözlemini içermektedir. 2.093 gözleme ait bağımsız denetim görüş türleri dağılımı aşağıda Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Veri Setinin Görüş Türlerine Göre Dağılımı

Türkiye BİST Şirketleri	Veri Seti				
	Toplam Gözlem Sayısı	Olumlu Görüş Gözlem Sayısı		Olumlu Dışı Görüş Gözlem Sayısı	
		n	%	n	%
2010-2022 Veri Seti	2.093	1.855	88.63	238	11.37

Yukarıda Tablo 18’de veri setinin görüş türlerine göre dağılımı gösterilmektedir. Veri setinin görüş türlerine göre dağılımına ilişkin grafik, aşağıda Şekil 26’da verilmiştir.

Şekil 26. Veri Setinin Görüş Türlerine Göre Dağılım Grafiği



Toplam 2.093 adet şirket-yıl verisini içeren gözlemlerin %88.63’ü (1.855 gözlem) olumlu denetim görüşü, %11.37’si (238 gözlem) olumlu dışı denetim görüşüdür. Veriler, Türkiye’de olumlu denetim görüşlerinin tüm denetim görüşleri içindeki payının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu bulgu başlangıçta şaşırtıcı görünebilir, ancak diğer bazı araştırmalar, tüm denetim görüşlerinde yüksek oranda olumlu denetim görüşünün bulunmasının olağandışı olmadığını göstermektedir. Örneğin, Finlandiya’nın kredi bilgi hizmetleri sağlayıcısı olan Suomen Asiakastieto Oy’dan elde edilen verilere göre, 7.000’den fazla Finlandiyalı şirketten oluşan rastgele bir örnekleme %94 oranında olumlu denetim görüşü olduğu ifade edilmiştir (Laitinen & Laitinen, 1998: 643). Denetim görüşlerinin büyük çoğunluğunun olumlu görüş olmasının nedeninin Akdoğan’ın (2020) çalışmasında da ifade edildiği gibi, denetim şirketlerinin yıl içerisinde denetim sürecinde eksik gördükleri noktaları şirketlere düzeltme konusunda önderlik yapmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Akdoğan, 2020: 16). Ayrıca DeAngelo (1981) çalışmasında denetçilerin bağımsızlığı, müşterinin denetçinin toplam gelirine yaptığı denetim ücreti ve/veya denetim dışı ücretlerin oranından etkilenebileceğini ifade etmiştir. Bu ekonomik ilişki, denetçilerin bağımsızlıklarından ödün vermeleri ve müşterileri elde tutmak için olumlu rapor vermeleri yönünde bir teşvik yaratabileceği bulgusuna yer vermiştir.

Olumlu dışı denetim görüşleri şartlı, görüş bildirmekten kaçınma ve olumsuz görüş türlerini içermektedir. Veri setinde %11.37 (238 gözlem) olumlu dışı denetim görüşünün kendi içerisindeki dağılımı aşağıda Tablo 19’de verilmiştir.

Tablo 19. Olumlu Dışı Denetim Görüşlerinin Dağılımı

Olumlu Dışı Görüş Toplam Gözlem Sayısı	Şartlı Görüş		Görüş Bildirmekten Kaçınma		Olumsuz Görüş	
	n	%	n	%	n	%
238	223	93.70	15	6.30	-	-

Olumlu dışı denetim görüşlerinin dağılımına bakıldığında %93.70'i (223 gözlem) şartlı görüş, %6.30'u (15 gözlem) görüş bildirmekten kaçınma görüşü olduğu görülmektedir. Araştırma kapsamındaki gözlemlerde olumsuz denetim görüşü içeren denetim raporuna rastlanmamıştır.

Bağımsız denetim sürecinde, finansal tablo karar alıcılarını etkileyen hususlar değerlendirilmekte ve olası yanlışlıkların genele yaygın olup olmadığı tespit edilmektedir. Bu süreçte yanlışlığın finansal tabloların geneline yaygın olduğunun kanıtı, olumsuz görüşün dayanağını oluşturmaktadır.

Olumsuz görüş; şirketin güvenilirliğine ilişkin şüphelerin artması, hisse senedi piyasa fiyatlarının düşmesi, borçlanma maliyetlerinin artması, kamuoyu nezdinde itibar kaybı gibi pek çok durumla sonuçlanmaktadır (İpek, 2023: 1). Ayrıca söz konusu görüş şirketin finansal tablolarının güvenilir olmadığını göstermesinin yanı sıra şirket yönetimi için bazı yasal değişiklikleri de zorunlu kılmaktadır.

TTK 403/5. maddesi gereğince; olumsuz görüşün yönetime bildirilmesiyle yapılan genel kurul toplantısında mevcut yönetim kurulu üyelerinin görevleri sonlandırılmakta ve yeni üyelerin seçimi yapılmaktadır. Yeni seçilen yönetim kurulu, altı ay içerisinde esas sözleşme ve yasal mevzuata uygun olacak şekilde hazırlanan finansal tablo ve denetçi raporunu genel kurula sunması gerekmektedir. Aksi halde olumsuz görüş verilen finansal tablolar esasında alınan kararlar geçerli olmayacaktır.

Ortaya çıkan işlem ve olayların niteliği dikkate alındığında olumsuz görüşün şirketlerin kaçındığı bir görüş türü olduğu görülmektedir. Gözlemler içerisinde olumsuz görüş türünün bulunmayışının bu durumlardan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Toplam 2.093 adet şirket-yıl verisini içeren gözlemlerin sektörlere göre dağılımı aşağıda Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20. Sektörlerin Denetim Görüş Türlerine Göre Dağılımı

Sn	Sektör	Olumlu Görüş		Olumlu Dışı Görüş						Genel Toplam	
		Olumlu		Şartlı		GBK		Olumlu Dışı Toplam			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	Ana Metal San.	146	7.87	10	4.48	-	-	10	4.20	156	7.45
2	Bilgi ve İletişim	50	2.70	2	0.90	-	-	2	0.84	52	2.48
3	Diğ. İmalat San.	13	0.70	-	-	-	-	-	-	13	0.62
4	Eğitim, Sağlık, Spor ve Diğer Sosyal Hizm.	7	0.38	45	20.18	-	-	45	18.91	52	2.48
5	Elektrik Gaz ve Buhar	49	2.64	3	1.35	-	-	3	1.26	52	2.48
6	Gayrimenkul Faaliyetleri	19	1.02	7	3.14	-	-	7	2.94	26	1.24
7	Gıda, İçecek ve Tütün	232	12.51	25	11.21	3	20.00	28	11.76	260	12.42
8	İnşaat ve Bayındırlık	29	1.56	10	4.48	-	-	10	4.20	39	1.86
9	Kâğıt ve Ürn. Bas.	88	4.74	3	1.35	-	-	3	1.26	91	4.35
10	Kimya İlaç Petrol Lastik ve Plastik Ürünler	178	9.60	21	9.42	9	60.00	30	12.61	208	9.94
11	Madencilik ve Taş Ocak.	16	0.86	10	4.48	-	-	10	4.20	26	1.24
12	Metal Eşya Mak. Elek. Cih. ve Ulaşım Araç.	275	14.82	11	4.93	-	-	11	4.62	286	13.66
13	Orman Ürn. l. ve Mobilya	16	0.86	10	4.48	-	-	10	4.20	26	1.24
14	Oteller ve Lokantalar	70	3.77	8	3.59	-	-	8	3.36	78	3.73
15	Taş ve Toprağa Dayalı	202	10.89	6	2.69	-	-	6	2.52	208	9.94
16	Teknoloji	139	7.49	2	0.90	2	13.33	4	1.68	143	6.83
17	Tekstil, Giyim E.ve Deri	156	8.41	38	17.04	1	6.67	39	16.39	195	9.32
18	Toptan ve Perak. Tic.	120	6.47	10	4.48	-	-	10	4.20	130	6.21
19	Ulaştırma ve Depolama	50	2.70	2	0.90	-	-	2	0.84	52	2.48
	Toplam	1.855	100	223	100	15	100	238	100	2.093	100

Yukarıda verilen Tablo 20’de denetim raporları, denetim görüş türleri ve sektörler bakımından ele alınmıştır. Gözlemlerde toplam 1.855 adet olumlu görüş bulunmaktadır. Olumlu görüş türü en fazla olan sektör, %14.82 oranıyla (275 gözlem) metal eşya makine elektrikli cihazlar ve ulaşım araçları sektörüdür. Bunu sırasıyla, %12.51 oranıyla (232 gözlem) gıda, içecek ve tütün sektörü, %10.89 oranıyla (202 gözlem) taş ve toprağa dayalı sektör, %9.60 oranıyla (178 gözlem) kimya ilaç petrol lastik ve plastik ürünler sektörü takip etmektedir.

Gözlemlerde toplam 223 adet şartlı görüş bulunmaktadır. Şartlı görüş türü en fazla olan sektör, %20.18 oranıyla (45 gözlem) eğitim, sağlık, spor ve diğer sosyal hizmetler sektörüdür. Bunu sırasıyla, %17.04 oranıyla (38 gözlem) tekstil, giyim eşyası ve deri sektörü, %11.21 oranıyla (25 gözlem) gıda, içecek ve tütün sektörü takip etmektedir.

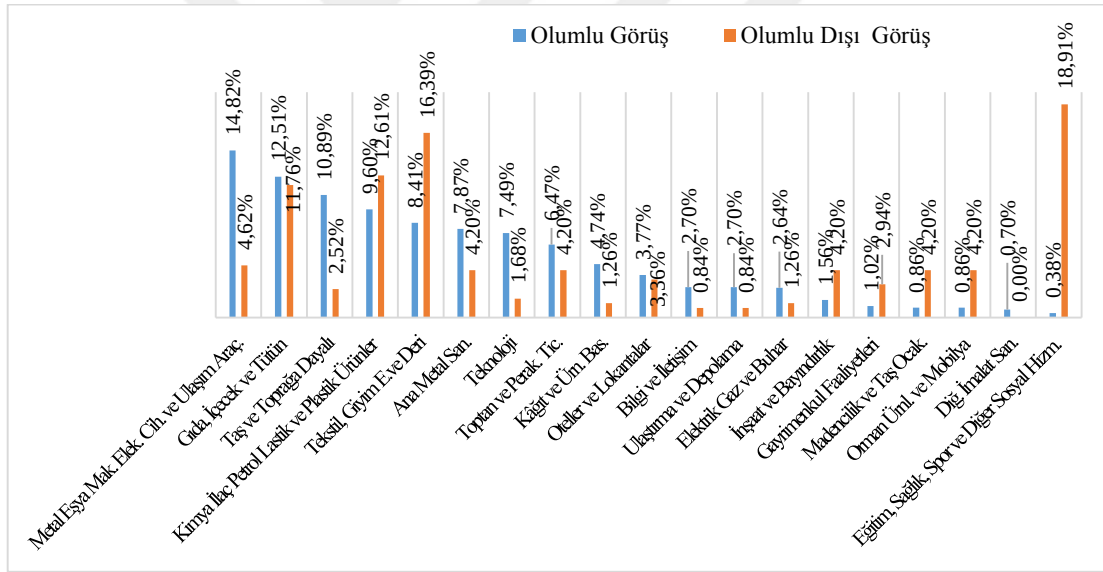
Gözlemlerde toplam 15 adet görüş bildirmekten kaçınma görüş türü yer almaktadır. Görüş bildirmekten kaçınma görüş türü en fazla olan sektör, %60 oranıyla (9

gözlem) kimya ilaç petrol lastik ve plastik ürünler sektörüdür. Bunu sırasıyla %20 oranıyla (3 gözlem) gıda, içecek ve tütün sektörü, %13.33 oranıyla (2 gözlem) teknoloji sektörü, %6.67 oranıyla (1 gözlem) tekstil, giyim eşyası ve deri sektörü takip etmektedir. Görüş bildirmekten kaçınma görüş türü yukarıda ifade edilen 4 sektörde görülürken, diğer 15 sektörde görüş bildirmekten kaçınma görüş türüne rastlanmamıştır.

Gözlemlerde toplam 238 adet olumlu dışı görüş bulunmaktadır. Olumlu dışı görüş türü en fazla olan sektör, %18.91 oranıyla (45 gözlem) eğitim, sağlık, spor ve diğer sosyal hizmetler sektörüdür. Bunu sırasıyla, %16.39 oranıyla (39 gözlem) tekstil, giyim eşyası ve deri sektörü, %12.61 oranıyla (30 gözlem) kimya ilaç petrol lastik ve plastik ürünler sektörü, %11.76 oranıyla (28 gözlem) gıda, içecek ve tütün sektörü takip etmektedir.

Sektörlerin olumlu görüş ve olumlu dışı görüş türüne göre dağılım grafiği, olumlu görüş türü en fazladan en aza doğru aşağıda Şekil 27’de verilmiştir.

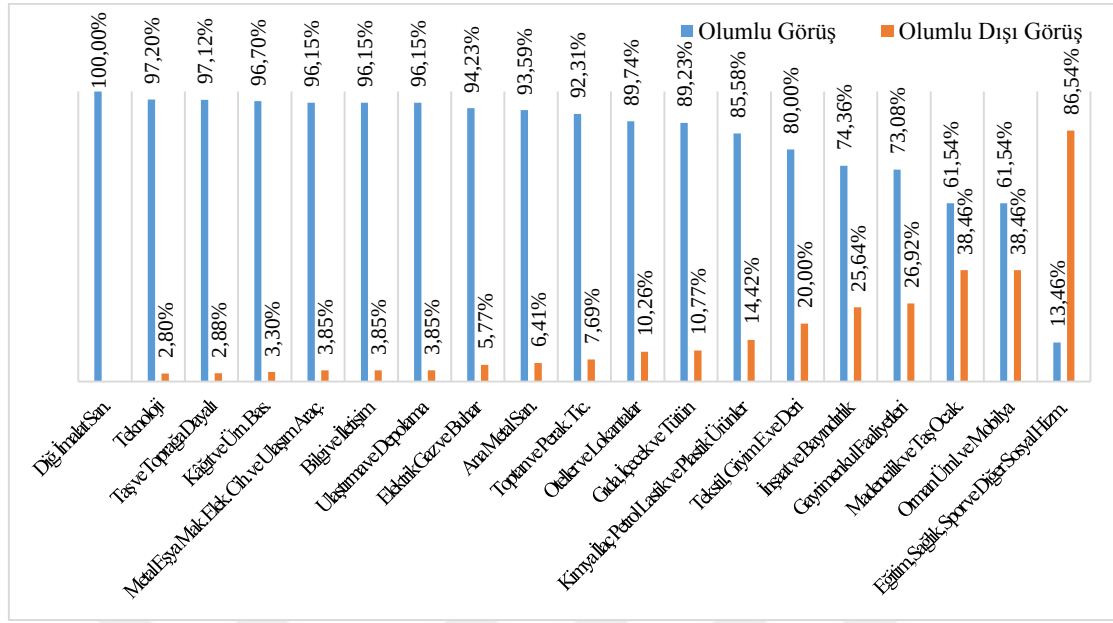
Şekil 27. Sektörlerin Denetim Görüş Türlerine Göre Dağılım Grafiği



Şekil 27 incelendiğinde, en fazla olumlu görüş verilen sektör metal eşya makine elektrikli cihazlar ve ulaşım araçları sektörüyken, en az olumlu görüş verilen sektör eğitim sağlık spor ve diğer sosyal hizmetler sektörüdür. En fazla olumlu dışı görüş verilen sektör eğitim, sağlık, spor ve diğer sosyal hizmetler sektörüyken, en az olumlu dışı görüş verilen sektör diğer imalat sanayii sektörüdür.

Toplam 2.093 gözlemin, 19 farklı sektöre göre dağılımına bakıldığında, 13 ile 286 arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Sektörlerin kendi içerisinde denetim görüş türleri dağılım grafiği, olumlu görüş türü en fazladan en aza doğru aşağıda Şekil 28’de verilmiştir.

Şekil 28. Sektörlerin Kendi İçerisinde Denetim Görüş Türlerine Göre Dağılım Grafiği



Sektörlerin kendi içerisindeki olumlu görüş ve olumlu dışı görüş türleri dağılımı incelendiğinde, en fazla olumlu görüş verilen sektörlerin sırasıyla; diğer imalat sanayii sektörü (%100), teknoloji sektörü (%97.20), taş ve toprağa dayalı (%97.12) sektör olduğu görülmektedir. En fazla olumlu dışı görüş verilen sektörlerin sırasıyla; eğitim sağlık spor ve diğer sosyal hizmetler sektörü (%86.54), orman ürünleri ve mobilya (%38.46) sektörü ile madencilik ve taş ocakçılığı (%38.46) sektörü olduğu görülmektedir.

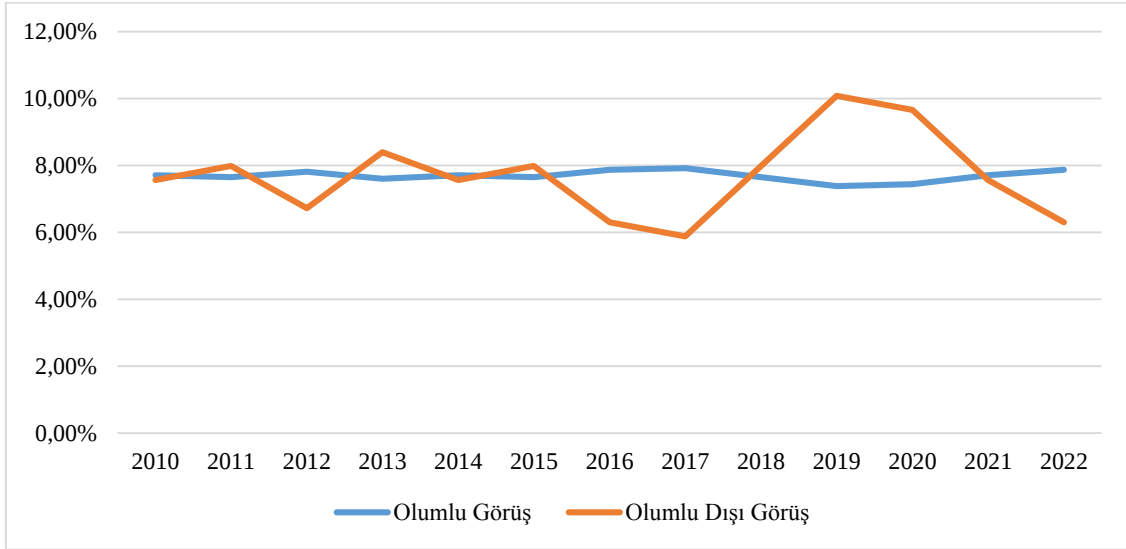
Toplam 2.093 adet şirket-yıl verisini içeren gözlemlerin yıllara göre dağılımı aşağıda Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Denetim Görüş Türlerinin Yıllara Göre Dağılımı

Yıllar	Olumlu Görüş		Olumlu Dışı Görüş		Toplam
	n	%	n	%	
2022	146	7.87	15	6.30	161
2021	143	7.71	18	7.56	161
2020	138	7.44	23	9.66	161
2019	137	7.39	24	10.08	161
2018	142	7.65	19	7.98	161
2017	147	7.92	14	5.88	161
2016	146	7.87	15	6.30	161
2015	142	7.65	19	7.98	161
2014	143	7.71	18	7.56	161
2013	141	7.60	20	8.40	161
2012	145	7.82	16	6.72	161
2011	142	7.65	19	7.98	161
2010	143	7.71	18	7.56	161
Toplam	1.855	100	238	100	2.093

Tablo 21’de denetim görüş türlerinin yıllara göre dağılımı gösterilmektedir. Olumlu görüş türünün yıllara göre dağılımına bakıldığında en fazla %7.92 oranıyla (147 gözlem) 2017 yılında gerçekleşirken, en az %7.39 oranıyla (137 gözlem) 2019 yılında gerçekleşmiştir. Olumlu dışı görüş türünün yıllara göre dağılımına bakıldığında en fazla %10.08 oranıyla (24 gözlem) 2019 yılında gerçekleşirken, en az %5.88 oranıyla (14 gözlem) 2017 yılında gerçekleşmiştir. Denetim görüş türlerinin yıllara göre dağılım grafiği aşağıda Şekil 29’da verilmiştir.

Şekil 29. Denetim Görüş Türlerinin Yıllara Göre Dağılım Grafiği



Şekil 29 incelendiğinde, olumlu görüş türünün yıllara göre çok fazla dalgalanmadığı, %7 civarında (%7.39-%7.92) seyrettiği görülmektedir. Olumlu dışı görüş türü, olumlu görüş türüne göre daha dalgalı bir seyir izleyerek, %5.88 ile %10.08 aralığında olduğu görülmektedir. Olumlu dışı görüş türünde, özellikle 2018, 2019 ve 2020 yıllarında bir artış söz konusudur.

Olumlu dışı görüş alan şirketler, izleyen yılda denetim şirketi değişikliğine gidip gitmediği araştırılmıştır. Bu kapsamda, 2010-2021 yılları arasında olumlu dışı denetim görüş gözlemi toplam 223 adettir. 2022 yılı için izleyen yılda (2023) denetçi değişikliği bilgisi veri setinde yer almadığı için, 2010-2021 yılları arasında analiz gerçekleştirilmiştir. Olumlu dışı denetim görüşü alan şirketlerin, izleyen yılda denetim şirketi değişikliğine gidip gitmediğine bakıldığında, %66.37’si (148 gözlem) izleyen yılda denetçi değişikliğine gitmediği, %33.63’ü (75 gözlem) izleyen yılda denetçi değişikliğine gittiği tespit edilmiştir. Ayrıca, görüş bildirmekten kaçınma görüşü alan şirketlerin, %73.33’ü (11 gözlem) izleyen yılda denetçi değişikliğine gitmediği, %26.67’si (4 gözlem) izleyen yılda denetçi değişikliğine gittiği tespit edilmiştir.

Dolayısıyla olumlu dışı görüş alan şirketler, çoğunlukla denetim şirketini değiştirmedeği görülmektedir.

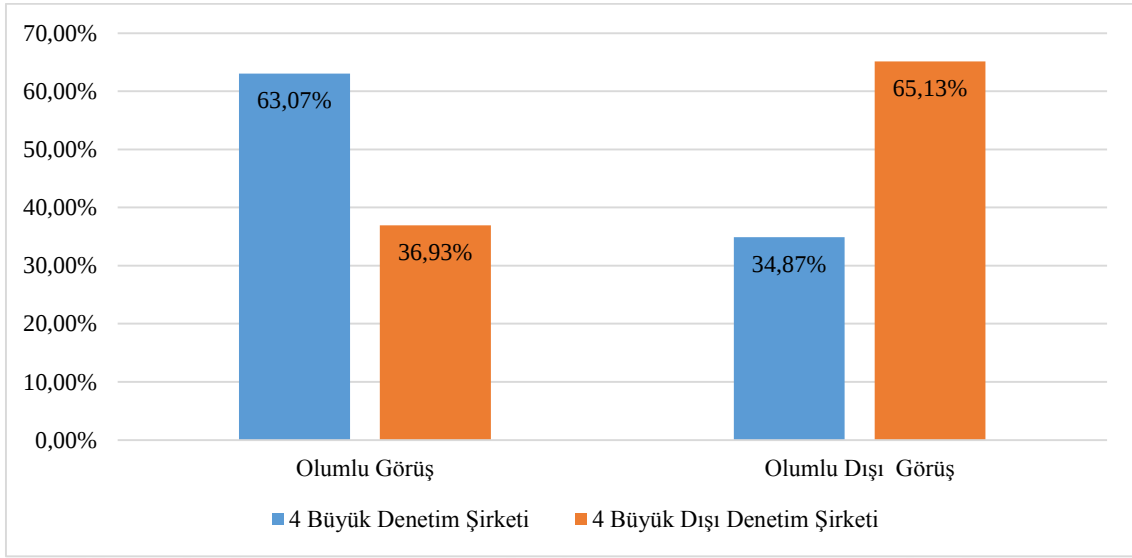
Toplam 2.093 adet şirket-yıl verisini içeren gözlemlerin denetim şirketi büyüklüğüne göre değişimi araştırılmıştır. Toplam 2.093 gözlemin %59.87'si (1.253 gözlem) dört büyük denetim şirketi tarafından denetlenirken, %40.13'ü (840 gözlem) dört büyük dışı denetim şirketi tarafından denetlenmiştir. Akdoğan'ın (2020) çalışmasında da ifade edildiği gibi, denetim şirketi büyüklüğü özelinde değerlendirme yapıldığında, yurt dışından gelen talep nedeniyle dört büyüklerin hâkimiyetinin devam ettiği, diğer denetim şirketlerinin ise yeterli sayıda şirkete ulaşamadığı ve yeterli pazar payı elde edemediği düşünülmektedir (Akdoğan, 2020: 16). Denetim görüş türlerinin denetim şirketi büyüklüğüne göre dağılımı Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22. Denetim Görüş Türlerinin Denetim Şirketi Büyüklüğüne Göre Dağılımı

Denetim Görüş Türü	Olumlu Görüş		Olumlu Dışı Görüş						Genel Toplam	
	Olumlu		Şartlı Görüş		GBK		Olumlu Dışı Toplam			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
4 Büyük	1.170	63.07	83	37.22	-	-	83	34.87	1.253	59.87
4 Büyük Dışı	685	36.93	140	62.78	15	100	155	65.13	840	40.13
Toplam	1.855	100	223	100	15	100	238	100	2.093	100

Veri setinde 1.855 adet olumlu görüş, 223 adet şartlı görüş ve 15 adet görüş bildirmekten kaçınma görüşü bulunmaktadır. Olumlu görüşlerin %63.07'si (1.170 gözlem) dört büyük denetim şirketi tarafından, %36.93'ü (685 gözlem) dört büyük dışı denetim şirketi tarafından verilmiştir. Şartlı görüşlerin %37.22'si (83 gözlem) dört büyük denetim şirketi tarafından, %62.78'i (140 gözlem) dört büyük dışı denetim şirketi tarafından verilmiştir. Görüş bildirmekten kaçınma görüşlerinin %100'ü (15 gözlem) dört büyük dışı denetim şirketi tarafından verilmiş olup, dört büyük denetim şirketi tarafından söz konusu görüş türü hiç verilmemiştir. Ayrıca gözlemler arasında olumsuz görüş türü bulunmamaktadır. Denetim görüş türlerinin denetim şirketi büyüklüğüne göre dağılım grafiği aşağıda Şekil 30'da verilmiştir.

Şekil 30. Denetim Görüş Türlerinin Denetim Şirketi Büyüklüğüne Göre Dağılım Grafiği



Şekil 30 incelendiğinde, olumlu görüşlerin %63.07'si (1.170 gözlem) dört büyük denetim şirketi tarafından, %36.93'ü (685 gözlem) dört büyük dışı denetim şirketi tarafından verilmiştir. Olumlu dışı görüşlerin %34.87'si (83 gözlem) dört büyük denetim şirketi tarafından, %65.13'ü (155 gözlem) dört büyük dışı denetim şirketi tarafından verilmiştir. Dört büyük denetim şirketinin daha fazla (%63.07) olumlu görüş verdiği; dört büyük dışı denetim şirketinin daha fazla (%65.13) olumlu dışı görüş verdiği görülmektedir. Şekil 30 genel olarak değerlendirildiğinde, dört büyük denetim şirketi daha fazla olumlu görüş verirken, dört büyük dışı denetim şirketi daha fazla olumlu dışı görüş verdiği görülmektedir.

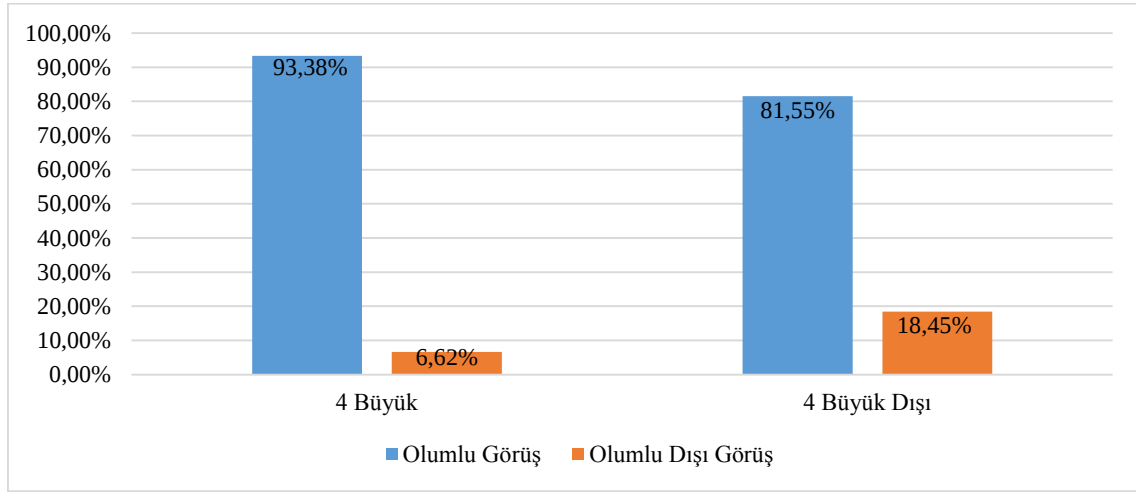
Toplam 2.093 adet şirket-yıl verisini içeren gözlemlerin %88.63'ü (1.855 gözlem) olumlu görüş, %10.65'i (223 gözlem) şartlı görüş ve %0.72'si (15 gözlem) görüş bildirmekten kaçınma görüşüdür. Denetim şirketi büyüklüğüne göre verilen denetim görüş türü dağılımı aşağıda Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23. Denetim Şirketi Büyüklüğüne Göre Denetim Görüş Türü Dağılımı

Denetim Şirketi Büyüklüğü	4 Büyük		4 Büyük Dışı		Genel Toplam	
	n	%	n	%	n	%
Olumlu Görüş	1170	93.38%	685	81.55%	1.855	88.63%
Şartlı Görüş	83	6.62%	140	16.67%	223	10.65%
Görüş Bildirmekten Kaçınma	-	-	15	1.79%	15	0.72%
Olumsuz Görüş	-	-	-	-	-	-
Toplam	1.253	100	840	100	2093	100

Dört büyük denetim şirketi tarafından verilen görüşlerin %93.38'i (1.170 gözlem) olumlu görüş, %6.62'si (83 gözlem) şartlı görüş olup, görüş bildirmekten kaçınma ve olumsuz görüş bulunmamaktadır. Dört büyük dışı denetim şirketi tarafından verilen görüşlerin %81.55'i (685 gözlem) olumlu görüş, %16.67'si (140 gözlem) şartlı görüş, %1.79'u (15 gözlem) görüş bildirmekten kaçınma olup, olumsuz görüş bulunmamaktadır. Denetim şirketi büyüklüğüne göre olumlu ve olumlu dışı görüş türü dağılım grafiği aşağıda Şekil 31'de verilmiştir.

Şekil 31. Denetim Şirketi Büyüklüğüne Göre Denetim Görüş Türü Dağılım Grafiği



Dört büyük denetim şirketi, yapmış oldukları denetimlerde %93.38 olumlu görüş, %6.62 olumlu dışı görüş vermişlerdir. Dört büyük dışı denetim şirketi, yapmış oldukları denetimlerde %81.55 olumlu görüş, %18.45 olumlu dışı görüş vermişlerdir.

Şekil 31 genel olarak değerlendirildiğinde, dört büyük denetim şirketi daha fazla olumlu görüş verirken, dört büyük dışı denetim şirketi daha fazla olumlu dışı görüş verdiği görülmektedir. Şekil 31 dikkate alındığında, 4 büyük denetim şirketlerindeki olumlu görüş verme oranı, dört büyük dışı denetim şirketlerinin olumlu görüş verme oranından daha fazla olduğu görülmektedir. Aynı zamanda dört büyük dışı denetim şirketlerinin olumlu görüş dışındaki görüş türünü 4 büyük denetim şirketlerine göre daha fazla yer verdiği görülmektedir. Bu sonuç, 4 büyük denetim şirketinin yapmış olduğu denetimlerde olumlu dışı görüş ihtimalinin az olduğunu tespit eden Gaganis & Pasiouras (2006) sonuçlarıyla tutarlılık göstermektedir.

Dört büyük denetim şirketlerinin olumlu görüş dışındaki görüş türünün daha az olması durumu; Borsa İstanbul kapsamında bulunan yasal hükümler gereğince hesap verilebilirliği yüksek olan kurumsal şirketlerin büyük bir kısmının dört büyük denetim

şirketleri tarafından denetlenmesi, denetimini üstlendiği şirket bünyesinde yer alan özellikle finans ve mali işler departmanı personellerinin eğitim ve bilgi düzeyinin yüksek olması, sözleşme öncesi müşteri kabul aşamasında uygulanan prosedürler ile denetim açısından riskli şirketlerin denetimini üstlenmemeleri, denetim sürecinde uyguladıkları prosedür ve çalışma kağıdı modüllerin kapsamlı ve etkin olması, uluslararası sektörde mevcut ve güncellenen denetim ve muhasebe standartlarına uygulama hakimiyetlerinin yaygın olması ve yasal otorite (KGK), akademik paydaşlar ile sürekli eğitim işbirliğinin yarattığı avantajlar ile açıklanabilir.

Çalışma kapsamında dört büyük denetim şirketi olarak ele alınan şirketler aşağıdaki gibidir:

- Başaran Nas Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş. (PwC Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş.)
- Akis Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş. (KPMG Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş.)
- DRT Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş. (Deloitte)
- Güney Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş. (Ernst & Young)

Başaran Nas Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş. 12.12.2016 tarihinde unvan değişikliğine giderek PwC Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş. unvanını kullanmaya başlamıştır. Akis Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş. 27.11.2017 tarihinde unvan değişikliğine giderek KPMG Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş. unvanını kullanmaya başlamıştır.

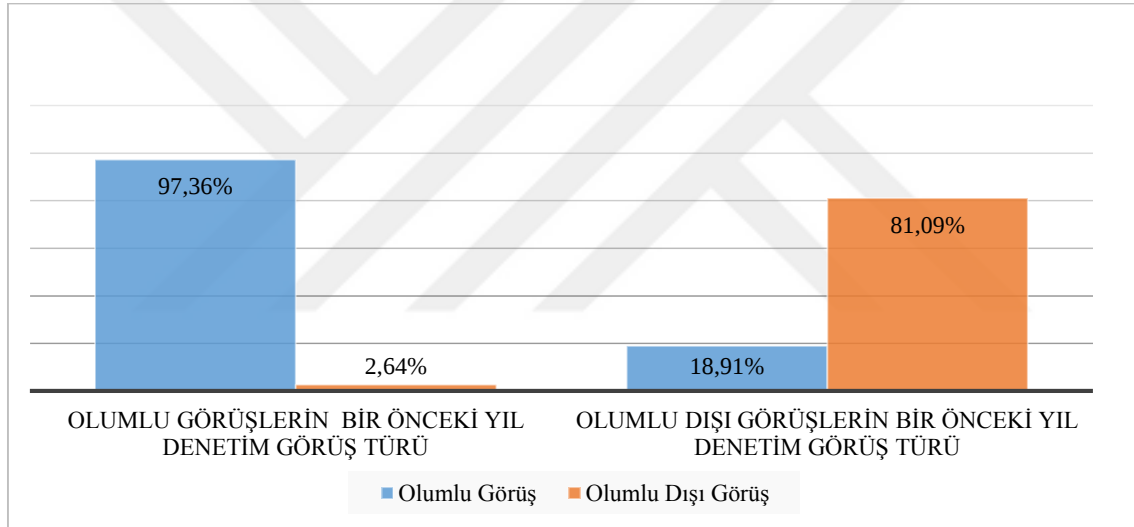
Toplam 2.093 gözlemin bir önceki yıl denetim görüş türlerine göre dağılımı Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 24. Bir Önceki Yıl Denetim Görüş Türleri Dağılımı

Bir Önceki Yıl Denetim Görüş Türü	Olumlu Görüşlerin Önceki Yıl Denetim Görüş Türü		Olumlu Dışı Görüşlerin Önceki Yıl Denetim Görüş Türü		TOPLAM	
	n	%	n	%	n	%
Olumlu Görüş	1.806	97.36	45	18.91	1.851	88.44
Olumlu Dışı Görüş	49	2.64	193	81.09	242	11.56
Toplam	1.855	100	238	100	2.093	100

Toplam gözlemlerin 1.855 adedi olumlu görüş türü içermektedir. 1.855 adet olumlu görüşün bir önceki yıl denetim görüşünün 1.806 (%97.36) adedi olumlu görüş, 49 (%2.64) adedi olumlu dışı görüş olduğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle 1.806 adet olumlu görüş alan şirket, izleyen yılda da olumlu görüş alırken; 49 adet olumlu görüş alan şirket, izleyen yılda olumlu dışı görüş almıştır. Toplam gözlemlerin 238 adedi olumlu dışı görüş türü içermektedir. 238 adet olumlu dışı görüşün bir önceki yıl denetim görüşünün 45 (%18.91) adedi olumlu görüş, 193 (%81.09) adedi olumlu dışı görüş olduğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle 45 adet olumlu görüş alan şirket izleyen yılda olumlu dışı görüş alırken, 193 adet olumlu dışı görüş alan şirket izleyen yılda da olumlu dışı görüş almıştır. Bir önceki yıl denetim görüş türüne göre olumlu ve olumlu dışı görüş türü dağılım grafiği aşağıda Şekil 32’de verilmiştir.

Şekil 32. Bir Önceki Yıl Denetim Görüş Türleri Dağılım Grafiği



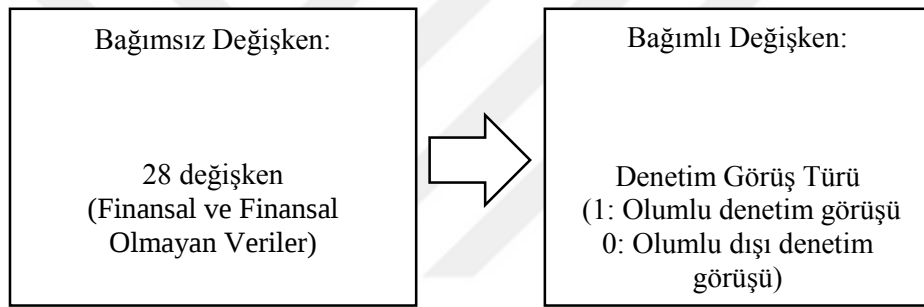
Şekil 32 incelendiğinde önceki yıl olumlu denetim görüşü alan şirketlerin %97.36’sının izleyen yıl olumlu denetim görüşü aldığı görülmektedir. Önceki yıl denetim görüşü olumlu dışı olan şirketlerin %81.09’unun izleyen yıl olumlu dışı denetim görüşü aldığı görülmektedir. Şekil 32 genel olarak değerlendirildiğinde, olumlu görüş alan şirketlerin izleyen yılda da olumlu görüş alma ihtimalinin yüksek olduğu, olumlu dışı görüş alan şirketlerin ise izleyen yılda olumlu dışı görüş alma ihtimalinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Olumlu dışı denetim görüşü alan şirketlerin izleyen yılda olumlu denetim görüşü alma ihtimali, olumlu denetim görüşü alan şirketlerin izleyen yılda olumlu dışı denetim görüşü alma ihtimalinden daha yüksek olduğu görülmektedir.

2.4.2. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler

Bu çalışmada denetim görüşünü tahmin etmeye yönelik finansal ve finansal olmayan değişkenler kullanılmıştır. Bağımsız değişkenler, denetim görüşünü etkilediği düşünülen ve literatürde yaygın olarak kullanılan değişkenlerden esinlenen yeni bir değişken setidir.

Veri seti oluşturulurken finansal değişkenler, Stockeys Pro veri tabanı kullanılarak elde edilmiştir. Değişken seti, her şirket için yıllık finansal tablolarından ve denetim raporlarından elde edilen 28 finansal ve finansal olmayan bağımsız değişkenle birlikte, olumlu ve olumlu dışı denetim görüşlerini içeren bağımlı değişkenden oluşmaktadır. Bağımsız değişkenler ve bağımlı değişken arasındaki ilişki aşağıda Şekil 33'te verilmiştir.

Şekil 33. Bağımsız ve Bağımlı Değişkenler Arasındaki İlişki



Araştırmada kullanılan bağımlı değişken, 4 adet finansal olmayan bağımsız değişken ve 24 adet finansal bağımsız değişken setine ilişkin bilgiler aşağıda Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25. Araştırmada Kullanılan Değişkenlerin Listesi

DEĞİŞKEN GRUBU	KOD	DEĞİŞKENLER
Bağımlı Değişken	Y	Denetim Görüş Türü (1: Olumlu denetim görüşü 0: Olumlu dışı denetim görüşü (Şartlı, Görüş Bildirmekten Kaçınma, Olumsuz))
Finansal Olmayan Bağımsız Değişkenler	X ₁	Denetçi Değişti mi? (1: Denetçi değişmedi 0: Denetçi değişti)
	X ₂	Denetçi Büyüklüğü (1: 4 Büyük Denetim Şirketi 0: 4 büyük dışı denetim şirketi)
	X ₃	Önceki Yıl Denetim Görüşü (1: Olumlu denetim görüşü 0: Olumlu dışı denetim görüşü (Şartlı, Görüş Bildirmekten Kaçınma, Olumsuz))

Tablo 25 (Devam). Araştırmada Kullanılan Değişkenlerin Listesi

DEĞİŞKEN GRUBU	KOD	DEĞİŞKENLER
Finansal Bağımsız Değişkenler		X ₄ Denetim Raporu Gecikmesi (Mali yılsonu ile denetim raporu ilan tarihi arasında geçen gün sayısı)
	Likidite Oranları	X ₅ Cari Oran
		X ₆ Likit Oran
		X ₇ Nakit Oran
	Karlılık Oranları	X ₈ Aktif Karlılık (ROA) (%)
		X ₉ Brüt Esas Faaliyet Kar Marjı (%)
		X ₁₀ Esas Faaliyet Kar Marjı (%)
		X ₁₁ Favök Marjı (%)
		X ₁₂ Net Kar Marjı (%)
		X ₁₃ Özsermaye Karlılığı (ROE) (%)
		X ₁₄ Vafök Marjı (%)
	Değerleme Oranları	X ₁₅ Piyasa Değeri/Defter Değeri
	Büyüme Oranları	X ₁₆ Aktif Büyüme (%)
		X ₁₇ Net Satışlar Büyüme (%)
		X ₁₈ Özsermaye Büyümesi (%)
	Finansal Yapı Oranları	X ₁₉ Borç Kaynak Oranı (%)
		X ₂₀ Duran Varlıklar / Aktif (%)
		X ₂₁ Kısa Vadeli Borç / Aktif (%)
		X ₂₂ Kısa Vadeli Borç / Toplam Borçlar (%)
		X ₂₃ Özsermaye / Aktif (%)
		X ₂₄ Toplam Borç / Özsermaye (%)
	Faaliyet Oranları	X ₂₅ Aktif Devir Hızı
		X ₂₆ Alacak Devir Hızı
		X ₂₇ Stok Devir Hızı
		X ₂₈ Ticari Borç Devir Hızı

Araştırmada kullanılan değişkenlerin listesi Tablo 25’te sunulmuştur. Bağımsız değişkenler seti, finansal ve finansal olmayan değişkenlerden oluşmaktadır. Finansal değişkenler altı kategoriye ayrılmaktadır: (1) likidite oranları, (2) karlılık oranları, (3) değerleme oranları, (4) büyüme oranları, (5) finansal yapı oranları ve (6) faaliyet oranları. Finansal olmayan değişkenler ise denetçi değişikliği, denetçi büyüklüğü, bir önceki yıl denetim görüşü ve denetim raporu gecikmesi olarak ele alınmıştır. Çalışmada kullanılan bağımsız değişkenlerden denetçi değişikliği, denetçi büyüklüğü ve bir önceki yıl denetim görüşü olmak üzere toplamda 3 değişken (X₁-X₃), iki boyutlu (1/0) olarak nominal veri türü olarak ele alınmıştır. Diğer 25 bağımsız değişken (X₄-X₂₈) ise numerik veri türü olarak ele alınmıştır.

Araştırma için gerekli veriler, KAP web sayfası, şirket web sayfaları, finansal raporlar, denetim raporları ve Stokeys Pro veri tabanı kaynaklarından elde edilmiştir. Finansal bağımsız değişkenlere ait veriler Finnet kurumuna ait Stokeys Pro veri tabanından elde edilmiştir. Stokeys Pro, MGA Yazılım Ltd. Şti. ürünüdür. MGA Soft, Finnet Elektronik Yayıncılık Data İletişim San. Tic. Ltd. Şti.’ne ait bir teknoloji şirketi olarak faaliyet göstermektedir.

2.4.3. Veri Ön İşleme Süreci

Araştırmada kullanılmak üzere, 38 öznitelik ve 2.094 satır olmak üzere toplam 79.572 veri hücresi içeren veri seti, denetim görüşlerini tahmin etmek için hazırlanmıştır. Nihai veri seti, bağımlı değişken ve 28 bağımsız değişken olmak üzere toplam 29 özniteliği içermektedir. Finansal değişkenler içerisinde toplamda 446 adet şirket-yıl verilerinde eksik veri olduğu tespit edilmiştir. Eksik veri, örneklem setinde bir veya daha fazla gerekli öznitelik değerlerinin eksik olması durumudur. Eksik verileri düzeltirken aşağıdaki adımlardan bir tanesi uygulanabilir:

- Eksik satır silinebilir,
- Eksik veriler manuel olarak doldurulabilir,
- Eksik verilere geçerli sabit bir değer atanabilir,
- Eksik verilere ortalama değer atanabilir,
- Eksik verilere o sınıftaki tüm değerlerin ortalaması atanabilir,
- Eksik veriler doldurulurken mümkün olan en iyi olası değer atanabilir.

Yukarıda ifade edilen tüm yöntemler eksik verileri doldurmak için kullanılabilir (Stat, 2017: 2). Araştırma veri setinde bulunan eksik öznitelik değerleri, ilgili özniteliğin ortalama değeriyle doldurulmuştur.

Çalışmada kullanılan modellerin analizinde WEKA yazılımı kullanılmıştır. Veri seti WEKA programına yüklendikten sonra ilk olarak filtreleme metodu ile “Interquartile Range” filtresi uygulanmıştır.

“Interquartile Range”¹ filtresi, çeyrekler arası aralıklara dayalı olarak gözlemlerde, aykırı değerleri ve uç değerleri tespit etmek için kullanılmaktadır. Bu filtre

¹ Interquartile Range filtresi ile ilgili detaylı bilgiye <https://weka.sourceforge.io/doc.dev/weka/filters/unsupervised/attribute/InterquartileRange.html> linkinden ulaşılabilir.

uygulandıktan sonra değişkenlere “Outlier” ve “ExtremeValue” olmak üzere iki adet nominal değişken eklenmektedir. Aşağıda verilen Tablo 26, ilgili değişkenlere ilişkin bilgileri içermektedir.

Tablo 26. Aykırı Değerlere ve Uç Değerlere İlişkin Bilgiler

Değişken Adı	Veri Tipi	N	Etiket	Sayı	Yüzde (%)
Outlier (Aykırı değerler)	Nominal	2.093	No	1.487	71.05%
			Yes	606	28.95%
ExtremeValue (Uç değerler)	Nominal	2.093	No	1.625	77.64%
			Yes	468	22.36%

Veri setindeki bir gözlem, eğer aykırı veya uç bir değerse Yes etiketiyle, eğer aykırı veya uç bir değer değilse No etiketi ile etiketlenmektedir. Tablo 26’da outlier değişkenine bakıldığında, veri setinde yer alan 2.093 gözlemin %71.05’i (1.487 gözlem) No etiketi ile %28.95’i (606 gözlem) Yes etiketi ile etiketlenmiştir. ExtremeValue değişkenine bakıldığında, veri setinde yer alan 2.093 gözlemin %77.64’ü (1.625 gözlem) No etiketi ile %22.36’sı (468 gözlem) Yes etiketi ile etiketlenmiştir. Outlier ve ExtremeValue değişkenleri genel olarak değerlendirildiğinde, çok fazla aykırı değer ve uç değer olmadığı görülmektedir.

Outlier değişkeni toplamda 606 adet, ExtremeValue değişkeni toplamda 468 adet Yes etiketi olarak etiketlenmiştir. Analiz sonuçlarının daha anlamlı olması bakımından bu değerler çıkarılmıştır. Aykırı değerler ve Uç değerler “RemoveWithValues”² filtresi uygulanarak veri setinden çıkarılmıştır. Bu işlem sonrasındaki veri setine ait Outlier, ExtremeValue ve bağımlı değişkene ilişkin bilgiler aşağıda Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. Aykırı ve Uç Değerlerin Çıkarılmasından Sonra Veri Seti Durumu

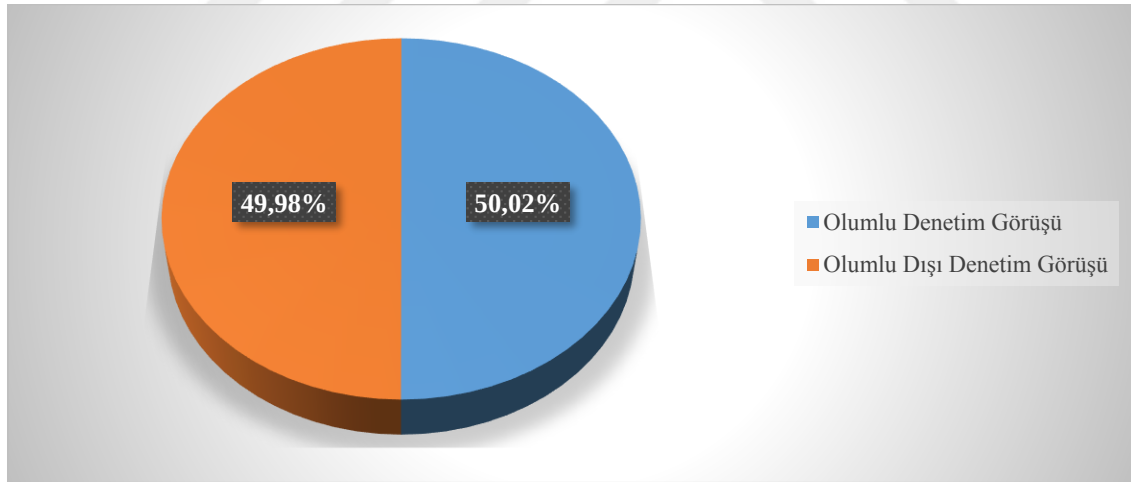
Değişken Adı	Veri Tipi	N	Etiket	Sayı	Yüzde (%)
Outlier (Aykırı değerler)	Nominal	1.286	No	1.286	100.00%
			Yes	-	-
ExtremeValue (Uç değerler)	Nominal	1.286	No	1.286	100.00%
			Yes	-	-
Denetim Görüş Türü (Bağımlı Değişken)	Nominal	1.286	1	1.189	92.46%
			0	97	7.54%

² RemoveWithValues filtresi ile ilgili detaylı bilgiye <https://weka.sourceforge.io/doc.dev/weka/filters/unsupervised/instance/RemoveWithValues.html> linkinden ulaşılabilir.

Aykırı ve uç değerlerin çıkarılmasıyla birlikte Yes etiketine sahip herhangi bir gözlem kalmamıştır. Diğer bir ifadeyle 1.286 gözlem içerisinde herhangi bir aykırı ve uç değer bulunmamaktadır. Aykırı ve uç değerlerin çıkarılması sonucunda, bağımlı değişken %92.46 oranında (1.189 gözlem) olumlu denetim görüşü, %7.54 oranında (97 gözlem) olumlu dışı denetim görüşü içermektedir.

SMOTE³ yöntemi, sentetik veriler oluşturmak için bir k-En yakın komşu algoritması kullanarak çalışmaktadır. SMOTE önce azınlık sınıfından rastgele veriler seçerek başlamakta, ardından verilerden k-En yakın komşular belirlenmektedir. Daha sonra rastgele veriler ile rastgele seçilen k-En yakın komşu arasında sentetik veriler üretilmektedir (Grogan, 2020:1). Böylelikle bağımlı değişken değerleri arasındaki dengesizlik sorunu giderilmektedir. SMOTE yöntemi ile olumlu dışı bağımlı değişken sayısı 97 adetten 1.188 adede çıkarılarak veri seti dengesizliği sorunu giderilmiştir. SMOTE yöntemi sonrasında bağımlı değişken dağılımı 1.189 (%50.02) adet olumlu denetim görüşü, 1.188 (%49.98) adet olumlu dışı denetim görüşü olarak gerçekleşmiş olup, dağılım grafiği aşağıda Şekil 34’te verilmiştir.

Şekil 34. SMOTE Yöntemi Sonrasında Bağımlı Değişken Dağılım Grafiği



Şekil 34’te görüleceği üzere SMOTE yöntemi sonrasında veriler arasındaki dağılım benzer bir orana getirilerek veri dengesizliği sorunu giderilmiştir.

³ SMOTE filtresi ile ilgili detaylı bilgiye <https://weka.sourceforge.io/doc.packages/SMOTE/weka/filters/supervised/instance/SMOTE.html> linkinden ulaşılabilir.

2.4.4. Araştırmada Kullanılan Veri Madenciliği Sınıflandırma Yöntemleri

Bağımsız denetim görüşünü tahmin etmek için on iki farklı veri madenciliği sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma kapsamında kullanılan yöntemler aşağıda Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Araştırmada Kullanılan Veri Madenciliği Sınıflandırma Yöntemleri

Sıra No	Yöntem
1	Bayes İnanç Ağı (Bayesian Belief Network - BBN)
2	Naive Bayes (NB)
3	Lojistik Regresyon (Logistic Regression - LR)
4	Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks - ANN)
5	Radyal Tabanlı Fonksiyon (Radial Basis Function - RBF)
6	Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines- SVM)
7	K-En Yakın Komşu (K-Nearest Neighbor / K-NN)
8	AdaBoost.M1 Algoritması
9	Karar Ağaçları (J48) (Decision Trees - DT)
10	Rastgele Ormanlar (Random Forests - RF)
11	Karar Kütüğü (Decision Stump - DS)
12	Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı (Classification And Regression Tree - CART)

Tablo 28’de verilen on iki farklı veri madenciliği sınıflandırma yöntemine göre modeller kurularak analizler gerçekleştirilmiştir.

3. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Bu kısımda, bağımsız denetim görüşlerini tahmin etmek için kurulan modellerin sonuçları sunulmuştur. Öncelikle değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler sunulmuş olup sonrasında modellerin sonuçları, sınıflandırma matrisi ve detaylı doğruluk sonuçlarına göre ayrı tablolarda sunulmuştur.

3.1. DEĞİŞKENLERE İLİŞKİN TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER

Analiz edilen verilerin temel özelliklerini belirlemek için değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri aşağıda Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29. Araştırma Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**Panel A. Nominal Verilere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**

Değişken Adı	Veri Tipi	N	Etiket	Açıklama	Sayı	Yüzde (%)
Görüş Türü	Nominal	2.377	1	Olumlu Görüş Türü	1.189	50.02%
			0	Olumlu Dışı Görüş Türü	1.188	49.98%
Denetçi Değişti mi?	Nominal	2.377	1	Denetçi Değişmedi	1.930	81.19%
			0	Denetçi Değişti	447	18.81%
Denetçi Büyüklüğü	Nominal	2.377	1	4 Büyük Denetim Şirketi	1.376	57.89%
			0	4 Büyük Dışı Denetim Şirketi	1.001	42.11%
Önceki Yıl Denetim Görüşü	Nominal	2.377	1	Olumlu Görüş Türü	1.343	56.50%
			0	Olumlu Dışı Görüş Türü	1.034	43.50%

Panel B. Numerik Verilere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken Adı	Veri Tipi	N	İstatistik			
			Minimum	Maximum	Mean	StdDev
Denetim Raporu Gecikmesi	Numerik	2.377	25	104	65.819	13.651
Cari Oran	Numerik	2.377	0.15	4.93	1.58	0.777
Likit Oran	Numerik	2.377	0.04	3.54	0.959	0.573
Nakit Oran (%)	Numerik	2.377	0	1.671	0.229	0.283
Aktif Karlılık (ROA) (%)	Numerik	2.377	-0.27	0.407	0.033	0.077
Brüt Esas Faaliyet Kar Marjı (%)	Numerik	2.377	-0.128	0.575	0.194	0.119
Esas Faaliyet Kar Marjı (%)	Numerik	2.377	-0.255	0.412	0.055	0.097
Favök Marjı (%)	Numerik	2.377	-0.203	0.49	0.097	0.094
Net Kar Marjı (%)	Numerik	2.377	-0.345	0.42	0.026	0.113
Özsermaye Karlılığı (ROE) (%)	Numerik	2.377	-0.622	0.836	0.073	0.171
Vafök Marjı (%)	Numerik	2.377	-0.261	0.732	0.135	0.111
Piyasa Değeri/Defter Değeri	Numerik	2.377	0.17	11.08	1.942	1.503
Aktif Büyüme (%)	Numerik	2.377	-0.507	1.304	0.18	0.222
Net Satışlar Büyüme (%)	Numerik	2.377	-0.835	1.455	0.193	0.285
Özsermaye Büyümesi (%)	Numerik	2.377	-0.833	1.552	0.169	0.275
Borç Kaynak Oranı (%)	Numerik	2.377	0.052	1.733	0.553	0.239
Duran Varlıklar / Aktif (%)	Numerik	2.377	0.002	0.979	0.477	0.194
Kısa Vadeli Borç / Aktif (%)	Numerik	2.377	0.042	1.257	0.394	0.188
Kısa Vad. Borç / Top. Borç (%)	Numerik	2.377	0.121	0.997	0.717	0.167
Özsermaye / Aktif (%)	Numerik	2.377	-0.736	0.948	0.434	0.236
Toplam Borç / Özsermaye (%)	Numerik	2.377	-5.371	8.248	1.37	1.697
Aktif Devir Hızı	Numerik	2.377	0.03	3.44	0.9	0.501
Alacak Devir Hızı	Numerik	2.377	0.36	21.05	6.041	3.652
Stok Devir Hızı	Numerik	2.377	0.19	36.08	6.327	6.806
Ticari Borç Devir Hızı	Numerik	2.377	0.36	22.57	6.531	3.946

Panel C. Aykırı Değerlere ve Uç Değerlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken Adı	Veri Tipi	N	Etiket	Sayı	Yüzde (%)
Outlier (Aykırı değerler)	Nominal	2.377	No	2.377	100.00%
			Yes	-	-
ExtremeValue (Uç değerler)	Nominal	2.377	No	2.377	100.00%
			Yes	-	-

Araştırma değişkenlerine ilişkin nominal verilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Panel A’da, numerik verilere ilişkin minimum, maksimum, ortalama, standart sapma

değerleri Panel B’de, aykırı değerlere ve uç değerlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Panel C’de verilmiştir. Nominal verilere ilişkin tanımlayıcı istatistikleri içeren Panel A, görüş türü, denetçi değişikliği, denetçi büyüklüğü ve bir önceki yıl denetim görüşü değişkenlerine ait verilerin dağılımlarını göstermektedir. Numerik verilere ilişkin tanımlayıcı istatistikleri içeren Panel B, numerik değişkenlerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerlerini göstermektedir. Aykırı değerlere ve uç değerlere ilişkin tanımlayıcı istatistikleri içeren Panel C, Outlier ve ExtremeValue değişkenlerine ait verilerin dağılımlarını göstermektedir.

İstatistik programında regresyon analiziyle model kurulmuş ve R-squared değeri 0.9058 olarak gerçekleşmiştir. Dolayısıyla bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişken üzerinde yüksek derecede etkili olduğu anlaşılmaktadır.

3.2. SINIFLANDIRMA YÖNTEMLERİNE İLİŞKİN BULGULAR

Çalışmada kullanılan yöntemlerin analizinde WEKA yazılımı kullanılmıştır. Sınıflandırıcı yöntemler default (varsayılan) parametreleriyle çalıştırılarak model performansını olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilecek değişikliklerden kaçınılmıştır.

Bir modelin doğruluğunu test etmek için farklı yöntemler kullanılabilir. İlgili yöntemler 2. bölümde açıklandığı için burada tekrar yer verilmeyecektir. Araştırmada kullanılan modellerde 10-katlı çapraz doğrulama test yöntemi kullanılarak test edilmiş ve performansları ölçülmüştür. K-katlı çapraz doğrulama, veri tabanının rastgele olarak K ayırık nesne bloğuna bölündüğü, daha sonra veri madenciliği algoritmasının k-1 blokları kullanılarak eğitildiği ve kalan blokların algoritmanın performansını test etmek için kullanıldığı bir test prosedürüdür. Bu işlem k kez tekrarlanır. Sonunda, ölçülen değerlerin ortalaması alınır. Orijinal veri kümesinin boyutuna bağlı olarak k=10 veya başka bir boyutun seçilmesi yaygındır (Sharma & Jain, 2013: 1929).

Veri madenciliği sınıflandırma yöntemlerine ilişkin elde edilen bulgular sınıflandırma matrisi ve detaylı doğruluk sonuçlarına göre ayrı tablolarda sunulmuştur. Sınıflandırma matrisi, geliştirilmiş bir tahmin modelinin performansını, ne kadar verinin yanlış veya doğru olarak sınıflandırıldığını göstermektedir. Detaylı doğruluk sonuçları TP Oranı, FP Oranı, kesinlik, duyarlılık, F-ölçütü ve ROC alanı ölçütlerini içermektedir.

3.2.1. Bayes İnanç Ağı (BBN) Yöntemine İlişkin Bulgular

BBN modeline ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 30 ve Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 30. BBN Modelinin Sınıflandırma Matrisi

Denetim Görüşü		Tahmin Edilen Grup			
		Olumlu Denetim Görüşü	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	Toplam	Doğru Sınıflandırma Yüzdesi (%)
Gerçek Grup / Gözlenen Grup	Olumlu Denetim Görüşü	1.073	116	1.189	90.24%
	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	106	1.082	1.188	91.08%
	Toplam	1.179	1.198	2.377	90.66%

BBN modeline ilişkin sınıflandırma matrisi incelendiğinde, olumlu denetim görüşleri %90.24, olumlu dışı denetim görüşleri %91.08 olmak üzere genel doğru sınıflandırma başarısı %90.66 olarak gerçekleşmiştir. Toplam 2.377 gözlemde bulunan 1.189 olumlu denetim görüşünün 1.073 adedi olumlu denetim görüşü, 116 adedi olumlu dışı denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. 1.188 olumlu dışı denetim görüşünün 1.082 adedi olumlu dışı denetim görüşü, 106 adedi olumlu denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. Doğru sınıflandırılmış gözlem sayısı 2.155, yanlış sınıflandırılmış gözlem sayısı 222 adettir. Sınıflandırma sonuçları, modelin genel olarak %90.66 tahmin doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 31. BBN Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları

	TP Oranı (TP Rate)	FP Oranı (FP Rate)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-Ölçütü (F-Measure)	ROC Alanı (ROC Area)	Sınıf (Class)
	0.902	0.089	0.910	0.902	0.906	0.961	1
	0.911	0.098	0.903	0.911	0.907	0.961	0
Ağırlıklı Ort.	0.907	0.093	0.907	0.907	0.907	0.961	

BBN modeline ilişkin istatistik sonuçları incelendiğinde, ölçütlerin ortalama değerleri TP oranı %90.7, FP oranı %93, kesinlik %90.7, duyarlılık %90.7, F-ölçütü %90.7 ve ROC alanı %96.1 olarak gerçekleşmiştir. Performans sonuçlarına bakıldığında, başarılı bir sınıflandırma modeli oluşturulduğu görülmektedir.

3.2.2. Naive Bayes (NB) Yöntemine İlişkin Bulgular

NB modeline ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 32 ve Tablo 33'te verilmiştir.

Tablo 32. NB Modelinin Sınıflandırma Matrisi

Denetim Görüşü		Tahmin Edilen Grup			
		Olumlu Denetim Görüşü	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	Toplam	Doğru Sınıflandırma Yüzdesi (%)
Gerçek Grup / Gözlenen Grup	Olumlu Denetim Görüşü	1.004	185	1.189	84.44%
	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	163	1.025	1.188	86.28%
	Toplam	1.167	1.210	2.377	85.36%

NB modeline ilişkin sınıflandırma matrisi incelendiğinde, olumlu denetim görüşleri %84.44, olumlu dışı denetim görüşleri %86.28 olmak üzere genel doğru sınıflandırma başarısı %85.36 olarak gerçekleşmiştir. Toplam 2.377 gözlemde bulunan 1.189 olumlu denetim görüşünün 1.004 adedi olumlu denetim görüşü, 185 adedi olumlu dışı denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. 1.188 olumlu dışı denetim görüşünün 1.025 adedi olumlu dışı denetim görüşü, 163 adedi olumlu denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. Doğru sınıflandırılmış gözlem sayısı 2.029, yanlış sınıflandırılmış gözlem sayısı 348 adettir. Sınıflandırma sonuçları, modelin genel olarak %85.36 tahmin doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 33. NB Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları

	TP Oranı (TP Rate)	FP Oranı (FP Rate)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-Ölçütü (F-Measure)	ROC Alanı (ROC Area)	Sınıf (Class)
	0.844	0.137	0.860	0.844	0.852	0.919	1
	0.863	0.156	0.847	0.863	0.855	0.919	0
Ağırlıklı Ort.	0.854	0.146	0.854	0.854	0.854	0.919	

NB modeline ilişkin istatistik sonuçları incelendiğinde, ölçütlerin ortalama değerleri TP oranı %85.4, FP oranı %14.6, kesinlik %85.4, duyarlılık %85.4, F-ölçütü %85.4 ve ROC alanı %91.9 olarak gerçekleşmiştir. Performans sonuçlarına bakıldığında, başarılı bir sınıflandırma modeli oluşturulduğu görülmektedir.

3.2.3. Lojistik Regresyon (LR) Yöntemine İlişkin Bulgular

LR modeline ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 34 ve Tablo 35'te verilmiştir.

Tablo 34. LR Modelinin Sınıflandırma Matrisi

Denetim Görüşü		Tahmin Edilen Grup			
		Olumlu Denetim Görüşü	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	Toplam	Doğru Sınıflandırma Yüzdesi (%)
Gerçek Grup / Gözlenen Grup	Olumlu Denetim Görüşü	1.133	56	1.189	95.29%
	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	153	1.035	1.188	87.12%
	Toplam	1.286	1.091	2.377	91.21%

LR modeline ilişkin sınıflandırma matrisi incelendiğinde, olumlu denetim görüşleri %95.29, olumlu dışı denetim görüşleri %87.12 olmak üzere genel doğru sınıflandırma başarısı %91.21 olarak gerçekleşmiştir. Toplam 2.377 gözlemde bulunan 1.189 olumlu denetim görüşünün 1.133 adedi olumlu denetim görüşü, 56 adedi olumlu dışı denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. 1.188 olumlu dışı denetim görüşünün 1.035 adedi olumlu dışı denetim görüşü, 153 adedi olumlu denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. Doğru sınıflandırılmış gözlem sayısı 2.168, yanlış sınıflandırılmış gözlem sayısı 209 adettir. Sınıflandırma sonuçları, modelin genel olarak %91.21 tahmin doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 35. LR Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları

	TP Oranı (TP Rate)	FP Oranı (FP Rate)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-Ölçütü (F-Measure)	ROC Alanı (ROC Area)	Sınıf (Class)
	0.953	0.129	0.881	0.953	0.916	0.967	1
	0.871	0.047	0.949	0.871	0.908	0.967	0
Ağırlıklı Ort.	0.912	0.088	0.915	0.912	0.912	0.967	

LR modeline ilişkin istatistik sonuçları incelendiğinde, ölçütlerin ortalama değerleri TP oranı %91.2, FP oranı %8.8, kesinlik %91.5, duyarlılık %91.2, F-ölçütü %91.2 ve ROC alanı %96.7 olarak gerçekleşmiştir. Performans sonuçlarına bakıldığında, başarılı bir sınıflandırma modeli oluşturulduğu görülmektedir.

3.2.4. Yapay Sinir Ağları (ANN) Yöntemine İlişkin Bulgular

ANN modeline ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 36 ve Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 36. ANN Modelinin Sınıflandırma Matrisi

Denetim Görüşü		Tahmin Edilen Grup			
		Olumlu Denetim Görüşü	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	Toplam	Doğru Sınıflandırma Yüzdesi (%)
Gerçek Grup / Gözlenen Grup	Olumlu Denetim Görüşü	1.137	52	1.189	95.63%
	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	42	1.146	1.188	96.46%
	Toplam	1.179	1.198	2.377	96.05%

ANN modeline ilişkin sınıflandırma matrisi incelendiğinde, olumlu denetim görüşleri %95.63, olumlu dışı denetim görüşleri %96.46 olmak üzere genel doğru sınıflandırma başarısı %96.05 olarak gerçekleşmiştir. Toplam 2.377 gözlemde bulunan 1.189 olumlu denetim görüşünün 1.137 adedi olumlu denetim görüşü, 52 adedi olumlu dışı denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. 1.188 olumlu dışı denetim görüşünün 1.146 adedi olumlu dışı denetim görüşü, 42 adedi olumlu denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. Doğru sınıflandırılmış gözlem sayısı 2.283, yanlış sınıflandırılmış gözlem sayısı 94 adettir. Sınıflandırma sonuçları, modelin genel olarak %96.05 tahmin doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 37. ANN Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları

	TP Oranı (TP Rate)	FP Oranı (FP Rate)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-Ölçütü (F-Measure)	ROC Alanı (ROC Area)	Sınıf (Class)
	0.956	0.035	0.964	0.956	0.960	0.984	1
	0.965	0.044	0.957	0.965	0.961	0.984	0
Ağırlıklı Ort.	0.960	0.040	0.960	0.960	0.960	0.984	

ANN modeline ilişkin istatistik sonuçları incelendiğinde, ölçütlerin ortalama değerleri TP oranı %96, FP oranı %4, kesinlik %96, duyarlılık %96, F-ölçütü %96 ve ROC alanı %98.4 olarak gerçekleşmiştir. Performans sonuçlarına bakıldığında, başarılı bir sınıflandırma modeli oluşturulduğu görülmektedir.

3.2.5. Radyal Tabanlı Fonksiyon (RBF) Yöntemine İlişkin Bulgular

RBF modeline ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 38 ve Tablo 39’da verilmiştir.

Tablo 38. RBF Modelinin Sınıflandırma Matrisi

Denetim Görüşü		Tahmin Edilen Grup			
		Olumlu Denetim Görüşü	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	Toplam	Doğru Sınıflandırma Yüzdesi (%)
Gerçek Grup / Gözlenen Grup	Olumlu Denetim Görüşü	1.140	49	1.189	95.88%
	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	144	1.044	1.188	87.88%
	Toplam	1.284	1.093	2.377	91.88%

RBF modeline ilişkin sınıflandırma matrisi incelendiğinde, olumlu denetim görüşleri %95.88, olumlu dışı denetim görüşleri %87.88 olmak üzere genel doğru sınıflandırma başarısı %91.88 olarak gerçekleşmiştir. Toplam 2.377 gözlemde bulunan 1.189 olumlu denetim görüşünün 1.140 adedi olumlu denetim görüşü, 49 adedi olumlu dışı denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. 1.188 olumlu dışı denetim görüşünün 1.044 adedi olumlu dışı denetim görüşü, 144 adedi olumlu denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. Doğru sınıflandırılmış gözlem sayısı 2.184, yanlış sınıflandırılmış gözlem sayısı 193 adettir. Sınıflandırma sonuçları, modelin genel olarak %91.88 tahmin doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 39. RBF Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları

	TP Oranı (TP Rate)	FP Oranı (FP Rate)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-Ölçütü (F-Measure)	ROC Alanı (ROC Area)	Sınıf (Class)
	0.959	0.121	0.888	0.959	0.922	0.967	1
	0.879	0.041	0.955	0.879	0.915	0.967	0
Ağırlıklı Ort.	0.919	0.081	0.921	0.919	0.919	0.967	

RBF modeline ilişkin istatistik sonuçları incelendiğinde, ölçütlerin ortalama değerleri TP oranı %91.9, FP oranı %8.1, kesinlik %92.1, duyarlılık %91.9, F-ölçütü %91.9 ve ROC alanı %96.7 olarak gerçekleşmiştir. Performans sonuçlarına bakıldığında, başarılı bir sınıflandırma modeli oluşturulduğu görülmektedir.

3.2.6. Destek Vektör Makineleri (SVM) Yöntemine İlişkin Bulgular

SVM modeline ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 40 ve Tablo 41’de verilmiştir.

Tablo 40. SVM Modelinin Sınıflandırma Matrisi

Denetim Görüşü		Tahmin Edilen Grup			
		Olumlu Denetim Görüşü	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	Toplam	Doğru Sınıflandırma Yüzdesi (%)
Gerçek Grup / Gözlenen Grup	Olumlu Denetim Görüşü	1.163	26	1.189	97.81%
	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	180	1.008	1.188	84.85%
	Toplam	1.343	1.034	2.377	91.33%

SVM modeline ilişkin sınıflandırma matrisi incelendiğinde, olumlu denetim görüşleri %97.81, olumlu dışı denetim görüşleri %84.85 olmak üzere genel doğru sınıflandırma başarısı %91.33 olarak gerçekleşmiştir. Toplam 2.377 gözlemde bulunan 1.189 olumlu denetim görüşünün 1.163 adedi olumlu denetim görüşü, 26 adedi olumlu dışı denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. 1.188 olumlu dışı denetim görüşünün 1.008 adedi olumlu dışı denetim görüşü, 180 adedi olumlu denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. Doğru sınıflandırılmış gözlem sayısı 2.171, yanlış sınıflandırılmış gözlem sayısı 206 adettir. Sınıflandırma sonuçları, modelin genel olarak %91.33 tahmin doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 41. SVM Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları

	TP Oranı (TP Rate)	FP Oranı (FP Rate)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-Ölçütü (F-Measure)	ROC Alanı (ROC Area)	Sınıf (Class)
	0.978	0.152	0.866	0.978	0.919	0.913	1
	0.848	0.022	0.975	0.848	0.907	0.913	0
Ağırlıklı Ort.	0.913	0.087	0.920	0.913	0.913	0.913	

SVM modeline ilişkin istatistik sonuçları incelendiğinde, ölçütlerin ortalama değerleri TP oranı %91.3, FP oranı %8.7, kesinlik %92, duyarlılık %91.3, F-ölçütü %91.3 ve ROC alanı %91.3 olarak gerçekleşmiştir. Performans sonuçlarına bakıldığında, başarılı bir sınıflandırma modeli oluşturulduğu görülmektedir.

3.2.7. K-En Yakın Komşu (K-NN) Yöntemine İlişkin Bulgular

K-NN modeline ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 42 ve Tablo 43'te verilmiştir.

Tablo 42. K-NN Modelinin Sınıflandırma Matrisi

Denetim Görüşü		Tahmin Edilen Grup			
		Olumlu Denetim Görüşü	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	Toplam	Doğru Sınıflandırma Yüzdesi (%)
Gerçek Grup / Gözlenen Grup	Olumlu Denetim Görüşü	1.136	53	1.189	95.54%
	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	32	1.156	1.188	97.31%
	Toplam	1.168	1.209	2.377	96.42%

K-NN modeline ilişkin sınıflandırma matrisi incelendiğinde, olumlu denetim görüşleri %95.54, olumlu dışı denetim görüşleri %97.31 olmak üzere genel doğru sınıflandırma başarısı %96.42 olarak gerçekleşmiştir. Toplam 2.377 gözlemde bulunan 1.189 olumlu denetim görüşünün 1.136 adedi olumlu denetim görüşü, 53 adedi olumlu dışı denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. 1.188 olumlu dışı denetim görüşünün 1.156 adedi olumlu dışı denetim görüşü, 32 adedi olumlu denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. Doğru sınıflandırılmış gözlem sayısı 2.292, yanlış sınıflandırılmış gözlem sayısı 85 adettir. Sınıflandırma sonuçları, modelin genel olarak %96.42 tahmin doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 43. K-NN Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları

	TP Oranı (TP Rate)	FP Oranı (FP Rate)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-Ölçütü (F-Measure)	ROC Alanı (ROC Area)	Sınıf (Class)
	0.955	0.027	0.973	0.955	0.964	0.965	1
	0.973	0.045	0.956	0.973	0.965	0.965	0
Ağırlıklı Ort.	0.964	0.036	0.964	0.964	0.964	0.965	

K-NN modeline ilişkin istatistik sonuçları incelendiğinde, ölçütlerin ortalama değerleri TP oranı %96.4, FP oranı %3.6, kesinlik %96.4, duyarlılık %96.4, F-ölçütü %96.4 ve ROC alanı %96.5 olarak gerçekleşmiştir. Performans sonuçlarına bakıldığında, başarılı bir sınıflandırma modeli oluşturulduğu görülmektedir.

3.2.8. AdaBoost.M1 Yöntemine İlişkin Bulgular

AdaBoost.M1 modeline ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 44 ve Tablo 45'te verilmiştir.

Tablo 44. AdaBoost.M1 Modelinin Sınıflandırma Matrisi

Denetim Görüşü		Tahmin Edilen Grup			
		Olumlu Denetim Görüşü	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	Toplam	Doğru Sınıflandırma Yüzdesi (%)
Gerçek Grup / Gözlenen Grup	Olumlu Denetim Görüşü	1.154	35	1.189	97.06%
	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	175	1.013	1.188	85.27%
	Toplam	1.329	1.048	2.377	91.17%

AdaBoost.M1 modeline ilişkin sınıflandırma matrisi incelendiğinde, olumlu denetim görüşleri %97.06, olumlu dışı denetim görüşleri %85.27 olmak üzere genel doğru sınıflandırma başarısı %91.17 olarak gerçekleşmiştir. Toplam 2.377 gözlemde bulunan 1.189 olumlu denetim görüşünün 1.154 adedi olumlu denetim görüşü, 35 adedi olumlu dışı denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. 1.188 olumlu dışı denetim görüşünün 1.013 adedi olumlu dışı denetim görüşü, 175 adedi olumlu denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. Doğru sınıflandırılmış gözlem sayısı 2.167, yanlış sınıflandırılmış gözlem sayısı 210 adettir. Sınıflandırma sonuçları, modelin genel olarak %91.17 tahmin doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 45. AdaBoost.M1 Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları

	TP Oranı (TP Rate)	FP Oranı (FP Rate)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-Ölçütü (F-Measure)	ROC Alanı (ROC Area)	Sınıf (Class)
	0.971	0.147	0.868	0.971	0.917	0.964	1
	0.853	0.029	0.967	0.853	0.906	0.964	0
Ağırlıklı Ort.	0.912	0.088	0.917	0.912	0.911	0.964	

AdaBoost.M1 modeline ilişkin istatistik sonuçları incelendiğinde, ölçütlerin ortalama değerleri TP oranı %91.2, FP oranı %8.8, kesinlik %91.7, duyarlılık %91.2, F-ölçütü %91.1 ve ROC alanı %96.4 olarak gerçekleşmiştir. Performans sonuçlarına bakıldığında, başarılı bir sınıflandırma modeli oluşturulduğu görülmektedir.

3.2.9. J48 Karar Ağaçları (DT) Yöntemine İlişkin Bulgular

DT (J48) modeline ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 46 ve Tablo 47’de verilmiştir.

Tablo 46. DT (J48) Modelinin Sınıflandırma Matrisi

Denetim Görüşü		Tahmin Edilen Grup			
		Olumlu Denetim Görüşü	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	Toplam	Doğru Sınıflandırma Yüzdesi (%)
Gerçek Grup / Gözlenen Grup	Olumlu Denetim Görüşü	1.133	56	1.189	95.29%
	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	48	1.140	1.188	95.96%
	Toplam	1.181	1.196	2.377	95.62%

DT (J48) modeline ilişkin sınıflandırma matrisi incelendiğinde, olumlu denetim görüşleri %95.29, olumlu dışı denetim görüşleri %95.96 olmak üzere genel doğru sınıflandırma başarısı %95.62 olarak gerçekleşmiştir. Toplam 2.377 gözlemde bulunan 1.189 olumlu denetim görüşünün 1.133 adedi olumlu denetim görüşü, 56 adedi olumlu dışı denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. 1.188 olumlu dışı denetim görüşünün 1.140 adedi olumlu dışı denetim görüşü, 48 adedi olumlu denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. Doğru sınıflandırılmış gözlem sayısı 2.273, yanlış sınıflandırılmış gözlem sayısı 104 adettir. Sınıflandırma sonuçları, modelin genel olarak %95.62 tahmin doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 47. DT (J48) Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları

	TP Oranı (TP Rate)	FP Oranı (FP Rate)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-Ölçütü (F-Measure)	ROC Alanı (ROC Area)	Sınıf (Class)
	0.953	0.040	0.959	0.953	0.956	0.951	1
	0.960	0.047	0.953	0.960	0.956	0.951	0
Ağırlıklı Ort.	0.956	0.044	0.956	0.956	0.956	0.951	

DT (J48) modeline ilişkin istatistik sonuçları incelendiğinde, ölçütlerin ortalama değerleri TP oranı %95.6, FP oranı %4.4, kesinlik %95.6, duyarlılık %95.6, F-ölçütü %95.6 ve ROC alanı %95.1 olarak gerçekleşmiştir. Performans sonuçlarına bakıldığında, başarılı bir sınıflandırma modeli oluşturulduğu görülmektedir.

3.2.10. Rastgele Ormanlar (RF) Yöntemine İlişkin Bulgular

RF modeline ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 48 ve Tablo 49’da verilmiştir.

Tablo 48. RF Modelinin Sınıflandırma Matrisi

Denetim Görüşü		Tahmin Edilen Grup			
		Olumlu Denetim Görüşü	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	Toplam	Doğru Sınıflandırma Yüzdesi (%)
Gerçek Grup / Gözlenen Grup	Olumlu Denetim Görüşü	1.151	38	1.189	96.80%
	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	41	1.147	1.188	96.55%
	Toplam	1.192	1.185	2.377	96.68%

RF modeline ilişkin sınıflandırma matrisi incelendiğinde, olumlu denetim görüşleri %96.80, olumlu dışı denetim görüşleri %96.55 olmak üzere genel doğru sınıflandırma başarısı %96.68 olarak gerçekleşmiştir. Toplam 2.377 gözlemde bulunan 1.189 olumlu denetim görüşünün 1.151 adedi olumlu denetim görüşü, 38 adedi olumlu dışı denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. 1.188 olumlu dışı denetim görüşünün 1.147 adedi olumlu dışı denetim görüşü, 41 adedi olumlu denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. Doğru sınıflandırılmış gözlem sayısı 2.298, yanlış sınıflandırılmış gözlem sayısı 79 adettir. Sınıflandırma sonuçları, modelin genel olarak %96.68 tahmin doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 49. RF Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları

	TP Oranı (TP Rate)	FP Oranı (FP Rate)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-Ölçütü (F-Measure)	ROC Alanı (ROC Area)	Sınıf (Class)
	0.968	0.035	0.966	0.968	0.967	0.992	1
	0.965	0.032	0.968	0.965	0.967	0.992	0
Ağırlıklı Ort.	0.967	0.033	0.967	0.967	0.967	0.992	

RF modeline ilişkin istatistik sonuçları incelendiğinde, ölçütlerin ortalama değerleri TP oranı %96.7, FP oranı %3.3, kesinlik %96.7, duyarlılık %96.7, F-ölçütü %96.7 ve ROC alanı %99.2 olarak gerçekleşmiştir. Performans sonuçlarına bakıldığında, başarılı bir sınıflandırma modeli oluşturulduğu görülmektedir.

3.2.11. Karar Kütüğü (DS) Yöntemine İlişkin Bulgular

DS modeline ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 50 ve Tablo 51’de verilmiştir.

Tablo 50. DS Modelinin Sınıflandırma Matrisi

Denetim Görüşü		Tahmin Edilen Grup			
		Olumlu Denetim Görüşü	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	Toplam	Doğru Sınıflandırma Yüzdesi (%)
Gerçek Grup / Gözlenen Grup	Olumlu Denetim Görüşü	1.163	26	1.189	97.81%
	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	180	1.008	1.188	84.85%
	Toplam	1.343	1.034	2.377	91.33%

DS modeline ilişkin sınıflandırma matrisi incelendiğinde, olumlu denetim görüşleri %97.81, olumlu dışı denetim görüşleri %84.85 olmak üzere genel doğru sınıflandırma başarısı %91.33 olarak gerçekleşmiştir. Toplam 2.377 gözlemde bulunan 1.189 olumlu denetim görüşünün 1.163 adedi olumlu denetim görüşü, 26 adedi olumlu dışı denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. 1.188 olumlu dışı denetim görüşünün 1.008 adedi olumlu dışı denetim görüşü, 180 adedi olumlu denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. Doğru sınıflandırılmış gözlem sayısı 2.171, yanlış sınıflandırılmış gözlem sayısı 206 adettir. Sınıflandırma sonuçları, modelin genel olarak %91.33 tahmin doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 51. DS Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları

	TP Oranı (TP Rate)	FP Oranı (FP Rate)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-Ölçütü (F-Measure)	ROC Alanı (ROC Area)	Sınıf (Class)
	0.978	0.152	0.866	0.978	0.919	0.903	1
	0.848	0.022	0.975	0.848	0.907	0.903	0
Ağırlıklı Ort.	0.913	0.087	0.920	0.913	0.913	0.903	

DS modeline ilişkin istatistik sonuçları incelendiğinde, ölçütlerin ortalama değerleri TP oranı %91.3, FP oranı %8.7, kesinlik %92, duyarlılık %91.3, F-ölçütü %91.3 ve ROC alanı %90.3 olarak gerçekleşmiştir. Performans sonuçlarına bakıldığında, başarılı bir sınıflandırma modeli oluşturulduğu görülmektedir.

3.2.12. Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı (CART) Yöntemine İlişkin Bulgular

CART modeline ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 52 ve Tablo 53'te verilmiştir.

Tablo 52. CART Modelinin Sınıflandırma Matrisi

Denetim Görüşü		Tahmin Edilen Grup			
		Olumlu Denetim Görüşü	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	Toplam	Doğru Sınıflandırma Yüzdesi (%)
Gerçek Grup / Gözlenen Grup	Olumlu Denetim Görüşü	1.119	70	1.189	94.11%
	Olumlu Dışı Denetim Görüşü	70	1.118	1.188	94.11%
	Toplam	1.189	1.188	2.377	94.11%

CART modeline ilişkin sınıflandırma matrisi incelendiğinde, olumlu denetim görüşleri %94.11, olumlu dışı denetim görüşleri %94.11 olmak üzere genel doğru sınıflandırma başarısı %94.11 olarak gerçekleşmiştir. Toplam 2.377 gözlemde bulunan 1.189 olumlu denetim görüşünün 1.119 adedi olumlu denetim görüşü, 70 adedi olumlu dışı denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. 1.188 olumlu dışı denetim görüşünün 1.118 adedi olumlu dışı denetim görüşü, 70 adedi olumlu denetim görüşü olarak tahmin edilmiştir. Doğru sınıflandırılmış gözlem sayısı 2.237, yanlış sınıflandırılmış gözlem sayısı 140 adettir. Sınıflandırma sonuçları, modelin genel olarak %94.11 tahmin doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 53. CART Modelinin Detaylı Doğruluk Sonuçları

	TP Oranı (TP Rate)	FP Oranı (FP Rate)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-Ölçütü (F-Measure)	ROC Alanı (ROC Area)	Sınıf (Class)
	0.941	0.059	0.941	0.941	0.941	0.955	1
	0.941	0.059	0.941	0.941	0.941	0.955	0
Ağırlıklı Ort.	0.941	0.059	0.941	0.941	0.941	0.955	

CART modeline ilişkin istatistik sonuçları incelendiğinde, ölçütlerin ortalama değerleri TP oranı %94.1, FP oranı %5.9, kesinlik %94.1, duyarlılık %94.1, F-ölçütü %94.1 ve ROC alanı %95.5 olarak gerçekleşmiştir. Performans sonuçlarına bakıldığında, başarılı bir sınıflandırma modeli oluşturulduğu görülmektedir.

4. VERİ MADENCİLİĞİ SINIFLANDIRMA YÖNTEMLERİNİN TAHMİN PERFORMANSLARINA GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI

Bu araştırmada bağımsız denetim görüş türü ile ilgili veriler üzerinden WEKA yazılımında on iki farklı veri madenciliği yöntemleri analiz edilmiş ve modeller kurulmuştur. Bu kısımda modellerin istatistiksel sonuçları tahmin doğruluğuna, sınıflandırma matrisine, detaylı doğruluk sonuçlarına (TP Oranı, FP Oranı, Kesinlik,

Duyarlılık, F-Ölçütü, ROC Alanı), Tip I hata, Tip II hata oranlarına ve performans sonuçlarına (Kappa istatistiği, MAE, RMSE, RAE, RRSE) göre karşılaştırılması yer almaktadır.

Araştırmada kullanılan sınıflandırma modelleri beş kategoriye (Bayes, Functions, Lazy, Meta, Trees) ayrılmaktadır. Bayes kategorisi için Bayes İnanç Ağı ve Naive Bayes, Functions kategorisi için Lojistik Regresyon, Yapay Sinir Ağları, Radyal Tabanlı Fonksiyon ve Destek Vektör Makineleri kullanılmıştır. Lazy kategorisi için K-En Yakın Komşu, Meta kategorisi için AdaBoost.M1, Trees kategorisi için J48 Karar Ağacı, Rastgele Ormanlar, Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı, Karar Kütüğü kullanılmıştır. Bu sınıflandırıcıların ayrı ayrı artıları ve eksileri vardır. Bu araştırmada, denetim görüş tahmini bağlamında hangi yöntemin daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymak amaçlanmıştır. Modellerin tahmin doğruluk performansları ve sınıflandırma matrisleri Tablo 54'te verilmiştir.

Tablo 54. Modellerin Tahmin Doğruluğu ve Sınıflandırma Matrisi

Sıra No	Model	Tahmin Doğruluğu Prediction Accuracy	Sınıflandırma Matrisi (Confusion Matrix)								
1	BAYES İNANÇ AĞI (BBN)	90.66%	<table><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>1073</td><td>116</td></tr><tr><td>106</td><td>1082</td></tr><tr><td>a=1</td><td>b=0</td></tr></table>	a	b	1073	116	106	1082	a=1	b=0
a	b										
1073	116										
106	1082										
a=1	b=0										
2	NAIVE BAYES (NB)	85.36%	<table><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>1004</td><td>185</td></tr><tr><td>163</td><td>1025</td></tr><tr><td>a=1</td><td>b=0</td></tr></table>	a	b	1004	185	163	1025	a=1	b=0
a	b										
1004	185										
163	1025										
a=1	b=0										
3	LOJİSTİK REGRESYON (LR)	91.21%	<table><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>1133</td><td>56</td></tr><tr><td>153</td><td>1035</td></tr><tr><td>a=1</td><td>b=0</td></tr></table>	a	b	1133	56	153	1035	a=1	b=0
a	b										
1133	56										
153	1035										
a=1	b=0										
4	YAPAY SİNİR AĞLARI (ANN)	96.05%	<table><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>1137</td><td>52</td></tr><tr><td>42</td><td>1146</td></tr><tr><td>a=1</td><td>b=0</td></tr></table>	a	b	1137	52	42	1146	a=1	b=0
a	b										
1137	52										
42	1146										
a=1	b=0										
5	RADYAL TABANLI FONKSİYON (RBF)	91.88%	<table><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>1140</td><td>49</td></tr><tr><td>144</td><td>1044</td></tr><tr><td>a=1</td><td>b=0</td></tr></table>	a	b	1140	49	144	1044	a=1	b=0
a	b										
1140	49										
144	1044										
a=1	b=0										
6	DESTEK VEKTÖR MAKİNELERİ (SVM)	91.33%	<table><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>1163</td><td>26</td></tr><tr><td>180</td><td>1008</td></tr><tr><td>a=1</td><td>b=0</td></tr></table>	a	b	1163	26	180	1008	a=1	b=0
a	b										
1163	26										
180	1008										
a=1	b=0										
7	K-EN YAKIN KOMŞU (K-NN)	96.42%	<table><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>1136</td><td>53</td></tr><tr><td>32</td><td>1156</td></tr><tr><td>a=1</td><td>b=0</td></tr></table>	a	b	1136	53	32	1156	a=1	b=0
a	b										
1136	53										
32	1156										
a=1	b=0										
8	ADABOOST.M1 ALGORİTMASI	91.17%	<table><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>1154</td><td>35</td></tr><tr><td>175</td><td>1013</td></tr><tr><td>a=1</td><td>b=0</td></tr></table>	a	b	1154	35	175	1013	a=1	b=0
a	b										
1154	35										
175	1013										
a=1	b=0										

Tablo 54 (Devam). Modellerin Tahmin Doğruluğu ve Sınıflandırma Matrisi

Sıra No	Model	Tahmin Doğruluğu Prediction Accuracy	Sınıflandırma Matrisi (Confusion Matrix)								
9	KARAR AĞAÇLARI (DT)	95.62%	<table><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>1133</td><td>56</td></tr><tr><td>48</td><td>1140</td></tr><tr><td>a=1</td><td>b=0</td></tr></table>	a	b	1133	56	48	1140	a=1	b=0
a	b										
1133	56										
48	1140										
a=1	b=0										
10	RASTGELE ORMANLAR (RF)	96.68%	<table><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>1151</td><td>38</td></tr><tr><td>41</td><td>1147</td></tr><tr><td>a=1</td><td>b=0</td></tr></table>	a	b	1151	38	41	1147	a=1	b=0
a	b										
1151	38										
41	1147										
a=1	b=0										
11	KARAR KÜTÜĞÜ (DS)	91.33%	<table><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>1163</td><td>26</td></tr><tr><td>180</td><td>1008</td></tr><tr><td>a=1</td><td>b=0</td></tr></table>	a	b	1163	26	180	1008	a=1	b=0
a	b										
1163	26										
180	1008										
a=1	b=0										
12	SINIFLANDIRMA VE REGRESYON AĞACI (CART)	94.11%	<table><tr><td>a</td><td>b</td></tr><tr><td>1119</td><td>70</td></tr><tr><td>70</td><td>1118</td></tr><tr><td>a=1</td><td>b=0</td></tr></table>	a	b	1119	70	70	1118	a=1	b=0
a	b										
1119	70										
70	1118										
a=1	b=0										

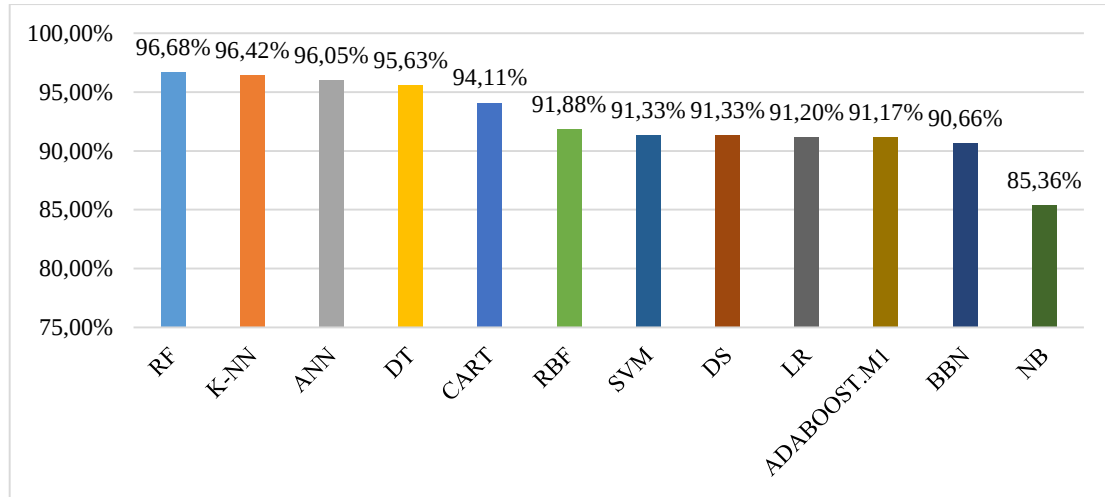
Tablo 54, veri madenciliği modellerinin tahmin doğruluk oranlarını ve sınıflandırma matrislerini göstermektedir. BBN, NB, LR, ANN, RBF, SVM, K-NN, AdaBoost.M1, DT, RF, DS ve CART modelleri sırasıyla %90.66, %85.36, %91.21, %96.05, %91.88, %91.33, %96.42, %91.17, %95.62, %96.68, %91.33 ve %94.11 genel tahmin performansı göstermiştir. Tablo 54’te görülebileceği gibi tahmin modelinin kurulmasında en iyi performansa Rastgele Ormanlar (RF) sahip olup doğruluk oranı %96.68’dir. K-En Yakın Komşu (K-NN) %96.42 ile en iyi ikinci modeldir. Naive Bayes (NB) modelinin doğruluk oranı %85.36 ile modeller arasında en düşük performansı göstermiştir. Bu sonuç, NB modelinin doğru denetim görüş türünü tahmin etme açısından diğer modellere göre daha zayıf bir tahmin modeli olduğu sonucunu doğrulamaktadır. Karşılaştırılan modeller tahmin doğruluğu açısından RF modelinin diğer modellere göre daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. Özetle Rastgele Ormanlar (RF) modelinin denetim görüş türünü tahmin etmede diğer modellere göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Literatürde yer alan bazı çalışmalarda da (Stanisic vd. 2019; Büyüktanır ve Toraman, 2020) Rasgele Ormanlar modelinin, modeller arasında daha iyi performans gösterdiği ifade edilmiştir.

Tablo 54’te yer alan sınıflandırma matrislerine bakıldığında, olumlu görüş türü tahmininde Destek Vektör Makineleri (SVM) ve Karar Kütüğü (DS) modelleri %97.81 oranıyla en yüksek performansı gösteren modeller olmuştur. Olumlu görüş türü tahmininde en düşük performansı gösteren model %84.44 oranıyla Naive Bayes (NB) modeli olmuştur. Olumlu dışı görüş türü tahmininde en yüksek performansı gösteren model %97.31 oranıyla K-En Yakın Komşu (K-NN) modeli olmuştur. Bunu %96.55

oraniyla Rastgele Ormanlar (RF) modeli izlemiştir. Olumlu dışı görüş türü tahmininde en düşük performansı gösteren modeller %84.85 oraniyla Destek Vektör Makineleri (SVM) ve Karar Kütüğü (DS) modelleri olmuştur.

Modellerin tahmin doğruluk oranları en yüksekten en düşüğe doğru Şekil 35'te verilmiştir.

Şekil 35. Modellerin Tahmin Doğruluğu Grafı



Modellerin tahmin doğruluklarına bakıldığında, modellerin doğru denetim görüş türünü tahmin etme açısından etkili olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla sonuçlar, Türkiye’de denetim görüşü tahmini için doğru bir sınıflandırma modeli geliştirilmesine önemli ölçüde katkı sunabileceğini göstermektedir.

Modellerin ağırlıklı ortalamalarına göre detaylı doğruluk sonuçları Tablo 55’te gösterilmiştir. Modellerin detaylı doğruluk sonuçları TP Oranı, FP Oranı, kesinlik, duyarlılık, F-ölçütü ve ROC alanı ölçütlerinin ağırlıklı ortalamalarını içermektedir.

Tablo 55. Modellerin Ağırlıklı Ortalamalarına Göre Detaylı Doğruluk Sonuçları

Sıra No	Model	TP Oranı (TP Rate)	FP Oranı (FP Rate)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-Ölçütü (F-Measure)	ROC Alanı (ROC Area)
1	BBN	0.907	0.093	0.907	0.907	0.907	0.961
2	NB	0.854	0.146	0.854	0.854	0.854	0.919
3	LR	0.912	0.088	0.915	0.912	0.912	0.967
4	ANN	0.960	0.040	0.960	0.960	0.960	0.984
5	RBF	0.919	0.081	0.921	0.919	0.919	0.967
6	SVM	0.913	0.087	0.920	0.913	0.913	0.913
7	K-NN	0.964	0.036	0.964	0.964	0.964	0.965
8	AdaBoost.M1	0.912	0.088	0.917	0.912	0.911	0.964

Tablo 55 (Devam). Modellerin Ağırlıklı Ortalamalarına Göre Detaylı Doğruluk Sonuçları

Sıra No	Model	TP Oranı (TP Rate)	FP Oranı (FP Rate)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F-Ölçütü (F-Measure)	ROC Alanı (ROC Area)
9	DT (J48)	0.956	0.044	0.956	0.956	0.956	0.951
10	RF	0.967	0.033	0.967	0.967	0.967	0.992
11	DS	0.913	0.087	0.920	0.913	0.913	0.903
12	CART	0.941	0.059	0.941	0.941	0.941	0.955

Tablo 55'te tüm modellerin ağırlıklı ortalamalarına göre detaylı doğruluk sonuçları karşılaştırılmıştır. TP oranı, pozitif olarak tahmin edilen doğru pozitiflerin oranıdır. TP oranı, Tablo 54'te verilen tahmin doğruluğu sonuçları ile paralellik göstermektedir. TP oranı ne kadar yüksekse modelin performansı o ölçüde iyidir. Modellerin TP oranı %85.4 ile %96.7 arasında performans göstermiştir. Sonuçlar modellerin denetim görüşünü doğru bir şekilde sınıflandırma yapabileceğini göstermektedir. FP oranı, yanlış olarak tahmin edilen negatiflerin oranıdır. FP oranı ne kadar düşükse modelin performansı o ölçüde iyidir. Modellerin FP oranları %14.6 ile %3.3 arasında performans göstermiştir. FP oranı en yüksek %14.6 ile Naive Bayes (NB) modeliyken, en düşük %3.3 ile Rastgele Ormanlar (RF) modelidir. Modellerin kesinlik oranları, TP oranlarına benzer şekilde %85.4 ile %96.7 arasında performans göstermiştir. Duyarlılık oranları tüm veri setinin yüzdesini ölçen oran olmasından dolayı modellerin TP oranları ile duyarlılık sonuçları paralellik göstermektedir. F-ölçütü, bir çift ölçüm yerine tek bir ölçüm kullanılmasından kaynaklanan uygunluk sorununu çözmeye çalışmaktadır. Kesinlik ve duyarlılığı tek bir ölçümde birleştirir. Daha spesifik olarak, F ölçütü, kesinlik ve duyarlılığın ağırlıklı harmonik ortalamasıdır (Japkowicz & Shah, 2011: 103). Modellerin F-ölçütü sonuçları %85.4 ile %96.7 arasında gerçekleşmiş olup, genel tahmin doğruluk sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Tablo 55'te yer alan son değerlendirme ölçütü, ROC alanıdır. Modellere ilişkin WEKA yazılımı tarafından elde edilen ROC alanı sonuçlarına bakıldığında en iyi performansı %99.2 ile RF modeli göstermiştir. Bunu sırasıyla %98.4 ile ANN modeli, %96.7 ile RBF ve LR modelleri, %96.5 ile K-NN modeli, %96.4 ile AdaBoost.M1 modeli, %96.1 ile BBN modeli, %95.5 ile CART modeli, %95.1 ile DT (J48) modeli, %91.9 ile NB modeli, %91.3 ile SVM modeli ve %90.3 ile DS modeli izlemiştir. RF modelinin ROC alanı değerleri açısından en iyi tahmin performansı gösterdiği görülmektedir.

Modellerin detaylı doğruluk sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, Rastgele Ormanlar (RF) modeli TP oranı, FP oranı, kesinlik, duyarlılık, F-ölçütü ve ROC alanı değerleri en anlamlı sonuçları vermiştir. FP oranı ölçütü en düşük olduğunda en anlamlıyken, diğer ölçütler en yüksek olduğundan en anlamlı sonuçları vermektedir. RF modeli, FP oranına bakıldığında %3.3 oranıyla en düşük değeri verirken; TP oranı, kesinlik, duyarlılık, F-ölçütü oranları %96.7 ve ROC alanı değeri %99.2 oranıyla en yüksek değeri vermiştir. RF modeli kurulan modeller arasında, diğer modellere göre daha üstün performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Modeller Tip I ve Tip II hata oranlarına göre değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 56'da sunulmuştur.

Tablo 56. Modellerin Tip I ve Tip II Hata Oranları

Sıra No	Model	Tip I Hata Oranı	Tip II Hata Oranı	Genel Hata Oranı
1	BBN	0.089	0.098	0.093
2	NB	0.137	0.156	0.146
3	LR	0.129	0.047	0.088
4	ANN	0.035	0.044	0.040
5	RBF	0.121	0.041	0.081
6	SVM	0.152	0.022	0.087
7	K-NN	0.027	0.045	0.036
8	AdaBoost.M1	0.147	0.029	0.088
9	DT	0.040	0.047	0.044
10	RF	0.035	0.032	0.033
11	DS	0.152	0.022	0.087
12	CART	0.059	0.059	0.059

Yöntemlerin performansı değerlendirilirken dikkate alınması gereken önemli hususlardan birisi de Tip I ve Tip II hata oranlarıdır. Olumlu dışı görüş türü, olumlu görüş türü olarak sınıflandırıldığında Tip I hata yapılır. Olumlu görüş türü, olumlu dışı görüş türü olarak sınıflandırıldığında Tip II hata yapılır. Tip I ve Tip II hataların maliyetleri farklıdır. Olumlu dışı görüş türünün olumlu görüş türü olarak sınıflandırılması, yanlış kararların alınmasına ve ciddi ekonomik zararlara neden olabilir. Olumlu görüş türünün olumlu dışı görüş türü olarak sınıflandırılması, ek araştırmalar yaparak zaman kaybına neden olabilir. Her model hem Tip I hem de Tip II hata oranlarını azaltmayı amaçlasa da, bir modelin Tip I hata oranının Tip II hata oranından daha düşük olması durumunda tercih edilebileceği varsayılmaktadır (Kirkos vd., 2007: 1.002). K-NN modeli, Tip I hata oranı

%2.7 ile en düşük oranı sunmaktadır. Bunu %3.5 ile RF ve ANN modelleri izlemektedir. SVM ve DS modelleri, Tip II hata oranı %2.2 ile en düşük oranı sunmaktadır. Bunu %2.9 ile AdaBoost.M1 modeli izlemektedir. Sonuçlar tüm modellerde Tip I hata ve Tip II hata sınıflandırma oranlarının sırasıyla %15.2 ve %15.6'nın altında olduğunu göstermektedir. RF modeli, genel hata oranı %3.3 ile en düşük oranı sunmaktadır. Bunu %3.6 ile K-NN modeli, %4 ile ANN modeli izlemektedir.

Karşılaştırma, K-NN sınıflandırma modelinin Tip I hata oranında, SVM ve DS sınıflandırma modellerinin Tip II hata oranında en iyi performansı göstermesine rağmen, RF sınıflandırma modelinin genel hata oranı açısından en iyi sınıflandırma sonucuna sahip olduğunu göstermektedir.

Tip I hata ve Tip II hata arasında hata maliyetleri açısından büyük fark vardır. Tip I hata, olumlu dışı görüş türünün olumlu görüş türü olarak yanlış sınıflandırılması anlamına gelmektedir. Tip II hata, olumlu görüş türünün olumlu dışı görüş türü olarak yanlış sınıflandırılması anlamına gelmektedir. Tip I hatalar, yatırımcılara ve alacaklılara kredilerini geri alamamaları veya piyasa değerindeki düşüş nedeniyle öz sermaye yatırımlarının azalması nedeniyle fiili ekonomik kayıplara neden olabilir. Ancak, Tip II hatalarda, aşırı ihtiyatlı yatırım kararları nedeniyle yatırım fırsatlarının kaybindan kaynaklanan fırsat maliyetleri dışında, hiçbir fiili kayıp bulunmamaktadır (Takahashi vd., 233:1984).

Modeller performans sonuçlarına göre değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 57'de sunulmuştur.

Tablo 57. Modellerin Performans Sonuçları

Sıra No	Yöntem	Kappa İstatistiği	MAE	RMSE	RAE (%)	RRSE (%)
1	BBN	0.813	0.105	0.277	21.00	55.37
2	NB	0.707	0.164	0.345	32.80	66.03
3	LR	0.824	0.125	0.253	25.01	50.57
4	ANN	0.921	0.043	0.187	8.69	37.42
5	RBF	0.838	0.141	0.250	28.19	50.00
6	SVM	0.934	0.103	0.179	20.54	35.89
7	K-NN	0.929	0.036	0.189	7.24	37.80
8	AdaBoost.M1	0.823	0.128	0.252	25.69	50.32
9	DT (J48)	0.913	0.057	0.205	11.42	40.94
10	RF	0.934	0.103	0.179	20.54	35.89
11	DS	0.827	0.153	0.276	30.50	55.25
12	CART	0.882	0.081	0.231	16.19	46.27

Tablo 57’de modellerin Kappa istatistiği, MAE, RMSE, RAE ve RRSE sonuçları verilmiştir. Kappa istatistiğine bakıldığında, en yüksek performansı 0.934 ile RF ve SVM modelleri göstermiştir. Bu modelleri sırasıyla, 0.929 ile K-NN modeli, 0.921 ile ANN modeli, 0.913 ile DT (J48) modeli, 0.882 ile CART modeli, 0.838 ile RBF modeli, 0.827 ile DS modeli, 0.824 ile LR modeli, 0.823 ile AdaBoost.M1 modeli, 0.813 ile BBN modeli, 0.707 ile NB modeli takip etmiştir. Kappa istatistiği sonuçlarının nasıl yorumlanacağına ilişkin Landis ve Koch tarafından değer aralıkları belirtilmiş olup aşağıdaki Tablo 58’de sunulmuştur.

Tablo 58. Kappa İstatistik Sonuçlarının Yorumlanması

Kappa İstatistik Değeri	Yorum
<0.00	Çok kötü
0.00-0.20	Kötü
0.21-0.40	Zayıf
0.41-0.60	Orta
0.61-0.80	İyi
0.81-1.00	Çok iyi (Mükemmel)

Kaynak: Landis & Koch: 1977: 165.

Yukarıdaki verilen tablodaki değerlere göre sonuçlar yorumlandığında BBN modeli iyi, diğer on bir modelin çok iyi performans gösterdiği görülmektedir.

Literatürde tespit edilen çalışmalar incelendiğinde, Stanisic vd. (2019) tarafından yapılan çalışma dışında Kappa istatistiğini dikkate alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu araştırmada Kappa istatistiği de dikkate alınarak sonuçları sunulmuştur.

MAE, RMSE, RAE ve RRSE değerleri sıfıra yaklaştıkça model performansının daha iyi olduğunu ifade etmektedir. MAE değerine göre en iyi performans gösteren model %3.6 ile K-NN modelidir. RMSE değerine göre en iyi performans gösteren modeller %17.9 ile RF ve SVM modelleridir. RAE değerine göre en iyi performans gösteren model %7.24 ile K-NN modelidir. RRSE değerine göre en iyi performans gösteren modeller %35.89 ile RF ve SVM modelleridir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzün hızla gelişen modern bilgi teknolojisi, sadece sosyal ve ekonomik faaliyetler üzerinde büyük bir etkiye sahip olmakla kalmamış, modern denetim teknolojisinin yenilenmesine de neden olmuştur. Modern denetimin gelişimine ayak uydurabilmek için denetçi, denetlenen işletmelerden toplanan büyük miktarda veriyi analiz etmek, işletmelerden toplanan işletme verilerinin özelliklerini çıkarmak ve etkin bir denetim için veri madenciliği yöntemlerini uygulamıştır. Bu, denetlenen işletmede herhangi bir anormallik olup olmadığına ışık tutabilir, modern denetimlerde kalite sorunlarının ve denetim risklerinin azaltılmasına yardımcı olabilir (Chen & Li, 2011: 1). Yeni teknolojiler arasında yer alan makine öğrenimi ve veri madenciliği, işletmelerin rekabet üstünlüğü sağlamasında önemli roller üstlenmektedir. Bağımsız denetim sektöründe başarıyı elde etmenin önemli noktalarından birisi de gelecekle ilgili tahminlerde bulunabilmektir. İşletmelerin gelecekle ilgili olarak güvenilir ve doğru bilgiler edinebilmesi, kendilerine önemli avantajlar sağlayacaktır. Bağımsız denetim işletmelerinde söz konusu teknolojilerle verileri doğru bir şekilde analiz etmek, verilerden anlamlı yapıları belirlemek, gelecekle ilgili planlar ve stratejik kararlar almak mümkündür. (Ersöz ve Çınar, 2021: 412).

Günümüzün rekabetçi dünyasında başarının anahtarı, zamanı ve maliyetleri azaltmak ve verimliliği artırmaktır. Denetim alanında da rekabet dünya çapında önemli ölçüde artmıştır. Bu rekabet ortamı, denetim şirketlerini etkinliklerini artırmanın yollarını aramaya zorlamıştır (Valipour vd., 2013: 14). İşletmenin paydaşları diyebileceğimiz çeşitli çıkar grupları, şirketle ilgili çeşitli kararları kendi çıkarları doğrultusunda almak zorundadır ve bunun için de güvenilir bilgiye ihtiyaç duymaktadırlar. Denetim raporları, finansal tablolardan alınan muhasebe bilgilerinin tamamlayıcısıdır. Bununla birlikte yönetim açıklamalarının güvenilirliğini artırmanın bir yolunu da sağlamaktadır. Bu nedenle, denetim raporları ve finansal tablo verilerinin birleşimi, birçok iş olayının iyi bir tahmincisi olabilir.

Bu çalışmanın temel amacı on iki farklı veri madenciliği yöntemi kullanılarak denetim görüş türünün tahmin edilmesi ve bu yöntemlerin performanslarının karşılaştırmalı olarak incelenmesidir. Çalışmaya ilişkin veri toplama sürecinde toplam BİST’de faaliyet gösteren şirket sayısı 651 adettir. Finansal tabloları ve bağımsız denetçi raporları 2009 yılından 2022 yılına kadar mevcut olmayan toplam 250 adet şirket ile mali kuruluşlar, aracı kurumlar, bankalar, holdingler ve yatırım şirketleri farklı raporlama

yapılarına sahip olması nedeniyle toplamda 240 adet şirket daha anlamlı sonuçlar elde etmek için örneklem dışı bırakılmıştır. Nihai örneklem 19 farklı sektörden 161 adet şirketi kapsamaktadır. Veri seti, 2010-2022 dönemi için BİST’de işlem gören şirketlerin 1.855 olumlu görüş, 238 olumlu dışı görüş olmak üzere toplamda 2.093 şirket-yıl gözlemini içermektedir. Olumlu dışı denetim görüşleri, 223 şartlı görüş, 15 görüş bildirmekten kaçınma görüşü olup, olumsuz denetim görüşü içeren denetim raporu bulunmamaktadır.

Toplam 2.093 gözlemin %59.87’si (1.253) dört büyük denetim şirketi tarafından denetlenirken, %40.13’ü (840) diğer denetim şirketleri tarafından denetlenmiştir. Dört büyük denetim şirketinin daha fazla (%63.07) olumlu görüş verdiği; dört büyük dışı denetim şirketinin daha fazla (%65.13) olumlu dışı görüş verdiği tespit edilmiştir. Dört büyük denetim şirketi tarafından verilen görüşlerin %93.38’i (1.170) olumlu görüş, %6.62’si (83) şartlı görüş olup, görüş bildirmekten kaçınma ve olumsuz görüş bulunmamaktadır. Dört büyük dışı denetim şirketi tarafından verilen görüşlerin %81.55’i (685) olumlu görüş, %16.67’si (140) şartlı görüş, %1.79’u (15) görüş bildirmekten kaçınma olup, olumsuz görüş bulunmamaktadır. Görüş bildirmekten kaçınma raporlarının tamamı dört büyük dışı denetim şirketi tarafından verildiği tespit edilmiştir. Önceki yılda olumlu denetim görüşü alan şirketlerin izleyen yılda %97.36’sı olumlu denetim görüşü almış; önceki yılda olumlu dışı denetim görüşü alan şirketlerin izleyen yılda %81.09’u olumlu dışı denetim görüşü almıştır. Olumlu denetim görüşü alan şirketlerin izleyen yıl olumlu denetim görüşü alma ihtimalinin yüksek olduğu, olumlu dışı denetim görüşü alan şirketlerin ise izleyen yıl olumlu dışı denetim görüşü alma ihtimalinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Veriler, Kamuyu Aydınlatma Platformu web sayfası, şirket web sayfaları, finansal raporlar, denetim raporları ve Finnet Stokeys Pro veri tabanı kaynaklarından elde edilmiştir. Toplamda yirmi sekiz finansal ve finansal olmayan bağımsız değişken kullanılmıştır. Sınıflandırma modelinin geliştirilmesi ve uygulanması WEKA yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Eğitim ve test aşamaları, katmanlı bir örneğe göre her yinelemede on eğitim verisinin seçildiği, seçilen sınıflandırıcı ile eğitildiği ve ardından seçilen test verileri üzerinde test edildiği 10 katlı çapraz doğrulama yoluyla gerçekleştirilmiştir.

Veri setinde bulunan aykırı değerleri ve uç değerleri tespit etmek için “Interquartile Range” filtresi uygulanmıştır. Bu filtre sonucunda 606 adet aykırı değer ve 468 adet uç değer veri setinden çıkarılarak 1.189 olumlu görüş ve 97 olumlu dışı görüş

olmak üzere toplamda 1.286 şirket-yıl gözlemi elde edilmiştir. İzleyen aşamada, veri dengesizliği sorununu gidermek için SMOTE (Sentetik Azınlık Örneklem Arttırma Yöntemi) filtresi uygulanmıştır. Bu filtre sonucunda olumlu dışı görüş gözlem sayısı 1.188 adede çıkarılmış olup, nihai gözlem sayısı 1.189 olumlu görüş ve 1.188 olumlu dışı görüş olmak üzere toplamda 2.377 şirket-yıl gözlemi elde edilmiştir.

Araştırmada Bayes İnanç Ağı, Naive Bayes, Lojistik Regresyon, Yapay Sinir Ağları, Radyal Tabanlı Fonksiyon, Destek Vektör Makineleri, K-En Yakın Komşu, AdaBoost.M1 Algoritması, Karar Ağaçları (J48), Rastgele Ormanlar, Karar Kütüğü ile Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı olmak üzere on iki farklı veri madenciliği sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Modellerin istatistiksel sonuçları tahmin doğruluğu, sınıflandırma matrisi, detaylı doğruluk sonuçları (TP Oranı, FP Oranı, Kesinlik, Duyarlılık, F-Ölçütü, ROC Alanı), Tip I hata, Tip II hata oranları ve performans sonuçları (Kappa istatistiği, MAE, RMSE, RAE, RRSE) ölçütleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.

Tahmin doğruluk performansı açısından %96.68 oranıyla en iyi performansı Rastgele Ormanlar modeli göstermiştir. Bu modeli sırasıyla, K-En yakın komşu %96.42, Yapay Sinir Ağları %96.05, Karar Ağaçları (J48) %95.62, Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı %94.11, Radyal Tabanlı Fonksiyon %91.88, Destek Vektör Makineleri %91.33, Karar Kütüğü %91.33, Lojistik Regresyon %91.21, AdaBoost.M1 Algoritması %91.17, Bayes İnanç Ağı %90.66 ve Naive Bayes %85.36 oranıyla izlemiştir. Araştırmada yer alan on iki modelin de %85 üzerinde tahmin doğruluk performansı gösterdiği tespit edilmiştir. Bu modellerin sonuçları, kamuya açık finansal tabloları ve bağımsız denetim raporu verilerini kullanarak denetim görüş türünün tespit edilmesinde potansiyel olduğunu göstermektedir.

Detaylı doğruluk sonuçları TP Oranı, FP Oranı, Kesinlik, Duyarlılık, F-Ölçütü ve ROC Alanı ölçütlerini içermektedir. İlgili ölçütlerde en iyi performansı sağlayan model Rastgele Ormanlar modeli olduğu tespit edilmiştir. Yanlış sınıflandırma maliyetlerinin hesaplanmasında Tip I ve Tip II hata kullanılmıştır. K-En yakın komşu modeli %2.7 ile Tip I hatada, Destek Vektör Makineleri ve Karar Kütüğü modelleri %2.2 ile Tip II hatada en iyi performansı göstermesine rağmen, Rastgele Ormanlar modeli %3.3 ile genel hata açısından en iyi sınıflandırma sonucunu verdiği tespit edilmiştir. Performans sonuçları Kappa istatistiği, MAE, RMSE, RAE ve RRSE ölçütlerine göre karşılaştırılmıştır. Kappa istatistiğine bakıldığında, en yüksek performansı 0.934 ile Rastgele Ormanlar ve Destek

Vektör Makineleri modelleri göstermiştir. MAE değerine göre en iyi performans gösteren model %3.6 ile K-En yakın komşu modelidir. RMSE değerine göre en iyi performans gösteren modeller %17.9 ile Rastgele Ormanlar ve Destek Vektör Makineleri modelleridir. RAE değerine göre en iyi performans gösteren model %7.24 ile K-En yakın komşu modelidir. RRSE değerine göre en iyi performans gösteren modeller %35.89 ile Rastgele Ormanlar ve Destek Vektör Makineleri modelleridir. Performans sonuçları Kappa istatistiği, MAE, RMSE, RAE ve RRSE ölçütlerine göre en iyi performans gösteren modeller Rastgele Ormanlar, K-En yakın komşu ve Destek Vektör Makineleri olduğu tespit edilmiştir. Değerlendirme ölçütleri içerisinde performans sonuçları ölçütlerini açıkça dâhil eden çok az çalışma vardır (Stanisic vd. 2019). Gelecekteki araştırmalar için, veri madenciliği yöntemlerinin denetim görüş tahminine uygulanmasına ilişkin performans değerlendirme ölçütlerini kapsamlı bir şekilde dikkate alması önerilmektedir.

Literatürde bildirilen denetim görüş tahmininde kullanılan yöntemler arasında en yüksek doğruluk tahmin performansını gösteren yöntemlere bakıldığında Karar ağaçları (Yaşar vd., 2015 (%98.2); Yaşar, 2016 (%88.8); Nawaiseh & Abbod, 2020 (%96.3)), Destek Vektör Makineleri (Doumpos vd., 2005 (%73); Nawaiseh vd., 2020 (%95.9); Saeedi, 2021 (%75.6)), Lojistik Regresyon (Laitinen & Laitinen, 1998 (%62); Spathis, 2003 (%78); Caramanis & Spathis, 2006 (%90)) ve Sinir Ağları (Gaganis vd., 2007a (%84); Pourheydari vd., 2012 (%88); Fernández-Gámez vd., 2016 (%98.1)) yöntemleri olduğu görülmektedir.

Çalışma kapsamında elde edilen bulgulara göre denetim görüş tahmininde en yüksek tahmin performansını karar ağaçları kategorisinde yer alan Rastgele Ormanlar yönteminin (%96.68) gösterdiği tespit edilmiştir. Tespit edilen bu sonucun karar ağaçları kategorisinde en iyi performansı gösteren yöntemler olması bakımından Yaşar vd. (2015), Yaşar (2016) ve Nawaiseh & Abbod (2020) tarafından yapılan çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür. Bu sonuçlardan hareketle, literatürde yapılan birçok çalışmayla benzer biçimde bu araştırmada kullanılan on iki modelin denetim görüş tahmininde başarılı bir şekilde performans gösterebileceği ifade edilebilir.

Denetim görüşlerini tahmin etmede kullanılan önceki model performanslarına bakıldığında, (Laitinen & Laitinen 1998 (%62); Spathis 2003 (%78); Spathis vd. 2003 (%78.83); Doumpos vd. 2005 (%73); Gaganis vd. 2007a (%84); Gaganis vd. 2007b (%72.20); Kirkos vd. 2007b (%82.22); Zarei vd. 2020 (%72.90) ve Saeedi 2021

(%75.60)) %85'in altında doğru sınıflandırma başarısı göstermektedir. Araştırmada kullanılan modellerin sağladığı genel doğru sınıflandırma performansları %85.36-%96.68 aralığında gerçekleştiğinden %85'in üzerindedir. Sınıflandırma doğruluğunun yüksek olması, araştırmada kullanılan modelin denetim görüşü türlerinin tahmin edilmesinde kullanışlılığını artırmaktadır.

Bağımsız denetim, finansal bilgilerin kalitesini garanti eden dış yönetim mekanizmalarının kimliğini temsil etmektedir. Bu nedenle bir denetçi raporu, finansal bilgilerin kullanılabilirliğini doğrulamak için makul bir araçtır. Olumlu bir denetim görüşü, finansal bilgileri kullanan birden fazla paydaş için bir güvence olabilirken, olumlu dışı bir denetim görüşü güvenlerini sarsabilecek olumsuz bir bilgi olabilir. Bağımsız denetim raporları, yatırımcıların ve krediörlerin karar vermesinde önemli ve özel bir rol oynadığından, denetim raporlarının olmadığı durumlarda veya şüphe durumunda, özellikle gelişmekte olan ekonomilerde, müşterinin finansal tablolarının durumunu kontrol etmek ve denetim raporlarının kalitesini kontrol etmek için veri madenciliği yöntemlerini kullanmaları tavsiye edilmektedir.

Çalışma kapsamında yapılan analizde kullanılan değişkenler, yalnızca kamuyu aydınlatma çerçevesinde paylaşılan bilgilerle sınırlıdır. Denetim şirketlerinin müşterisiyle ilgili kamuya açık olmayan bilgilere de erişebilme imkânları vardır. Tabii ki, daha fazla tahmin değişkeni ve daha ilgili veri arayışı devam eden bir süreçtir. Burada önerilen modeller, daha doğru bir model geliştirmek için mevcut spesifik bilgilerle desteklenebilir. Mesleki muhakeme, denetim görüşüne karar verme sürecinin doğasında vardır. Bu nedenle, modeller yalnızca karar vermeye yardımcıdır ve profesyonel muhakemenin yerini alması söz konusu değildir (Monroe & Teh, 1993: 105).

Türkiye'deki şirketler için denetim görüş türünü tahmin etmek için geliştirilen model sonuçları cesaret vericidir. Araştırmada kullanılan çerçeve tasarımı, hem iç hem de bağımsız denetçiler, muhasebeciler, hissedarlar, şirket yöneticileri, vergi otoriteleri ve diğer kamu kurumları, bireysel ve kurumsal yatırımcılar, borsalar, hukuk şirketleri, finansal analistler, kredi derecelendirme kuruluşları ve bankacılık sistemi için faydalı olabilir (Kirkos vd., 2007). Denetim raporlarını hazırlama sorumluluğu olan denetim mesleği açısından bu araştırma sonuçlarının faydalı olması umulmaktadır. Bu araştırma, denetim görüş türlerini tahmin etmek için on iki farklı veri madenciliği yönteminin performans sonuçlarını karşılaştırarak muhasebe ve denetim araştırmalarına katkıda

bulunması beklenmektedir. Geliştirilmiş yeni istatistiksel teknikler ve daha fazla sayıda değişken ile daha güçlü bir analitik araç geliştirmek mümkün olacaktır.

Bu çalışmada geliştirilen modeller, Monroe & Teh (1993) tarafından da ifade edildiği gibi denetçiler için potansiyel müşterileri değerlendirirken ve potansiyel denetim risklerini değerlendirirken bir karar destek aracı olarak kullanılabilir. Örneğin model, olumlu dışı denetim görüşü alma olasılığının olup olmadığını değerlendirmek için potansiyel bir müşterinin finansal tablolarına uygulanabilir. Muhtemel denetim görüşü, müşteri değerlendirme sürecinin bir parçası olarak düşünülebilir. Model, denetçinin planlama aşamasında olumlu dışı denetim görüşü alması muhtemel mevcut müşterileri belirlemek için kullanılabilir. BİST, SPK ve KGG gibi kurumlar tarafından şirket denetim raporlarının incelenmesinde de kullanılabilir. Model tarafından tahmin edilenden farklı bir denetim görüşü alan şirketler, adil raporlama soruşturmaları için hedef alınabilir. Diğer bir ifadeyle, modeller düzenleyici otoriteler tarafından “denetimin denetimi” yürütülürken tamamlayıcı bir “gözetim aracı” olarak kullanılabilir. Ayrıca model sonuçlarıyla, olumlu dışı denetim görüşlerinin hisse senedi fiyatları üzerindeki etkisi de incelenebilir.

Bu çalışmada geliştirilen modeller, bir denetçi tarafından hazırlanan denetim raporu türünü tahmin etmek için kullanılabilir (Dopuch vd., 1987). Ek olarak denetçiler, yeni müşterileri değerlendirirken, davalarda savunma olarak ve benzeri durumlarda kendi denetim çalışmalarını (Laitinen & Laitinen 1998) veya meslektaşlarının denetim çalışmalarını gözden geçirmelerine yardımcı olmak için modelleri kullanabilirler (Saeedi, 2022). Burada sunulan çerçeve, dünya çapındaki denetim ve finans uzmanları tarafından denetim planlama ve risk değerlendirme sürecine yardımcı olacak tahmine dayalı modelleri geliştirmek ve test etmek için kullanılabilir. Bell ve Tabor (1991), denetçilerin modellerin sonuçlarını, kabul edilebilir bir denetim riski düzeyine ulaşmak için uygulanabilecek özel denetim prosedürlerini planlamak için kullanabileceğine işaret etmektedir. Kleinman & Anandarajan (1999), bu modellerin aynı zamanda bir denetim sürecinin son aşamasında veya gözden geçirme aşamasında bir kalite kontrol aracı olarak da kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Bu çalışma, bağımsız denetim görüş türünü tahmin etmeye yönelik kapsamlı bir veri madenciliği sınıflandırma araştırması olması nedeniyle özgün bir çalışmadır. Bu çalışmanın bağımsız denetim sektörüne yönelik WEKA yazılımında on iki farklı veri madenciliği yöntemi analiz edilerek, tahmine dayalı modellerin performanslarının

karşılaştırılması ile ilgili literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. Bununla birlikte çalışmanın günümüz iş problemlerinin çözümünde, iş geliştirmede yardımcı olan veri madenciliğinin daha net bir şekilde tanımlanmasında yol göstereceği düşünülmektedir. Gelecekte bu alanda yapılacak araştırmalara ışık tutması beklenmektedir.

Gelecekteki araştırmalar, denetim görüş türünü tahmin etmek için alternatif diğer veri madenciliği veya derin öğrenme yöntemlerine odaklanabilir. Ayrıca, modeller entegre bir modelde birleştirilerek hibrit modeller geliştirilebilir. İkincisi, finansal ve finansal olmayan değişkenler genişletilebilir ve sonuçlar bu çalışmanın sonuçlarıyla karşılaştırılabilir. Son olarak, farklı veri madenciliği yazılımları kullanılarak (Pyton, R, Orange, Rapidminer, Knime vb.) sonuçlar değerlendirilebilir.



KAYNAKÇA

- 3568 Sayılı Serbest Muhasebeci ve Mali Müşavirlik ve Yeminli Mali Müşavirlik Kanunu. (1989). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.3568.pdf> (Erişim Tarihi: 18.06.2021).
- 5411 Sayılı Bankacılık Kanunu. (2005). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5411.pdf> (Erişim Tarihi: 10.07.2021).
- 5684 Sayılı Sigortacılık Kanunu. (2007). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5684&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> (Erişim Tarihi: 07.01.2022).
- 6102 sayılı Türk Ticaret Kanunu. (2011). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6102.pdf> (Erişim Tarihi: 06.02.2022).
- 6362 Sayılı Sermaye Piyasası Kanunu. (2012). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6362.pdf> (Erişim Tarihi: 20.09.2021).
- AAA (American Accounting Association). (1972). Report of the Committee on Basic Auditing Concepts, *The Accounting Review*, Vol. 47.
- Ababaei, B., Sohrabi, T., & Mirzaei, F. (2012). Assessment of Radial Basis and Generalized Regression Neural Networks in Daily Reservoir Inflow Simulation. *Elixir Comp. Sci. & Engg*, 42, 6074-6077.
- ACFE (2020). *Report to The Nations: 2020 Global Study on Occupational Fraud and Abuse*. <https://legacy.acfe.com/report-to-the-nations/2020/> (Erişim Tarihi: 05.06.2022).
- Adiloglu, B., & Vuran, B. (2017). Identification of Key Performance Indicators of Auditor's Reports: Evidence from Borsa Istanbul (BIST). *PressAcademia Procedia*, 3(1), 854-859.
- Akçay, A. (2014). *Bilgi ve Belge Yönetiminde Veri Madenciliği*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Akdoğan, N. (2020). Borsa İstanbul BİST Şirketlerinin 2017 ve 2018 Yıllarındaki Denetim Görüşleri İle Bağımsız Denetçi Raporlarında Verilen Görüşün Dayanağının İncelenmesine Yönelik Bir Araştırma. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 19(59), 1-18.
- Akpınar, H. (2000). Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 29(1), 1-22.
- Akpınar, H. (2020). Veri Madenciliği. İçinde; *Yönetim Bilişim Sistemleri* (Ed: Ü. Özen), ss. 278-300. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayını.
- Aktaş, R., Doğanay, M. M. ve Yıldız, B. (2003). Mali Başarısızlığın Öngörülmesi: İstatistiksel Yöntemler ve Yapay Sinir Ağı Karşılaştırılması. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 58(4), 1-24.
- Alagöz, A., Öge, S. ve Ortakarpuz, M. (2014). Bir Kurumsal Zekâ Teknolojisi Olarak Veri Madenciliği ile Muhasebe Bilgi Sistemi İlişkisi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 31(1), 1-21.
- Alkan, M. A. (2018). "Makine Öğrenimi Nedir?", <https://www.endustri40.com/makine-ogrenimi-nedir/> (Erişim Tarihi: 09.06.2022).
- Altexsoft. (2021). "Data Science vs Machine Learning vs AI vs Deep Learning vs Data Mining: Know the Differences", <https://www.altexsoft.com/blog/data-science-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning-data-mining/> (Erişim Tarihi: 13.10.2021).
- Altunkaynak, B. (2017). *Veri Madenciliği Yöntemleri ve R Uygulamaları*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Amani, F. A., & Fadlalla, A. M. (2017). Data mining applications in accounting: A review of the literature and organizing framework. *International Journal of Accounting Information Systems*, 24, 32-58.

- Arens, A. A., Elder, R. J., & Beasley, M. S. (2012). *Auditing and Assurance Services: An Integrated Approach*. (14th ed.). England: Pearson
- Ata, H. A., & Seyrek, I. H. (2009). The Use of Data Mining Techniques in Detecting Fraudulent Financial Statements: An Application on Manufacturing Firms. *Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences*, 14(2). 157-170.
- Ayboğa, M. H. (2022). İşletmelerde Yaşanan Muhasebe Skandallarının Önlenmesinde Alınan Denetim Tedbirleri. *Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 39(17), 39-68.
- Aytuğ, O. (2015). Şirket iflaslarının tahminlenmesinde karar ağacı algoritmalarının karşılaştırmalı başarımlar analizi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 8(1).
- Bağımsız Denetime Tabi Şirketlerin Belirlenmesine Dair Karar. (2022). T.C. Resmi Gazete 32029 (Sayı: 6434). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/11/20221130-14.pdf>
- Baldwin, A. A., Brown, C. E., & Trinkle, B. S. (2006). Opportunities for artificial intelligence development in the accounting domain: the case for auditing. *Intelligent Systems in Accounting, Finance & Management: International Journal*, 14(3), 77-86.
- Başpınar, A. (2005). Türkiye’de ve Dünyada Denetim Standartlarının Oluşumuna Genel Bir Bakış. *Maliye Dergisi*, 148, 35-62.
- Baykal, A. (2006). Veri Madenciliği Uygulama Alanları. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (7), 95-107.
- BDS 700. (2019). *Finansal Tablolara İlişkin Görüş Oluşturma ve Raporlama*. [https://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/Duyurular/v2/BDS/BDS%20700\(2\).pdf](https://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/Duyurular/v2/BDS/BDS%20700(2).pdf) (Erişim Tarihi: 10.08.2021).
- Bell, T. B., & Tabor, R. H. (1991). Empirical analysis of audit uncertainty qualifications. *Journal of Accounting Research*, 29(2), 350-370.
- Bergstra, J., & Bengio, Y. (2012). Random Search For Hyper-parameter Optimization. *Journal of machine learning research*, 13(2). 281-305.
- Bezirci, M. ve Karasioğlu, F. (2011). Türkiye’de Denetimin Tarihsel Gelişimi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 11(21), 571-592.
- Bigdatapath. (2017). “The History Of Data Mining”, <https://bigdatapath.wordpress.com/2017/06/22/the-history-of-data-mining/> (Erişim Tarihi: 29.11.2023).
- Bouckaert, R. R., Frank, E., Hall, M. A., Holmes, G., Pfahringer, B., Reutemann, P., & Witten, I. H. (2010). WEKA - Experiences With a Java Open-Source Project. *The Journal of Machine Learning Research*, 11(87), 2533-2541.
- Bozkurt, N. (2012). *TÜRMOB Bağımsız Denetim Eğitimi Ders Notları*. Ankara: TÜRMOB Yayınları.
- Bozkurt, N. (2018). *Muhasebe Denetimi*. İstanbul: Alfa Yayınları.
- Braga, A., Carvalho, A. C., Ludermir, T., Almeida, M., & Lacerda, E. (2002). Radial Basis Functions Networks. *Modelling and Forecasting Financial Data: Techniques of Nonlinear Dynamics*, 2, 159-178.
- Bramer, M. (2016). *Data For Data Mining*. In Principles of data mining. Springer, London.
- Bulutistan, (2023). “Veri Madenciliği (Data Mining) Nedir? Nasıl Yapılır?”, <https://bulutistan.com/blog/veri-madenciligi-data-mining-nedir-nasil-yapilir/> (Erişim Tarihi: 04.12.2023).
- Büyüktanır, T., & Toraman, T. (2020). Auditor's Opinions Prediction with Machine Learning Algorithms. In *2020 28th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, IEEE, 1-4.

- Calderon, T. G., & Cheh, J. J. (2002). A roadmap for future neural networks research in auditing and risk assessment. *International Journal of Accounting Information Systems*, 3(4), 203-236.
- Caramanis, C., & Spathis, C. (2006). Auditee and audit firm characteristics as determinants of audit qualifications: Evidence from the Athens stock exchange. *Managerial Auditing Journal*, 21(9), 905-920.
- Cecchini, M., Aytug, H., Koehler, G. J., & Pathak, P. (2010). Detecting management fraud in public companies. *Management Science*, 56(7), 1146-1160.
- Ceyhan, İ. F. (2014). *Bağımsız denetim kalitesini artırıcı bir yöntem olarak veri madenciliği: Borsa İstanbul uygulaması*. Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi.
- Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., & Wirth, R. (2000). CRISP-DM 1.0: Step-by-step Data Mining Guide. *SPSS inc*, 9(13), 1-73.
- Chawla, N. V., Bowyer, K. W., Hall, L. O., & Kegelmeyer, W. P. (2002). SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique. *Journal of artificial intelligence research*, 16, 321-357.
- CNCC. (2023). www.cncc.fr (Erişim Tarihi: 23.06.2023).
- Cohen, J. (1960). A Coefficient of Agreement For Nominal Scales. *Educational and psychological measurement*, 20(1), 37-46.
- Cohen, J. (1968). Weighted Kappa: Nominal Scale Agreement Provision for Scaled Disagreement or Partial Credit. *Psychological Bulletin*, 70(4), 213.
- Coşkun, A., Güner, M. ve Okudan, F. (2013). *Kamu Gözetimi Muhasebe ve Denetim Standartları Kurumu Geçiş Dönemi Eğitimi Notları*. İstanbul: Fatih Üniversitesi.
- Coşkun, C. ve Baykal, A. (2011). Veri Madenciliğinde Sınıflandırma Algoritmalarının Bir Örnek Üzerinde Karşılaştırılması. *Akademik Bilişim*, 11, 51-58.
- Cömert, N., ve Kaymaz, M. (2020). Araç Sigortası Hilelerinde Veri Madenciliğinin Kullanımı. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 41(2), 364-390.
- Cronje, C. (2014). Corporate Accounting Scandals. *Word and Action, Woord en Daad*, 53(423), 15-17.
- Çarıkçıoğlu, P. (1995). Türkiye’de Muhasebe Denetiminin Gelişimi. *I. Türkiye Muhasebe ve Denetim Sempozyumu, İSMMMÖ Yayın*, 16.
- Çelen, E. (2001). Bağımsız Denetimin Önemi, Yararları ve Kamuyu Aydınlatma İlkesi. *Mali Çözüm Dergisi*, 55, 29-34.
- Dabbağöğlu, K. ve Can, G. (2018). *Bağımsız Denetim*. Konya: Eğitim Yayınevi.
- Dabbağöğlu, K. (1998). *Bağımsız Muhasebe Denetimi ve Türkiye’deki Durum*. (Yüksek lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Daniel Zdolšek, D., Jagrič, T., & Odar, M. (2015). Identification of auditor’s report qualifications: an empirical analysis for Slovenia. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 28(1), 994-1005.
- Dasgupta, H. (2017). Data Mining and Statistics: Tools for Decision Making in the Age of Big Data. In *Handbook of Research on Advanced Data Mining Techniques and Applications for Business Intelligence*, IGI Global, 15-33.
- DeAngelo, L. E. (1981). Auditor size and audit quality. *Journal of accounting and economics*, 3(3), 183-199.
- Diñç, Y., ve Cengiz, S. (2014). Muhasebe Denetiminde Hata ve Hilenin Denetçi Etiği Açısından İncelenmesi: Enron Skandalı Örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 221-236.
- Ding, K., Lev, B., Peng, X., Sun, T., & Vasarhelyi, M. A. (2020). Machine Learning Improves Accounting Estimates: Evidence From Insurance Payments. *Review of Accounting Studies*, 25(3), 1098-1134.

- Dopuch, N., Holthausen, R. W., & Leftwich, R. W. (1987). Predicting audit qualifications with financial and market variables. *Accounting Review*, 62(3), 431-454.
- Doumpos, M., Gaganis, C., & Pasiouras, F. (2005). Explaining qualifications in audit reports using a support vector machine methodology. *Intelligent Systems in Accounting, Finance & Management: International Journal*, 13(4), 197-215.
- Dönmez, A., Berberoğlu, P. B. ve Ersoy, A. (2005). Ülkemiz Bağımsız Dış Denetim Standartlarının ABD Genel Kabul Görmüş Denetim Standartları - AB Sekizinci Yönergesi ve Uluslararası Denetim Standartlarıyla Karşılaştırılması. *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(9), 52-78.
- Duman, Ö. (2008). *Muhasebe Denetimi ve Raporlama*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Dutta, I., Dutta, S., & Raahemi, B. (2017). Detecting Financial Restatements Using Data Mining Techniques. *Expert Systems with Applications*, 90, 374-393.
- Elitaş, C. (2011). *Muhasebe Denetiminde Çalışma Kâğıtları*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Emre, İ. E., & Erol, Ç. S. (2017). Veri Analizinde İstatistik mi Veri Madenciliği mi?. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(2), 161-167.
- EPDK (2021). www.epdk.gov.tr (Erişim Tarihi: 23.12.2021).
- Ersöz, F. ve Çınar, Y. (2021). Veri Madenciliği ve Makine Öğrenimi Yaklaşımlarının Karşılaştırılması: Tekstil Sektöründe bir Uygulama. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 29, 397-414.
- Ertas, A., ve Kandemir, T. (2020). Bağımsız Denetim Kapsamında Türkiye’de Yapılan Yasal Düzenlemelerin Bağımsız Denetim Üzerine Etkileri. *Muhasebe ve Denetim Bakış*, 20(61), 83-104.
- Exastax. (2017a). “The History Of Data Mining”, <https://www.exastax.com/big-data/the-history-of-data-mining/> (Erişim Tarihi: 10.07.2021).
- Exastax. (2017b). “The Difference Between AI and Machine Learning”, <https://www.exastax.com/machine-learning/the-difference-between-ai-machine-learning/> (Erişim Tarihi: 12.07.2021).
- FASB (2023). www.fasb.org (Erişim Tarihi: 14.08.2023).
- Fawcett, T. (2006). An introduction to ROC analysis. *Pattern recognition letters*, 27(8), 861-874.
- Fayyad, U. M., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). Knowledge Discovery and Data Mining: Towards a Unifying Framework. *In KDD*, 82-88.
- Fernández-Gámez, M. A., García-Lagos, F., & Sánchez-Serrano, J. R. (2016). Integrating corporate governance and financial variables for the identification of qualified audit opinions with neural networks. *Neural Computing and Applications*, 27(5), 1427-1444.
- Fleiss, J. L., Cohen, J., & Everitt, B. S. (1969). Large Sample Standard Errors Of Kappa and Weighted Kappa. *Psychological Bulletin*, 72(5), 323-327.
- Frank, E., Hall, M., Holmes, G., Kirkby, R., Pfahringer, B., Witten, I. H., & Trigg, L. (2009). Weka-a Machine Learning Workbench For Data Mining. *In Data Mining and Knowledge Discovery Handbook* (pp. 1269-1277). Springer, Boston, MA.
- Gaganis, C., & Pasiouras, F. (2006). Auditing models for the detection of qualified audit opinions in the UK public services sector. *International Journal of Accounting, Auditing and Performance Evaluation*, 3(4), 471-493.
- Gaganis, C., Pasiouras, F., & Doumpos, M. (2007a). Probabilistic neural networks for the identification of qualified audit opinions. *Expert Systems with Applications*, 32(1), 114-124.
- Gaganis, C., Pasiouras, F., Spathis, C., & Zopounidis, C. (2007b). A comparison of nearest neighbours, discriminant and logit models for auditing decisions. *Intelligent*

- Systems in Accounting, Finance & Management: International Journal*, 15(1- 2), 23-40.
- Galdi, P., & Tagliaferri, R. (2018). Data Mining: Accuracy and Error Measures For Classification and Prediction. *Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology*, 1, 431-436.
- Giroux, G. (2008). What went wrong? Accounting Fraud and Lessons from the Recent Scandals. *Social research*, 75(4), 1205-1238.
- Gorunescu, F. (2011). *Data Mining: Concepts, Models and Techniques* (Vol. 12). Springer Science & Business Media.
- Gray, G. L., & Debreceeny, R. S. (2014). A taxonomy to guide research on the application of data mining to fraud detection in financial statement audits. *International Journal of Accounting Information Systems*, 15(4), 357-380.
- Grogan, M. (2020). "Classification of Hotel Cancellations Using KNN and SMOTE", <https://towardsdatascience.com/classification-of-hotel-cancellations-using-knn-and-smote-3290cc87e74d> (Erişim Tarihi: 06.08.2022).
- Gtech. (2020). "Veri Madenciligi Nedir ve Nasıl Yapılır?", <https://www.gtech.com.tr/veri-madenciligi-nedir-ve-nasil-yapilir/> (Erişim Tarihi: 08.10.2021).
- Gücenme, Ü. (2004). *Muhasebe Denetimi*. İstanbul: Aktüel Yayınları.
- Gürbüz, H. (1990). *Muhasebe Denetimi*. (3. Baskı). İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim ve Yardım Vakfı.
- Güredin, E. (2000). *Denetim*. (10. Baskı). İstanbul: Beta Basım Yayım.
- Güvemli, O., ve Güvemli, B. (2015). Türk Ticaret Kanunlarının Türk Muhasebe Düşüncesinin Gelişmesindeki Etkileri. *Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi*, 8, 26-50.
- Haftacı, V. (2014). *Bağımsız Denetim*. (3. Baskı). Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- Hall, M., Frank, E., Holmes, G., Pfahringer, B., Reutemann, P., & Witten, I. H. (2009). The WEKA Data Mining Software: an Update. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 11(1), 10-18.
- Han, J., & Kamber, M. (2006). *Data Mining: Concepts and Techniques*, 2nd. University of Illinois at Urbana Champaign: Morgan Kaufmann.
- HMB (2019). Mali Tablo Hazırlama Rehberi, <https://ms.hmb.gov.tr/uploads/sites/2019/04> (Erişim Tarihi: 16.04.2024).
- HUD (Hesap Uzmanları Derneği). (2013). *Denetim İlke ve Esasları*. (5. Baskı). Ankara: Maliye Hesap Uzmanları Derneği Yayınları.
- IFAC. (2022). www.ifac.org (Erişim Tarihi: 23.12.2022).
- İpek, H. <https://www.linkedin.com/in/h%C3%BCseyin-ipek-21130b204/recent-activity/all/> (Erişim Tarihi: 31.01.2024).
- Japkowicz, N., & Shah, M. (2011). *Evaluating learning algorithms: a classification perspective*. Cambridge University Press.
- Kadyan, R., Arora, N., & Chhabra, P. (2012). An Overview Of Data Mining. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 3(11), 1-7.
- Karal, Ö. (2018). Radyal Tabanlı Fonksiyon Ağlarını Kullanarak EKG Sinyallerinin Sıkıştırılması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 503-513.
- Karanfiloğlu, A. Y. (1999). Muhasebe Denetimi Kavram İlke ve Yöntemleri. *Sayıştay Dergisi*, 35, 28-37.
- Kaval, H. (2003). *Muhasebe Denetimi*, Ankara: Akademik Denetim ve Danışmanlık Yeminli Mali Müşavirlik A.ř.
- Kaval, H. (2008). *Muhasebe Denetimi: Uluslararası Finansal Raporlama Standartları Uygulama Örnekleri İle*. (3. Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi.

- Kavut, L., Taş, O., ve Şavlı, T. (2009). *Uluslararası Denetim Standartları Kapsamında Bağımsız Denetim*. İstanbul: İstanbul Serbest Muhasebeci Mali Müşavirler Odası Yayınları.
- Kaya, M., ve Özel, S. A. (2014). Açık Kaynak Kodlu Veri Madenciliği Yazılımlarının Karşılaştırılması. *XVI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, 1-8.
- Keasey, K., Watson, R., & Wynarczyk, P. (1988). The small company audit qualification: a preliminary investigation. *Accounting and Business Research*, 18(72), 323-334.
- Kepekçi, C. (1998). *Bağımsız Denetim*. (3. Baskı). Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Kepekçi, C. (2004). *Bağımsız Denetim*. Ankara: Avcıol Basım Yayın.
- Kepekçi, C. ve Sürmeli, F. (1988). *Muhasebe Denetimi ve Mali Analiz*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayınları.
- KGK (2012). *Bağımsız Denetim Yönetmeliği*. <https://kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/Duyurular/v2/Mevzuat/BDY/Guncel%20BDY%202020.pdf> (Erişim Tarihi: 07.05.2021).
- KGK (2018). *Finansal Raporlamaya İlişkin Kavramsal Çerçeve*. <https://kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/Duyurular/v2/TFRS/Finansal%20Raporlamaya%20%C4%B0li%C5%9Fkin%20Kavramsal%20%C3%87er%C3%A7eve%20.pdf> (Erişim tarihi: 07.04.2021).
- KGK (2019). *Finansal Tablo Örnekleri ve Kullanım Rehberi*, <https://www.kgk.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 16.04.2023).
- KGK (2019). *Türkiye Denetim Standartları*. https://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/Duyurular/v2/TDS/Bilgi_Notu_09_05_2019.pdf (Erişim Tarihi: 14.08.2021).
- Kılıç, İ. ve Önal, S. (2022). Finansal Hilelerin Tespit Edilmesinde Kullanılan Veri Madenciliği Yöntemleri ve Borsa İstanbul'da Bir Uygulama. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 22(67), 181-208.
- Kırda, K. ve Özçelik, M. K. (2021). Finansal Tablo Hilesi Riski Taşıyan Şirketlerin Veri Madenciliği ile Belirlenmesi. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*. 14(2), 609-639.
- Kirkos, E., Spathis, C., & Manolopoulos, Y. (2007a). Data mining techniques for the detection of fraudulent financial statements. *Expert systems with applications*, 32(4), 995-1003.
- Kirkos, E., Spathis, C., & Manolopoulos, Y. (2008). Applying data mining methodologies for auditor selection. In *Proceedings 11th Pan-Hellenic Conference in Informatics (PCI)*, 165-178.
- Kirkos, E., Spathis, C., Nanopoulos, A., & Manolopoulos, Y. (2007b). Identifying qualified auditors' opinions: a data mining approach. *Journal of Emerging technologies in Accounting*, 4(1), 183-197.
- Kleinman, G., & Anandarajan, A. (1999). The usefulness of off- balance sheet variables as predictors of auditors' going concern opinions: an empirical analysis. *Managerial Auditing Journal*, 14(6), 273-285.
- Kohavi, R. (1995). A Study Of Cross-validation and Bootstrap For Accuracy Estimation and Model Selection. In *Ijcai*, 14(2), 1137-1145.
- Koskivaara, E. (2004). Artificial neural networks in analytical review procedures. *Managerial Auditing Journal*. 19(2), 191-223.
- Koskivaara, E., & Back, B. (2007). Artificial neural network assistant (ANNA) for continuous auditing and monitoring of financial data. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 4(1), 29-45.
- Kula, V. (2018). *Bilanço Eşitliği Temelinde Genel Muhasebe*. (5. Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi.

- Kumar, A. S., & Wahidabanu, R. S. D. (2009). Data Mining Association Rules for Making Knowledgeable Decisions. In *Data Mining Applications for Empowering Knowledge Societies*, IGI Global, 43-53.
- Kutukız, D., ve Öncü, A. (2009). Bağımsız Denetimin Anonim Ortaklıklarda Kurumsal Yönetimin Gelişmesine Etkisi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 41, 131-139.
- Kwak, W., Shi, Y., & Lee, C. F. (2021). Data mining applications in accounting and finance context. In *handbook of financial econometrics, mathematics, statistics, and machine learning*, 823-857.
- Laitinen, E. K., & Laitinen, T. (1998). Qualified audit reports in Finland: Evidence from large companies. *European Accounting Review*, 7(4), 639-653.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics*, 33(1), 159-174.
- Larose, D. T. (2005). *Discovering Knowledge in Data: an Introduction to Data Mining*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Lezki, Ş. (2019). Temel Kavramlar. İçinde; *Veri Madenciliği* (Ed: F. Er), ss. 2-31. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Li, R. (2016). "History Of Data Mining", <https://www.kdnuggets.com/2016/06/rayli-history-data-mining.html> (Erişim Tarihi: 20.07.2022).
- Mat, M., & Önal, S. (2019). Bağımsız Denetim Raporlarında Denetim Görüşünü Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Borsa İstanbul İmalat Sanayi Sektörü Şirketleri Üzerine Bir Uygulama. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 21(3), 733-760.
- Nawaiseh, A. K., & Abbod, M. F. (2020). Financial Statement Audit Utilising Naive Bayes Networks, Decision Trees, Linear Discriminant Analysis and Logistic Regression. In *International Conference on Business and Technology* (pp. 1305-1320). Springer, Cham.
- Nawaiseh, A. K., Abbod, M. F., & Itagaki, T. (2020). Financial Statement Audit using Support Vector Machines, Artificial Neural Networks and K-Nearest Neighbor: An Empirical Study of UK and Ireland. *International Journal of Simulation Systems, Science & Technology*, 21(2), 1-6.
- Ozdogoglu, G., Ozdogoglu, A., Gumus, Y., & Kurt Gumus, G. (2017). The application of data mining techniques in manipulated financial statement classification: the case of Turkey. *Journal of AI and Data Mining*, 5(1), 67-77.
- Özcan, A. (2016). Determining factors affecting audit opinion: Evidence from Turkey. *International Journal of Accounting and Financial Reporting*, 6(2), 45-62.
- Pazarçeviren, S. Y., Ümmügülsüm, Zor, ve Gürbüz, F. (2015). İş Zekâsı: Kavramsal Çerçeve, Bileşenler ve İşleyiş. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 75-91.
- Pirgaip, B. (2004). *Sermaye Piyasasında Bağımsız Denetim Standartlarının Uluslararası Denetim Standartları ile Harmonizasyonu*. SPK Yeterlilik Etüdü, Ankara.
- Pourheydari, O., Nezamabadi-Pour, H., & Aazami, Z. (2012). Identifying qualified audit opinions by artificial neural networks. *African Journal of Business Management*, 6(44), 11077-11087.
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). *Data Science for Business: What You Need to Know About Data Mining and Data-analytic Thinking*. O'Reilly Media Inc.
- Ramasubramanian, K., & Singh, A. (2017). *Machine Learning Using R*. Apress, Berkeley, CA.
- Ravisankar, P., Ravi, V., Rao, G. R., & Bose, I. (2011). Detection of financial statement fraud and feature selection using data mining techniques. *Decision support systems*, 50(2), 491-500.

- Rezaee, Z., & Riley, R. (2009). *Financial Statement Fraud: Prevention and Detection*. (Second Edition). John Wiley & Sons.
- Rinat, S. (2020). *The Anatomy of Fraud*. <https://pragermetis.com/insights/anatomy-fraud-insights-2020-acfe-global-study-occupational-fraud/> (Erişim Tarihi: 03.04.2022).
- Rodrigues, É. O., Pinheiro, V. H. A., Liatsis, P., & Conci, A. (2017). Machine learning in the prediction of cardiac epicardial and mediastinal fat volumes. *Computers in biology and medicine*, 89, 520-529.
- Saeedi, A. (2021). Audit Opinion Prediction: A Comparison of Data Mining Techniques. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 18(2), 125-147.
- Sağlar, J. (2015). *Türkiye’de Mevzuat Açısından Bağımsız Denetime Bakış*. Adana: Karahan Kitabevi.
- Saif, S. M., Sarikhani, M., & Ebrahimi, F. (2012). Finding rules for audit opinions prediction through data mining methods. *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, 1(2), 28-36.
- Sakin, İ. (2019). *Bağımsız denetim görüşünü etkileyen faktörlerin tespiti: Borsa İstanbul’a kayıtlı işletmeler üzerine bir uygulama*. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Sarbanes-Oxley Act. (2002). https://pcaobus.org/About/History/Documents/PDFs/Sarbanes_Oxley_Act_of_2002.pdf (Erişim tarihi: 01.06.2021).
- Savaş, S. (2020). “Veri Madenciliğinin Tarihi ve Kullanıldığı Alanlar”, <https://medium.com/veri-madencili%C4%9Fi/veri-madencili%C4%9Finin-tarihi-ve-kullan%C4%B1d%C4%B1%C4%9F%C4%B1-alanlar-19a1896c1505> (Erişim Tarihi: 02.12.2023).
- Savaş, S., Topaloğlu, N., ve Yılmaz, M. (2012). Veri Madenciliği ve Türkiye’deki Uygulama Örnekleri. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(21), 1-23.
- Schumacher, D. (2023). “Understanding Decision Stump: Definition, Explanations, Examples & Code”, <https://serp.ai/decision-stump/> (Erişim Tarihi:07.03.2024).
- Selimoğlu, S. K. (1999). Faaliyet Denetimi. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakóltesi Dergisi*, 15(1), 193-206.
- Selimoğlu, S. K. (2007). Halka Açık Sigorta şirketlerinde Bağımsız Denetim Olgusu ve Türkiye’deki Yasal Düzenlemeler. *Mali Çözüm Dergisi*, 79, 31-44.
- Selimoğlu, S. K., Özbirecikli, M., Uzay, ř., Kurt, G., Alagoz, A., ve Yanık, S. (2014). *Muhasebe Denetimi*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Selimoğlu, S. K., ve Göktepe, H. (2007). Türk Ticaret Kanunu Tasarısındaki Bağımsız Denetimle İlgili Yeni Düzenlemeler. *Mali Çözüm Dergisi*, 81, 17-43.
- Sevim ř. (1990). Muhasebe Raporlarının Yasal Denetimini Yürütmekten Sorumlu Kişilere Yetki Verilmesine Yönelik AT Sekizinci Yönergesinde Belirtilen Mesleki Standartlar ile 3568 Sayılı Yasa ve ilgili Mevzuattaki Mesleki Standartların Karşılaştırılması. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakóltesi Dergisi*, 8(1), 197-214.
- Shafiq, M., Tian, Z., Bashir, A. K., Jolfaei, A., & Yu, X. (2020). Data Mining and Machine Learning Methods for Sustainable Smart Cities Traffic Classification: A Survey. *Sustainable Cities and Society*, 60, 102177.
- Sharma, A., & Panigrahi, P. K. (2012). A Review of Financial Accounting Fraud Detection Based on Data Mining Techniques. *International Journal of Computer Applications*, 39(1), 37-47.

- Sharma, T. C., & Jain, M. (2013). WEKA Approach For Comparative Study of Classification Algorithm. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 2(4), 1925-1931.
- Sherarer, C. (2000). The CRISP-DM Model: The New Blueprint for Data Mining. *Journal of Data Warehousing*, 5(4), 13-22.
- Sorkun, M. C., & Toraman, T. (2017). Fraud detection on financial statements using data mining techniques. *Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 5(3), 132-134.
- Spathis, C. T. (2003). Audit qualification, firm litigation, and financial information: an empirical analysis in Greece. *International Journal of Auditing*, 7(1), 71-85.
- Spathis, C., Doumpos, M., & Zopounidis, C. (2003). Using client performance measures to identify pre-engagement factors associated with qualified audit reports in Greece. *The International Journal of Accounting*, 38(3), 267-284.
- SPK. (2006). *Sermaye Piyasasında Bağımsız Denetim Standartları Hakkında Tebliğ* (Seri: X, No: 22). T.C. Resmi Gazete, 26196, 12 Haziran 2006.
- Stanisic, N., Radojevic, T., & Stanic, N. (2019). Predicting the type of auditor opinion: Statistics, machine learning, or a combination of the two?. *Machine Learning, or a Combination of the Two*, 16(2), 1-58.
- Stat (2017). Veri madenciliği (data mining). <http://www.stat.gen.tr/index.php?istek=sinif&dersid=ist01&konuid=ver01&max=1> (Erişim Tarihi: 11.10.2022).
- Sumathi, S., & Sivanandam S.N. (2006). Data mining tasks, techniques, and applications. *Introduction to Data Mining and its Applications*, 195-216.
- Süer, A. Z. (2006). Profesyonel Muhasebe Mesleğinde Enron Skandalı ve Sonrası Gelişmeler. *Retrieved June*, 4, 1-14.
- Şanlı, N., ve Özbirecikli, M. (2012). Türkiye’de Denetim Mesleğinin Gelişim Süreci: Geçmişten Geleceğe Bir Araştırma. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 38, 1-28.
- Şavlı, T. (2011). Uluslararası Denetim Standartları Kapsamında Bağımsız Denetim Süreci. *Muhasebe Denetimi Sempozyumu*, 05-09 Ekim 2011, Antalya, Türkiye, 1-18.
- Şavlı, T. (2019). *Uluslararası / Türkiye Denetim Standartları Kapsamında Bağımsız Denetim Sürecinin Tüm Aşamalarının Ele Alındığı Uygulamaya Yönelik Bağımsız Denetim Rehberi*. İstanbul: Huz Akademi.
- Şener, S. (2017). “Veri Madenciliğinde Kullanılan Programlama Dilleri”, <https://www.endustri40.com/veri-madenciliginde-kullanilan-programlama-dilleri/> (Erişim Tarihi: 09.01.2022).
- Takahashi, K., Kurokawa, Y., & Watase, K. (1984). Corporate bankruptcy prediction in Japan. *Journal of Banking & Finance*, 8(2), 229-247.
- Tatar, B., ve Kıymık, H. (2021). Finansal Tablolarda Hile Riskinin Tespit Edilmesinde Veri Madenciliği Yöntemlerinin Kullanılmasına Yönelik Bir Araştırma. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 16(64), 1700-1719.
- Terzi, S. (2012). Hile ve usulsüzlüklerin tespitinde veri madenciliğinin kullanımı. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 54, 51-64.
- Terzi, S., ve Şen, İ. K. (2012). Finansal Tablo Hilelerinin Veri Madenciliği Yardımıyla Tespit Edilmesi: Üretim Sektöründe Bir Araştırma. *Journal of Accounting and Taxation Studies*, 5(2), 25-40.
- TİDE. (2021). <https://www.tide.org.tr/page/26/Ic-Denetimin-Tanimi> (Erişim tarihi: 07.04.2021).
- Tiscini, R., & Di Donato, F. (2006). The Relation Between Accounting Frauds and Corporate Governance Systems: an Analysis of Recent Scandals. *Available at SSRN 1086624*, 1-16.

- TMSK. (2004). *Türkiye Muhasebe Standartları Kurulunun Çalışmalarına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik*, T.C. Resmi Gazete, 25404, 16 Mart 2004.
- Tortop, N. (1974). Yönetimin Denetlenmesi ve Denetleme Biçimleri. *Amme İdaresi Dergisi*, 7(1), 27-50.
- Türker, M. (2006). Uluslararası Denetim Standartlarına Yakınsama ve Türkiye Denetim Standartlarının Oluşturulması. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 19, 87-98.
- Two Crows Corp. (2005). "Introduction to Data Mining and Knowledge Discovery", <https://www.twocrows.com/intro-dm.pdf> (Erişim Tarihi: 11.02.2022).
- University of Nevada. (2020). *7 Worst Accounting Scandals in U.S. History*. <https://onlinedegrees.unr.edu/blog/worst-accounting-scandals/> (Erişim Tarihi: 23.12.2021).
- Uzay, Ş. (2008). Faaliyet Denetimine Genel Bakış. *ISMMMO 8. Türkiye Muhasebe Denetimi Sempozyumu*, 25 - 29 Nisan 2008, Antalya, Türkiye, 275-307.
- Valipour, H., Salehi, F., & Bahrami, M. (2013). Predicting audit reports using meta-heuristic algorithms. *Journal of Distribution Science*, 11(6), 13-19.
- Viera, A. J., & Garrett, J. M. (2005). Understanding Interobserver Agreement: The Kappa Statistic. *Fam Med*, 37(5), 360-363.
- Wang, L. (2017). Data Mining, Machine Learning and Big Data Analytics. *International Transaction of Electrical and Computer Engineers System*, 4(2), 55-61.
- Wikipedia (2022). "Cross-industry Standard Process for Data Mining", https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-industry_standard_process_for_data_mining (Erişim Tarihi: 10.08.2022).
- Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A. & Pal, C. J. (2017). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers by Elsevier.
- Wu, H. P., & Li, L. (2021). The BP Neural Network with Adam Optimizer for Predicting Audit Opinions of Listed Companies. *IAENG International Journal of Computer Science*, 48(2), 364-368.
- Yalkın, Y. K. (1995). Türkiye Muhasebe ve Denetim Standartları Kurulu (TMUDESK) ve Ulusal Standartların Geliştirilmesi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 50(1), 259-270.
- Yardımcıoğlu, M., ve Şebnem, A. (2016). Kronolojik Bir Sırayla Muhasebe ve Finansal Raporlamada Usulsüzlük ve Skandallar. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 43-55.
- Yaşar, A. (2016). Olumlu Görüş Dışındaki Denetim Görüşlerinin Veri Madenciliği Yöntemleriyle Tahminine İlişkin Karar ve Birliktelik Kuralları. *Mali Çözüm Dergisi*, 26(133), 81-109.
- Yaşar, A., Yakut, E., & Gutnu, M. M. (2015). Predicting qualified audit opinions using financial ratios: Evidence from the Istanbul Stock Exchange. *International Journal of Business and Social Science*, 6(8), 57-67.
- Yıldız, B. (2001). Finansal Başarısızlığın Öngörülmesinde Yapay Sinir Ağı Kullanımı ve Halka Açık Şirketlerde Ampirik Bir Uygulama. *İMKB Dergisi*, 17, 51-67.
- Yılmaz, E. (2003). *Bankacılıkta ve Sermaye Piyasalarında Bağımsız Denetim Düzenlemeleri*. Sermaye Piyasası Kurulu.
- Yörüker, S. (1999). *Denetim Terimleri*. Ankara: Sayıştay Yayınları.
- Yufeng, G. (2017). "The 7 Steps of Machine Learning", <https://towardsdatascience.com/the-7-steps-of-machine-learning-2877d7e5548e> (Erişim Tarihi: 02.08.2022).
- Zarei, H., Yazdifar, H., Dahmarde Ghaleno, M., & Azhmaneh, R. (2020). Predicting auditors' opinions using financial ratios and non-financial metrics: evidence from Iran. *Journal of Accounting in Emerging Economies*, 10(3), 425-446.

EKLER

Ek 1: Örneklemede Yer Alan Şirketlerin Listesi

Sıra No	Sektör	Kod	Şirket Unvanı
1	ANA METAL SANAYİ	BRSAN	BORUSAN BİRLEŞİK BORU FABRİKALARI SAN. TİC. A.Ş.
2		BURCE	BURÇELİK BURSA ÇELİK DÖKÜM SANAYİİ A.Ş.
3		BURVA	BURÇELİK VANA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
4		CELHA	ÇELİK HALAT VE TEL SANAYİİ A.Ş.
5		CEMTS	ÇEMTAŞ ÇELİK MAKİNA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
6		DMSAS	DEMİSAŞ DÖKÜM EMAYE MAMÜLLERİ SANAYİ A.Ş.
7		DOKTA	DÖKTAŞ DÖKÜMCÜLÜK TİCARET VE SANAYİ A.Ş.
8		ERBOS	ERBOSAN ERCİYAS BORU SANAYİİ VE TİCARET A.Ş.
9		EREGL	EREĞLİ DEMİR VE ÇELİK FABRİKALARI T.A.Ş.
10		IZMDC	İZMİR DEMİR ÇELİK SANAYİ A.Ş.
11	ANA METAL SANAYİ	KRDMA, KRDMB, KRDM D	KARDEMİR KARABÜK DEMİR ÇELİK SAN. TİC. A.Ş.
12		SARKY	SARKUYSAN ELEKTROLİTİK BAKIR SAN. TİC. A.Ş.
13	BİLGİ VE İLETİŞİM	DOBUR	DOĞAN BURDA DERGİ YAYINCILIK VE PAZARLAMA A.Ş.
14		HURGZ	HÜRRİYET GAZETECİLİK VE MATBAACILIK A.Ş.
15		TCELL	TURKCELL İLETİŞİM HİZMETLERİ A.Ş.
16		TTKOM	TÜRK TELEKOMÜNİKASYON A.Ş.
17	Diğ. İMALAT SAN.	ADEL	ADEL KALEMCİLİK TİCARET VE SANAYİ A.Ş.
18	EĞİTİM, SAĞLIK, SPOR VE DİĞER SOSYAL HİZM.	BJKAS	BEŞİKTAŞ FUTBOL YATIRIMLARI SAN. TİC. A.Ş.
19		FENER	FENERBAHÇE FUTBOL A.Ş.
20		GSRAY	GALATASARAY SPORTİF SİNAİ VE TİCARİ YAT. A.Ş.
21		TSPOR	TRABZONSPOR SPORTİF YATIRIM VE FUTBOL İŞL A.Ş.
22	ELEKTRİK GAZ VE BUHAR	AKENR	AKENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.
23		AKSUE	AKSU ENERJİ VE TİCARET A.Ş.
24		AYEN	AYEN ENERJİ A.Ş.
25		ZOREN	ZORLU ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.
26	GAYRİMENKUL FAALİYETLERİ	IHLGM	İHLAS GAYRİMENKUL PROJE GELİŞTİRME VE TİC. A.Ş.
27		SONME	SÖNMEZ FİLAMENT SENTETİK İPLİK VE ELYAF SAN. A.Ş.
28	GIDA, İÇECEK VE TÜTÜN	AEFES	ANADOLU EFES BİRACILIK VE MALT SANAYİİ A.Ş.
29		BANVT	BANVİT BANDIRMA VİTAMİNLİ YEM SANAYİİ A.Ş.
30		CCOLA	COCA-COLA İÇECEK A.Ş.
31		DARDL	DARDANEL ÖNENTAŞ GIDA SANAYİ A.Ş.
32		ERSU	ERSU MEYVE VE GIDA SANAYİ A.Ş.
33		FRIGO	FRİGO-PAK GIDA MADDELERİ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
34		KENT	KENT GIDA MADDELERİ SANAYİİ VE TİCARET A.Ş.
35		KERTV	KEREVİTAŞ GIDA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
36		KNFRT	KONFRUT GIDA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
37		KRSTL	KRİSTAL KOLA VE MEŞRUBAT SANAYİ TİCARET A.Ş.
38		MERKO	MERKO GIDA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
39		PENG D	PENGÜEN GIDA SANAYİ A.Ş.
40		PETUN	PINAR ENTEGRE ET VE UN SANAYİİ A.Ş.
41		PINSU	PINAR SU VE İÇECEK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
42		PNSUT	PINAR SÜT MAMULLERİ SANAYİİ A.Ş.
43		SELGD	SELÇUK GIDA ENDÜSTRİ İHRACAT İTHALAT A.Ş.
44		TATGD	TAT GIDA SANAYİ A.Ş.
45		TBORG	TÜRK TUBORG BİRA VE MALT SANAYİİ A.Ş.
46		TUKAS	TUKAŞ GIDA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
47		ULKER	ÜLKER BİSKÜVİ SANAYİ A.Ş.

Ek 1 (Devam) : Örneklemede Yer Alan Şirketlerin Listesi

Sıra No	Sektör	Kod	Şirket Unvanı
48	İNŞAAT VE BAYINDIRLIK	EDIP	EDİP GAYRİMENKUL YATIRIM SAN. VE TİC. A.Ş.
49		ENKAI	ENKA İNŞAAT VE SANAYİ A.Ş.
50		YYAPI	YEŞİL YAPI ENDÜSTRİSİ A.Ş.
51	KAĞIT VE KAĞIT ÜRÜNLERİ BASIM	ALKA	ALKİM KAĞIT SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
52		BAKAB	BAK AMBALAJ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
53		DURDO	DURAN DOĞAN BASIM VE AMBALAJ SANAYİ A.Ş.
54		KAPLM	KAPLAMIN AMBALAJ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
55		KARTN	KARTONSAN KARTON SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
56		MNDTR	MONDİ TURKEY OLUKLU MUKAVVA KAĞIT VE AMB. A.Ş.
57	KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER	VKING	VİKİNG KAĞIT VE SELÜLOZ A.Ş.
58		AKSA	AKSA AKRİLİK KİMYA SANAYİİ A.Ş.
59		ALKIM	ALKİM ALKALİ KİMYA A.Ş.
60		AYGAZ	AYGAZ A.Ş.
61		BAGFS	BAGFAŞ BANDIRMA GÜBRE FABRİKALARI A.Ş.
62		BRISA	BRİSA BRIDGESTONE SABANCI LASTİK SAN. VE TİC. A.Ş.
63		DYOBY	DYO BOYA FABRİKALARI SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
64		EGGUB	EGE GÜBRE SANAYİİ A.Ş.
65		EGPRO	EGE PROFİL TİCARET VE SANAYİ A.Ş.
66		EMNIS	EMİNİŞ AMBALAJ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
67		EPLAS	EGEPLAST EGE PLASTİK TİCARET VE SANAYİ A.Ş.
68		GOODY	GOODYEAR LASTİKLERİ T.A.Ş.
69		GUBRF	GÜBRE FABRİKALARI T.A.Ş.
70		HEKTS	HEKTAŞ TİCARET T.A.Ş.
71		MRSHL	MARSHALL BOYA VE VERNİK SANAYİİ A.Ş.
72		SASA	SASA POLYESTER SANAYİ A.Ş.
73		TUPRS	TÜPRAŞ-TÜRKİYE PETROL RAFİNERİLERİ A.Ş.
74	MADENCİLİK VE TAŞ OCAKÇILIĞI	ALMAD	ALTINYAĞ MADENCİLİK VE ENERJİ YAT. SAN. VE TİC. A.Ş.
75		PRKME	PARK ELEKTRİK ÜRETİM MADENCİLİK SAN. VE TİC. A.Ş.
76	METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI	ALCAR	ALARKO CARRIER SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
77		ARCLK	ARÇELİK A.Ş.
78		ASUZU	ANADOLU ISUZU OTOMOTİV SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
79		BFREN	BOSCH FREN SİSTEMLERİ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
80		DITAS	DİTAŞ DOĞAN YEDEK PARÇA İMALAT VE TEKNİK A.Ş.
81		EGEEN	EGE ENDÜSTRİ VE TİCARET A.Ş.
82		EMKEL	EMEK ELEKTRİK ENDÜSTRİSİ A.Ş.
83		FMIZP	FEDERAL-MOGUL İZMİT PİSTON VE PİM ÜRETİM TES. A.Ş.
84		FROTO	FORD OTOMOTİV SANAYİ A.Ş.
85		GEREL	GERSAN ELEKTRİK TİCARET VE SANAYİ A.Ş.
86		IHEVA	İHLAS EV ALETLERİ İMALAT SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
87		KARSN	KARSAN OTOMOTİV SANAYİİ VE TİCARET A.Ş.
88		KLMSN	KLİMASAN KLİMA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
89		MAKTK	MAKİNA TAKİM ENDÜSTRİSİ A.Ş.
90		OTKAR	OTOKAR OTOMOTİV VE SAVUNMA SANAYİ A.Ş.
91		PARSN	PARSAN MAKİNA PARÇALARI SANAYİİ A.Ş.
92		PRKAB	TÜRK PRYSMIAN KABLO VE SİSTEMLERİ A.Ş.
93		SILVR	SİLVERLINE ENDÜSTRİ VE TİCARET A.Ş.
94		TOASO	TOFAŞ TÜRK OTOMOBİL FABRİKASI A.Ş.
95		TTRAK	TÜRK TRAKTÖR VE ZİRAAT MAKİNELERİ A.Ş.
96		VESBE	VESTEL BEYAZ EŞYA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
97		VESTL	VESTEL ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.

Ek 1 (Devam) : Örneklemede Yer Alan Şirketlerin Listesi

Sıra No	Sektör	Kod	Şirket Unvanı
98	ORMAN ÜRÜNLERİ VE MOBİLYA	DGNMO	DOĞANLAR MOBİLYA GRUBU İMALAT SAN. VE TİC. A.Ş.
99		GENTS	GENTAŞ DEKORATİF YÜZEYLER SAN. VE TİC. A.Ş.
100	OTELLER VE LOKANTALAR	AVTUR	AVRASYA PETROL VE TURİSTİK TESİSLER YAT. A.Ş.
101		AYCES	ALTIN YUNUS ÇEŞME TURİSTİK TESİSLER A.Ş.
102		MAALT	MARMARİS ALTINYUNUS TURİSTİK TESİSLER A.Ş.
103		MARTI	MARTI OTEL İŞLETMELERİ A.Ş.
104		PKENT	PETROKENT TURİZM A.Ş.
105	TAŞ VE TOPRAĞA DAYALI	TEKTU	TEK-ART İNŞAAT TİCARET TURİZM SAN. VE YAT. A.Ş.
106		AFYON	AFYON ÇİMENTO SANAYİ T.A.Ş.
107		AKCNS	AKÇANSA ÇİMENTO SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
108		BSOKE	BATISÖKE SÖKE ÇİMENTO SANAYİİ T.A.Ş.
109		BTCIM	BATIÇİM BATI ANADOLU ÇİMENTO SANAYİİ A.Ş.
110		BUCIM	BURSA ÇİMENTO FABRİKASI A.Ş.
111		CIMSA	ÇİMSA ÇİMENTO SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
112		CMBTN	ÇİMBETON HAZIRBETON VE PREFABRİK SAN. VE TİC. A.Ş.
113		CMENT	ÇİMENTAŞ İZMİR ÇİMENTO FABRİKASI T.A.Ş.
114		DOGUB	DOĞUSAN BORU SANAYİİ VE TİCARET A.Ş.
115		EGSER	EGE SERAMİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
116		GOLTS	GÖLTAŞ GÖLLER BÖLGESİ ÇİMENTO SAN. VE TİC. A.Ş.
117		KONYA	KONYA ÇİMENTO SANAYİİ A.Ş.
118		KUTPO	KÜTAHYA PORSELEN SANAYİ A.Ş.
119		NUHCM	NUH ÇİMENTO SANAYİ A.Ş.
120		OYAKC	OYAK ÇİMENTO FABRİKALARI A.Ş.
121		USAK	UŞAK SERAMİK SANAYİ A.Ş.
122	TEKNOLOJİ	ALCTL	ALCATEL LUCENT TELETAS TELEKOMÜNİKASYON A.Ş.
123		ARENA	ARENA BİLGİSAYAR SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
124		ASELS	ASELSAN ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
125		DGATE	DATAGATE BİLGİSAYAR MALZEMELERİ TİCARET A.Ş.
126		ESCOM	ESCORT TEKNOLOJİ YATIRIM A.Ş.
127		INDES	İNDEKS BİLGİSAYAR SİSTEMLERİ MÜH. SAN. VE TİC. A.Ş.
128		INGRM	INGRAM MICRO BİLİŞİM SİSTEMLERİ A.Ş.
129		KAREL	KAREL ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
130		LINK	LİNK BİLGİSAYAR SİST. YAZ. VE DON. SAN. VE TİC. A.Ş.
131		LOGO	LOGO YAZILIM SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
132		PKART	PLASTİKKART AKILLI KART İLETİŞİM SİST. SAN. VE TİC. A.Ş.
133	TEKSTİL, GİYİM EŞYASI VE DERİ	ARSAN	ARSAN TEKSTİL TİCARET VE SANAYİ A.Ş.
134		ATEKS	AKIN TEKSTİL A.Ş.
135		BOSSA	BOSSA TİCARET VE SANAYİ İŞLETMELERİ T.A.Ş.
136		BRKO	BİRKO BİRLEŞİK KOYUNLULULAR MENS. TİC. VE SAN. A.Ş.
137		BRMEN	BİRLİK MENSUCAT TİCARET VE SANAYİ İŞLETMESİ A.Ş.
138		DERIM	DERİMOD KONFEKSİYON AYAKKABI DERİ SAN. VE TİC. A.Ş.
139		DESA	DESA DERİ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
140		KORDS	KORDSA TEKNİK TEKSTİL A.Ş.
141		KRTEK	KARSU TEKSTİL SANAYİİ VE TİCARET A.Ş.
142		LUKSK	LÜKS KADİFE TİCARET VE SANAYİİ A.Ş.
143		MNDRS	MENDERES TEKSTİL SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
144		SKTAS	SÖKTAŞ TEKSTİL SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
145		SNPAM	SÖNMEZ PAMUKLU SANAYİİ A.Ş.
146		YATAS	YATAŞ YATAK VE YORGAN SANAYİ TİCARET A.Ş.
147		YUNSA	YÜNSA YÜNLÜ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.

Ek 1 (Devam) : Örneklemede Yer Alan Şirketlerin Listesi

Sıra No	Sektör	Kod	Şirket Unvanı
148	TOPTAN VE PERAKENDE TİCARET	BIMAS	BİM BİRLEŞİK MAĞAZALAR A.Ş.
149		CRFSA	CARREFOURSA CARREFOUR SABANCI TİC. MERKEZİ A.Ş.
150		DOAS	DOĞUŞ OTOMOTİV SERVİS VE TİCARET A.Ş.
151		INTEM	İNTEMA İNŞAAT VE TESİSAT MALZ. YAT. VE PAZ. A.Ş.
152		KUVVA	KUVVA GIDA TİCARET VE SANAYİ YATIRIMLARI A.Ş.
153		MGROS	MİGROS TİCARET A.Ş.
154		MIPAZ	MİLPA TİCARİ VE SİNİ ÜRÜNLER PAZ. SAN VE TİC. A.Ş.
155		SANKO	SANKO PAZARLAMA İTHALAT İHRACAT A.Ş.
156		SELEC	SELÇUK ECZA DEPOSU TİCARET VE SANAYİ A.Ş.
157		VAKKO	VAKKO TEKSTİL VE HAZIR GİYİM SAN. İŞL. A.Ş.
158	ULAŞTIRMA VE DEPOLAMA	CLEBI	ÇELEBİ HAVA SERVİSİ A.Ş.
159		GSDDE	GSD DENİZCİLİK GAYRİMENKUL İNŞAAT SAN. VE TİC. A.Ş.
160		RYSAS	REYSAŞ TAŞIMACILIK VE LOJİSTİK TİCARET A.Ş.
161		THYAO	TÜRK HAVA YOLLARI A.O.