

**ÇKKV ve TAMSAYILI PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ İLE BİR
ÜRETİM İŞLETMESİNDE YILLIK İÇ DENETİM TAKVİMİNİN
PLANLANMASI**

**Pamukkale Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İşletme Ana Bilim Dalı
Sayısal Yöntemler Programı**

Müge AKAY ÖZEN

Danışman: Doç. Dr. Nilfen KUNDAKCI

Aralık 2022

DENİZLİ

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atıfta bulunulduğunu beyan ederim.

İmza

Müge AKAY ÖZEN

ÖN SÖZ

Tez konusu seçme ve yazma sürecimde, seminer süreçlerimde, her zaman beni araştırmaya yönlendiren, yeni ve özgün konulara yönelmemi sağlayan, yeni yöntemleri uygulamamı ve yaptığım çalışmaları literatüre kazandırmamı sağlayan saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Nilfen KUNDAKCI'ya bana olan desteği ve emekleri için teşekkür ederim.

Doğduğum günden itibaren hep yanımda olan, her konuda beni destekleyen, kendimi geliştirmem için bana her türlü fırsatı sunan, değerli annem Berna AKAY'a, değerli babam Haluk AKAY'a ve değerli ablam Begüm AKAY'a sonsuz teşekkür ederim.

İş hayatımda ve eğitim hayatımda her zaman beni destekleyen, her konuda zorlukların üstesinden gelmemi sağlayan, en zor zamanlarımda bile motivasyonumu artıran değerli eşim Kemal Salih ÖZEN'e teşekkür ediyorum.

ÖZET

ÇKKV ve TAMSAYILI PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ İLE BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE YILLIK İÇ DENETİM TAKVİMİNİN PLANLANMASI

AKAY ÖZEN, Müge
Yüksek Lisans Tezi
İşletme ABD
Sayısal Yöntemler Programı
Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Nilsen KUNDAKCI

Aralık 2022, IX + 87 sayfa

Günümüzde artık birçok kurumsal şirketin bünyesinde iç denetim departmanı bulunmaktadır. Özellikle çok fazla departmana sahip olan ya da çok fazla grup şirketi, fabrikası, bölge müdürlüğü veya şubeleri olan işletmelerde iç denetim faaliyetlerinin etkin bir şekilde planlanması ve bu plana bağlı kalınması zor bir süreçtir. Denetim planlaması yaparken işletme, üst yönetiminin istekleri, işletmenin riskleri, denetim maliyetleri, denetçi sayısı gibi kriterleri değerlendirerek bir plan oluşturmalıdır.

Bu tezde, bir üretim işletmesinde çalışan iç denetçilerin bölge müdürlükleri ve işletmenin diğer departmanlarına gerçekleştireceği denetimler için belirlenen kriterler, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden FUCOM (Full Consistency Method) ile ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra bir diğer ÇKKV yöntemi olan MABAC (Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison) ile yapılması gereken denetimler, en riskli olandan en risksiz olana göre sıralanmış ve denetimlerin risk seviyelerine göre ne kadar sürmesi gerektiği belirlenmiştir. Denetim süreleri belirlendikten sonra tamsayı programlama yöntemi yardımı ile bir denetim takvimi oluşturulmuştur. Bu sayısal yöntemlerden yararlanılarak oluşturulan denetim takviminin manuel olarak hazırlanan iç denetim takvimlerine göre daha etkin ve verimli olması ayrıca denetim takvimine uyumun daha yüksek olduğu gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İç Denetim, Denetim Takvimi Planlama, Tamsayı Programlama, FUCOM, MABAC

ABSTRACT

PLANNING AN ANNUAL INTERNAL AUDIT IN A PRODUCTION FACILITY WITH MULTI-CRITERIA DECISION MAKING AND INTEGER PROGRAMMING METHODS

AKAY ÖZEN, Müge

Master Thesis

Business Administration Department

Quantitative Methods Master Programme

Adviser of Thesis: Assoc. Prof. Dr. Nilsen KUNDAKCI

December 2022, IX + 87 Pages

Today, many corporate companies have an internal audit department. Effective planning of internal audit activities and compliance with this plan is a difficult process in businesses that have too many departments or too many group companies, factories, regional directorates, or branches. While planning the internal audit, a plan should be created by evaluating criteria such as the requests of the top management, the risks of the business, the audit costs, the number of auditors.

In this thesis, criteria have been determined for the audits to be carried out by the internal auditors working in a factory to the regional directorates and other departments of the enterprise and the determined criteria were weighted with the FUCOM (Full Consistency Method), one of the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods. Then, using the MABAC (Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison) method, the audits that should be planned were ranked according to their risk levels, and the duration of the audits was determined. After the audit periods were determined, an audit calendar was created with the help of integer programming method. It is expected that the audit schedule planning created by using these quantitative methods will be more effective and efficient than the manually prepared audit schedule planning, and the compliance with the audit calendar will be higher.

Keywords: Internal Audit, Audit Schedule Planning, Integer Programming, FUCOM, MABAC

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	vii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

DENETİM

1.1. Denetim Kavramı	5
1.1.1. Denetim Türleri.....	6
1.1.2. Genel Kabul Görmüş Denetim Standartları	8
1.1.3. Denetçilerin Sahip Olması Gereken Özellikler.....	10
1.1.4. Denetim Süreci.....	10
1.2. İç Denetim Kavramı	11
1.2.1. İç Denetimin Amaçları.....	12
1.2.2. İç Denetçi ve Bağımsız Denetçi Arasındaki Farklar.....	13
1.2.3. Türkiye İç Denetim Enstitüsü (TİDE)	14
1.3. İç Kontrol	14
1.3.1. COSO Modeli	15
1.3.2. COCO Modeli	17
1.4. İç Denetim ve Kurumsal Risk Yönetimi.....	18
1.5. Risk Odaklı İç Denetim.....	18

İKİNCİ BÖLÜM

UYGULAMADA KULLANILAN YÖNTEMLER

2.1. FUCOM	19
2.1.1. FUCOM Çözüm Adımları	20
2.1.2. FUCOM'un Literatür Taraması	21
2.2. MABAC Yöntemi	24
2.2.1. MABAC Yöntemi Çözüm Adımları.....	25
2.2.2. MABAC Yöntemi Literatür Taraması	29
2.3. Tamsayılı Programlama Yöntemi	31
2.3.1 Matematiksel Model	31
2.3.2 Tamsayılı Programlama Yöntemi Literatür Taraması	32

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE İÇ DENETİM TAKVİMİNİN PLANLANMASI

3.1 Problemin Tanımlanması	35
3.2. FUCOM ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi	40
3.3. MABAC Yönteminin Uygulanması.....	45
3.4. Tamsayılı Programlama Yönteminin Uygulanması.....	67
SONUÇ	78

KAYNAKLAR	81
ÖZ GEÇMİŞ	87

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Denetim Türleri.....	6
Şekil 2. COSO Modeli	16
Şekil 3. MABAC Yöntemi Çözüm Adımları	25
Şekil 4. MABAC Yöntemi Sınır Yakınlık Alanı	28
Şekil 5. Önerilen Yöntemin Akış Şeması	37
Şekil 6. 4 Haftalık Denetim Çalışma Sayfası.....	71
Şekil 7. 4 Haftalık Denetim Excel Solver Ekranı	72
Şekil 8. 3 Haftalık Denetim Çalışma Sayfası.....	73
Şekil 9. 3 Haftalık Denetim Excel Solver Ekranı	73
Şekil 10. 2 Haftalık Denetim Çalışma Sayfası.....	74
Şekil 11. 2 Haftalık Denetim Excel Solver Ekranı	74
Şekil 12. 1 Haftalık Denetim Çalışma Sayfası.....	75
Şekil 13. 1 Haftalık Denetim Excel Solver Ekranı	75

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1: Denetim Birimi Tarafından Belirlenen Kriterler.....	36
Tablo 2: Karar Vericilerin Kriter Sıralaması	41
Tablo 3: Karar Verici 1'in İkili Karşılaştırma Tablosu.....	41
Tablo 4: Karar Verici 2'nin İkili Karşılaştırma Tablosu.....	42
Tablo 5: Karar Verici 3'ün İkili Karşılaştırma Tablosu	42
Tablo 6: Karar Verici 1 için Excel Solver Çözümü.....	43
Tablo 7: Karar Verici 2 için Excel Solver Çözümü.....	43
Tablo 8: Karar Verici 3 için Excel Solver Çözümü.....	44
Tablo 9: Kriter Ağırlıklarının Ortalaması.....	45
Tablo 10: FUCOM'a Göre Belirlenen Kriter Ağırlıkları	45
Tablo 11: Belirlenen Alternatifler	46
Tablo 12: Denetime Gidilecek Birimin Oluşturacağı Maliyet Kriterinin Puanlanması .	47
Tablo 13: Önceki Dönem Denetim Raporunda Yer Alan Yüksek ve Çok Yüksek Riskli Bulgu Sayısı Kriteri için Kullanılan Ölçek	48
Tablo 14: Önceki Dönem Denetim Raporunda Yer Alan Yüksek ve Çok Yüksek Riskli Bulgu Sayısı Kriterinin Puanlaması	49
Tablo 15: Denetime Gidilecek Birim Çalışanlarının ERP Yetkinlikleri Kriterinin Puanlaması.....	50
Tablo 16: Departman Bazlı ERP Yetkinlik Puanları	52
Tablo 17: Denetlenecek Birimlerin Risk Farkındalıkları	53
Tablo 18: Önceki Denetim Dönemi Bulgularının Kapanma Sıklığı ve Birimlerin Aksiyon Alma Hızı.....	54
Tablo 19: Eğitim Seviyesi İçin Kullanılan Ölçek.....	55
Tablo 20: Personel Bazında Eğitim Seviyeleri Puanı.....	55
Tablo 21: Departman Bazında Eğitim Seviyeleri Puanı.....	57
Tablo 22: Personel Bazında Kıdem Yılları.....	58
Tablo 23: Departman Bazında Kıdem Yılları Puanı.....	60
Tablo 24: Yönetim Biriminden Gelen Denetim Talepleri Kriter Puanı	61
Tablo 25: Denetime Gidilecek Birimin İç Kontrol Ortamı Kriter Puanı.....	62
Tablo 26: MABAC Yöntemi Karar Matrisi.....	63
Tablo 27: Normalize Edilmiş Karar Matrisi.....	64
Tablo 28: Ağırlıklandırılmış Normalize Edilmiş Karar Matrisi	65
Tablo 29: Sınır Yakınlık Alanı Matrisi.....	65
Tablo 30: Sınır Yakınlık Alanına Uzaklıklar Matrisi	66

Tablo 31: MABAC Yöntemi Alternatiflerin Sıralaması	67
Tablo 32: Denetim Planı Süreleri	68
Tablo 33: Oluşturulan Denetim Planı	76

KISALTMALAR DİZİNİ

COSO	Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission
FUCOM	Full Consistency Method
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
MABAC	Multi-Attributive Border Approximation area Comparison
M.Ö.	Milattan Önce
SMMM	Serbest Muhasebeci Mali Müşavir
YMM	Yeminli Mali Müşavir
INTOSAI	International Organization of Supreme Audit Institutions
IIA	Institute of Internal Auditors
TİDE	Türkiye İç Denetim Enstitüsü
ECIIA	European Confederation of Institutes of Internal Auditing
CIA	Certified Internal Auditor
CCSA	Certification in Control Self-Assessment
CFSA	Certified Financial Services Auditor
CGAP	Certified Government Auditing Professional
COCO	Canadian Institute of Chartered Accountants' Criteria of Control Framework
COBIT	Control Objectives for Information and Related Technology
ISO	International Organization for Standardization
AHP	Analytical Hierarchy Process
TTS	Tam Tutarlılıktan Sapma
WASPAS	Weighted Aggregated Sum Product Assessment
HTEA	Hata Türleri ve Etkileri Analizi
KEMIRA-M	Kemeny Median Indicator Ranks Accordance-Modified
BWM	Best–Worst Yöntemi
MARCOS	Measurement of Alternatives and Ranking according to Compromise Solution
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations
ARAS	Additive Ratio Assesment
MOORA	Multi-Objective Optimization On Basis Of Ratio Analysis
QFD	Quality Function Deployment
RO	Rastgele Orman
MAIRCA	Multi Attributive Ideal-Real Comparative Analysis
SAW	Simple Additive Weighting
COPRAS	Complex Proportional Assessment
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
SWARA	Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis
CRITIC	Criteria Importance Through Intercriteria Correlation
ERP	Enterprise Resource Planning
ACFE	Association of Certified Fraud Examiners

GİRİŞ

İç denetim kavramı, modern anlamda 20. yüzyılda hayatımıza girmiştir. İç denetim, mali nitelikteki ve mali nitelikte olmayan faaliyetlerin gözden geçirilmesi ve değerlendirilmesi olup, kurum içerisindeki kontrollerin etkinliğini ölçer ve değerlendirir. 1941 yılında kurulan İç Denetçiler Enstitüsü (The Institute of Internal Auditors – IIA)’ne göre ise iç denetim, “Kurumun faaliyetlerine değer katmak ve bunları geliştirmek amacıyla tasarlanmış bağımsız, nesnel güvence sağlama ve danışmanlık faaliyeti” olarak tanımlanmaktadır.

İç denetimin temel amaçlarından biri, risk yönetim süreçlerinin tam, etkin ve verimli olduğu konusunda üst yönetime objektif güvence sağlamaktır. İç denetçiler, üst yönetimin sorumluluklarını yerine getirmesi ve görevlerini ifa etmesinde yardımcı olmak için danışmanlık yapar.

İşletmelerde denetim faaliyeti belirli süreçlerden oluşur. İç denetim faaliyetinin ilk aşamasını planlama oluşturur. Bu planlamanın yapılmasının amacı; yeterli sayıda kanıt toplayabilmek, maliyetleri minimize etmek ve denetlenecek kurumla ilgili yanlış bir algıya imkân vermemektir. Denetimde planlama yapılırken iş gücü planlaması, zaman planlaması ve kaynakların verimli kullanılması önemli unsurlardır. Şirketlerde iç denetim birimi sorumlusu, denetim komitesi ve üst düzey yöneticilerin de görüşünü alarak iç denetçilerin aktif katılımıyla denetim stratejisini belirler, iç denetim planını ve takvimini hazırlar. Yıl içerisinde bu denetim takvimine uygun olarak denetimin yürütülmesini esas alır.

Günümüzde birçok kurumsal firmanın iç denetim departmanı bulunmakla birlikte birçok firmada da iç denetim departmanı oluşturulması hedeflenmektedir. İç denetim birimlerinin üst yönetimin beklentilerini de dikkate alarak denetim faaliyetini etkin bir şekilde planlaması önemli bir süreçtir.

İç denetim ile ilgili kavramlar incelendiğinde en çok karşılaşılan kavramlardan biri iç kontroldür. İç kontrol kavramı; bir şirketin varlıklarını korumaya, muhasebeye ve diğer faaliyetlere ilişkin bilgi ve raporların doğruluk ve güvenilirliğini sağlamaya, işletmenin faaliyetlerinde etkinlik oranını artırmaya, yönetim tarafından belirlenen politikalara uygunluğunun sağlanmasına yardımcı olur. Hesap planının ve raporlama sisteminin kurulmasını, görev, yetki ve sorumlulukların belirlenmesini ve işletmenin organizasyon planını kapsayan bir sistem olarak tanımlanabilir.

İç kontrol sistemi, bir iç denetim faaliyeti değildir. İç kontrol sistemleri, sadece mali bir konu olmamakla birlikte işletmenin tüm süreçlerini kapsamaktadır. İç kontrol sisteminin sahibi, iç denetim departmanı değildir; bu sürecin sahibi, yönetim olmalıdır.

İç denetim kavramı incelendiğinde karşılaşılan diğer bir kavram ise kurumsal risk yönetimidir. Kurumsal risk yönetimi ise COSO'ya (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission) göre şirketi etkileyebilecek potansiyel risklerin tanımlanarak, riskleri şirketin kurumsal risk alma profiline uygun olarak yönetmek, şirketin hedeflerine ulaşması, finansal raporlamanın güvenilirliği, faaliyetlerin etkinliği, verimliliği, yasa ve düzenlemelere uygunluk amaçları ile ilgili olarak makul derecede güvence sağlamak amacı ile oluşturulmuş sistematik bir süreçtir.

Bu tezde, Denizli'de iç denetim birimi olan bir üretim işletmesinin bölge müdürlüklerinin ve departman denetimlerinin yıllık takvim planlaması oluşturulmuştur. Bu kapsamda, öncelikle bölge müdürlükleri ve departmanlar için belirlenen kriterler, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden FUCOM (Full Consistency Method) ile ağırlıklandırılmıştır. Belirlenen kriter ağırlıklarına göre yine ÇKKV yöntemlerinden biri olan MABAC (Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison) yöntemi kullanılarak bölge müdürlükleri ve departmanlar, en riskli olandan en risksiz olana göre sıralanmıştır. Bu sıralama yapıldıktan sonra risk seviyesi de dikkate alınarak tüm bölge müdürlükleri ve departmanlar için gerekli denetim süresi belirlenerek, tamsayı programlama yöntemi ile bir denetim takvimi planlaması oluşturulmuştur.

Literatür incelendiğinde, iç denetim ile ilgili birçok çalışma görülmektedir. Örneğin, Özer (2008), çalışmasında denetim ve risk kavramlarına yer vererek, Türkiye'de iç denetim profilinin belirlenmesi amacıyla bir anket çalışması yapmıştır. Bu anket sonucunda bankacılık sektörünün denetim ile ilgili çalışmaları yakından takip ettiğini fakat reel sektörün gerekli gelişimi göstermediğini tespit etmiştir.

Akyel (2010a), iç kontrol, iç denetim ve dış denetim faaliyetlerinin birbiri ile ilişkisini incelemiş ve Türk kamu yönetiminde bu faaliyetlere değinerek eksikliklere ve yetersizliklere yer vermiştir.

Koçak ve Kavakoğlu (2010), il özel idarelerinde iç denetim sistemini incelemiş, il özel idarelerinde iç denetim sisteminin sağlıklı bir şekilde uygulanmadığını ve uygulamada etkinliğin sağlanmadığını belirtmişlerdir. Çalışmada iç denetçilerin, iç denetim hakkındaki beklentileri analiz edilmiştir.

Arslan (2013), 2012 yılında faaliyette olan 16 büyükşehir belediyesinin iç denetim sistemini incelemiştir. İç denetçilere, büyükşehirlerde yürütülen iç denetim faaliyetlerinin etkinliği ve iç denetim mesleğinin geleceği hakkında anket uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda iç denetimin uluslararası standartlara uygun sürdürülebilmesi amacıyla öneriler sunulmuştur.

Türedi vd. (2015), risk odaklı iç denetimin gelişimini, iç denetimin iç kontrol ve kurumsal yönetim ile ilişkisini inceleyerek risk odaklı iç denetimin çerçevesini belirlemeye çalışmışlardır.

Günşen (2016), iç denetim çalışmalarının tedavi süreçlerinin gelişmesinde önemli bir rol oynayacağını savunmuş ve çalışmasında iç denetim metodolojisine değinerek hastanede tedavi hizmetinin faturalandırma sürecine yönelik sürecin denetimini uygulamalı bir örnek ile sunmuştur. Hastane çalışanları, denetim çalışması tamamlandıktan sonra kapanış toplantısında yapılan iç denetim faaliyetinin hastane kalite yönetim sistemine büyük katkı sunacağını ve iç denetim faaliyeti sonrası belirtilen önerilerin uygulanacağını belirtmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda daha çok denetim, iç denetim, iç kontrol, risk yönetimi vb. konular ile ilgili detaylara ve tanımlara yer verilmektedir. Şirketlerde iç denetim faaliyetlerinin nasıl planlandığı, bu planlamalar yapılırken nelere dikkat edildiği, iç denetim faaliyetinde hangi testlerin uygulandığı, nasıl bir denetim metodolojisi izlendiği ile ilgili uygulamaların yer aldığı çalışmalar çok fazla yer almamaktadır. Bu tezde, iç denetim faaliyeti ile ilgili işletmelerde nasıl bir denetim takvimi oluşturulabileceği, bu plan oluşturulurken nelere dikkat edileceği gibi konularda yol göstermek amaçlanmış ve ÇKKV yöntemleri ile tamsayılı programlama yönteminden yararlanılarak uygulamalı bir çalışma ortaya konmuştur. Bu çalışmanın diğer bir özgün yanı da ÇKKV yöntemlerinden FUCOM ve MABAC yöntemleri ile tamsayılı programlama yönteminin entegre edilerek bir arada kullanıldığı bir yaklaşımın ele alınmasıdır. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde FUCOM'un seçilmesinin nedeni, diğer ÇKKV yöntemlerinden daha az sayıda ikili karşılaştırma gerektirmesidir. Ayrıca bu yöntemin kolay çözüm adımlarına sahip olması ve birden fazla karar vericinin olması durumunda kullanılabilmesi, diğer nedenler arasında sıralanabilir. Ayrıca FUCOM; literatürdeki diğer ÇKKV yöntemlerine göre daha yenidir. 2018 yılında ortaya atıldığı için bir diğer kriter ağırlıklandırma yöntemi olan AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) yöntemi kadar literatürde uygulamalı çalışma

bulunmamaktadır. Denetim yapılacak birimlerin önem sırasına göre sıralanmasında MABAC yöntemi, denetimlerin planlanma aşamasında ise tamsayılı programlama yöntemi kullanılmıştır. Bu iki yöntemin tercih edilmesinin nedeni ise FUCOM ile bütünleşik olarak kullanılan yöntemler arasında MABAC ve tamsayılı programlamanın olduğu bir çalışmanın literatürde bulunmamasıdır. Ayrıca MABAC yöntemi, rasyonel karar verme için kullanışlı ve güvenilir bir yöntemdir ve basit bir matematiksel altyapısı vardır.

Bu yöntemlerle oluşturulan iç denetim takvimi, belirlenen kriterleri esas alarak ve alternatifleri (bölge müdürlükleri ve diğer departmanları) bu kriterlere göre sıralayarak oluşturulduğu için uygulanması daha gerçekçidir. Bunun yanında yönetimin ve denetçilerin isteklerini dikkate alarak oluşturulmuştur. Tek bir kişinin yeterli analiz yapmadan, kişisel yargılarıyla oluşturduğu bir denetim takviminden daha etkin ve verimli bir çalışma olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu tezde gerçekleştirilen çalışmanın özellikle karmaşık bir denetim planı olan ve çok sayıda işletme ya da birime denetim gerçekleştirilen denetçilere denetim planı oluşturma aşamasında katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Tezde önerilen yöntemlerin sadece denetçiler için değil diğer departmanların da iş ile ilgili seyahat planlaması, iş planı oluşturma gibi alanlarda yararlanabileceği bir çalışma olmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

DENETİM

1.1. Denetim Kavramı

Denetim, bir işletmenin belirli bir dönemini kapsayacak şekilde, bağımsız kişi ya da kişilerce toplanan kanıtların, önceden belirlenmiş ölçütlere uygunluğunun tarafsız bir şekilde değerlendirilmesi ve bu kanıtlar ışığında sonuçların değerlendirilerek raporlanmasıdır. (Dalak, 2000: 1).

Denetim faaliyeti, bir işletmenin gerçekleşmiş sonuçlarını daha önceden belirlenmiş standartlara göre tarafsız olarak ölçmek, bu faaliyetlere ilişkin kanıt toplamak, topladığı kanıtlar ile bir yargıya varmak, işletmede gerçekleşmesi muhtemel olan hataların önüne geçmek, işletmenin ve işletmede çalışan kişilerin gelişmesini sağlamak, işletmenin süreçleri hakkında rehberlik etmek, bulguların ilgililere raporlanması gibi sistematik süreçleri içerir (Köse, 2007: 5).

Denetim kavramının çoğunlukla teftiş ile aynı anlama geldiği düşünülse de günümüzde denetim kavramı, teftiş kavramından farklılık göstermektedir. Teftiş kavramı geçmişe dönük gerçekleştirilir, denetim faaliyeti ise geçmiş olaylardan yola çıkarak geleceğe odaklanır. Teftişte önerilerde bulunulur, denetimde ise danışmanlık faaliyeti sağlanır. Teftişte önemli olan mevzuata uygunlukken, denetimde ise bu olgunun yanında işletmeye değer katmak ve işletmeyi geliştirmek önemlidir. Teftiş genellikle baskın odaklı iken denetim faaliyeti haberli olarak gerçekleştirilir.

Denetim kavramının geçmişteki olayların ve faaliyetlerin incelenerek bir sonuca ulaşma amacı taşıdığı düşünülse de aslında ileriye dönük istenmeyen olayların ve faaliyetlerin gerçekleşmesini önleyen nitelikler taşıdığı görülmektedir (Erdoğan, 2002: 56).

Denetim kavramının ilk olarak M.Ö. 3000 yıllarında Ninova kentinde ortaya çıktığı, meslek olarak ise ilk olarak kamusal alanında Eski Mısır, Yunan ve Roma medeniyetlerinde uygulandığı kaynaklarda yer almaktadır (Batmaz, 2015: 6).

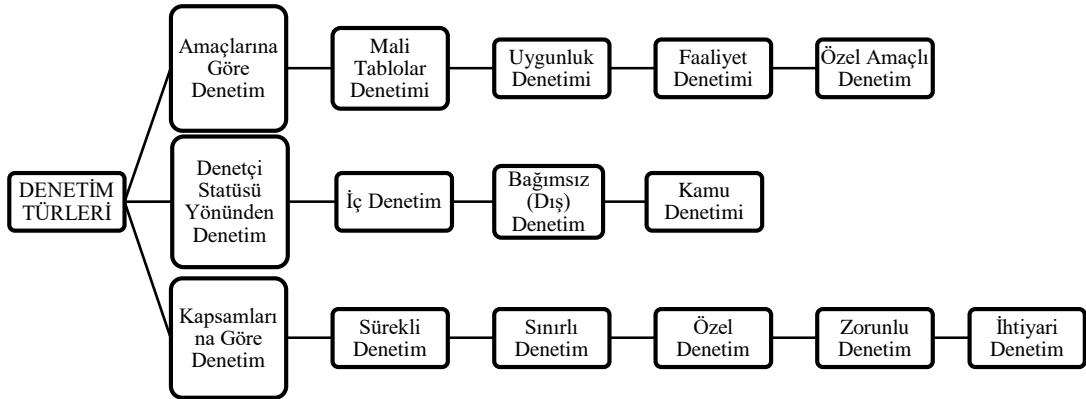
Türkiye için denetim kavramının tarihsel boyutu incelendiğinde ise cumhuriyet öncesi Selçuklu modeline göre biçimlendirilmiş olan Osmanlı Devlet Yönetim modelinde denetim hizmetlerinin olduğu, Osmanlı Devleti Hukuk Sistemi'nde kamu yararını gözetmek için mali konularda kadılarına tam yetki verildiği bilinmektedir. II. Mahmut

sonrası dönemde, Osmanlı Merkezi Hükümeti'nde bakanlıkların kurulduğu ve bu bakanlıkların teftiş biriminde bulunan, denetim faaliyetini bağımsız bir şekilde yürüten müfettişler olduğu anlaşılmaktadır (Bezirci ve Karasioğlu, 2011: 575).

Türkiye'de, fiilen denetim 1926-1934 yılları arasında bazı serbest çalışan muhasebe meslek mensuplarına vergi kanunlarına uyumun incelenmesi için vergi denetimi yürütme yetkisi verilmesi ile başlamıştır. 1960'lı yıllarda ise mali piyasalarda işlem gösteren bankalar gibi kuruluşlar, mali tabloları için yurtdışındaki denetim şirketlerinden bağımsız denetim faaliyeti almaya başlamış, 1970'li yıllarda ise bu faaliyeti bağımsız denetim şirketlerinin Türkiye'de kurulu üye firmaları tarafından gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de 1987 yılına kadar Türk Ticaret Kanunu ve Vergi Mevzuatı uyarınca kamu denetçileri tarafından yürütülen kamu denetim anlayışı hâkim olmuştur. 1987 yılından sonra ise ilk defa bankalara bağımsız dış denetim yapılması zorunluluğu getirilmiştir. Sermaye Piyasası Kurulu, 1988 yılında denetleme kuralları ile ilgili tebliğ yayınlamıştır (Bezirci ve Karasioğlu, 2011: 576-577).

1.1.1. Denetim Türleri

Denetimi; amaçlarına göre denetim, statüsü yönünden denetim ve kapsamlarına göre denetim olarak sınıflandırmak mümkündür (Çömlekçi, 2004: 6). Şekil 1' de denetim türleri gösterilmiştir.



Şekil 1. Denetim Türleri

Amaçlarına Göre Denetim:

Amaçlarına göre denetimler incelendiğinde, mali tablolar denetimi, uygunluk denetimi, faaliyet denetimi, özel amaçlı denetim kavramları karşımıza çıkmaktadır (Çömlekçi, 2004: 6).

Mali tablolar denetimi ile işletmenin finansal tablolarının güvenilirliği konusunda banka, iş ortakları, yatırımcılar, mahkemeler gibi dış bilgi kullanıcılarına bilgi sağlanır. Bu denetimde asıl amaç, işletmenin finansal durumunun finansal tablolara doğru bir şekilde aktarıldığının kontrol edilmesidir. Genel kabul görmüş muhasebe ilkeleri ve yasal düzenlemeler ölçüt olarak kullanılır (Çömlekçi, 2004: 7).

Uygunluk denetimi, şirket çalışanlarının gerçekleştirdiği faaliyetlerin, şirketin belirlediği prosedür ve yönetmeliklere, kanunlara, mevzuata ve kanuna uyumunun incelenmesidir (Dalak, 2000: 69).

Faaliyet denetimi, işletme faaliyetlerinin verimliliği ve etkinliğinin ölçülmesi amacıyla gerçekleştirilir. Bu denetimde sadece finansal tablolar değil üretim, pazarlama, satış gibi faaliyetlerin de verimliliği ölçülmeye çalışılır (Çömlekçi, 2004: 7).

Özel amaçlı denetim, işletme yönetimine bilgi sağlamak için yapılan özel bir amaç belirlenerek yapılan denetimlerdir. Özel amaçlı denetim, işletme faaliyetlerinin tümünün değil belirlenen bir konuda denetimin yapılmasıdır. Bu denetime hile denetimi, satın alma denetimi, ortaklık, yatırım, kredi vb. örnekler verilebilir (Dalak, 2000: 69).

Denetçi Statüsü Yönünden Denetim:

Denetimi yapan denetçilerin statü yönünden denetim türlerini incelediğimizde iç denetim, bağımsız denetim ve kamu denetimi olmak üzere 3 farklı sınıflandırma yapabilmek mümkündür.

İç denetim, bir şirketin kendi bünyesinde çalıştırdığı denetçilerin bağımsız bir şekilde işletmenin faaliyetlerini hem finansal hem de finansal olmayan nitelikte incelemesi faaliyetidir. Mali tablolar denetimi, uygunluk denetimi, faaliyet denetimi ve özel amaçlı denetimler iç denetimin konusuna girmektedir. İç denetçiler, yürüttükleri denetim faaliyetlerini işletmenin üst yönetimine raporlar.

Bağımsız denetim, işletme mali tablolarının genel kabul görmüş muhasebe standartlarına uygunluğunu denetlemek için bağımsız denetçiler tarafından yapılan

denetimdir. İşletmenin oluşturmuş olduğu finansal tabloların temel kıstaslara uygunluğu kontrol edilir.

Kamu kuruluşlarının kendi bünyesindeki denetçilerle kuruluşlarının faaliyetlerinin yasal mevzuatlara, kamu yararına ve ekonomi politikalarına uyumunun incelenmesine ise kamu denetimi denir.

Kapsamlarına Göre Denetim:

Kapsamlarına göre denetimler incelendiğinde ise sürekli denetim, sınırlı denetim, özel denetim, zorunlu denetim ve ihtiyari denetim olarak sınıflandırılabilir.

Sürekli denetim, yıl boyunca muhasebe faaliyetlerinin denetlenmesidir. Sürekli denetimde, denetçi yıl boyu yeterli kanıtları toplayabilir, denetim çalışmalarını bir alan veya kapsam sınırlaması olmadan yapabilir (Doğan ve Hilal, 2019: 49).

Sınırlı denetim, bir yılda üç ayda bir, altı ayda bir gibi belirli hesap dönemlerinde yapılan denetimdir. Sınırlı denetim ve sürekli denetim kıyaslandığında sınırlı denetimde kanıt toplamak için sürekli denetimdeki gibi yeterli süre yoktur, bu sebeple toplanan kanıtlar sınırlıdır. Ayrıca üç aylık, altı aylık gerçekleşen denetimler bir işletmenin bir yıllık gerçek verilerini göstermediği için geçici rakamlardır (Doğan ve Hilal, 2019: 51).

Özel denetim, bir işletmede sadece belirli bir konu üzerine yapılan denetimi ifade etmektedir. Zorunlu denetim, yasal hükümler gereği yapılması zorunlu kılınmış denetimlerdir. İhtiyari denetim ise yasal bir zorunluluk olmamasına rağmen, işletmelerin isteği üzerine yapılan denetimlerdir (Dalak, 2000: 69).

1.1.2. Genel Kabul Görmüş Denetim Standartları

Denetim standartları, denetçinin mesleğini yerine getirmesine yardım eden, denetçiye gerçekleştirdiği faaliyetlerde yol gösteren standartlardır. Genel kabul görmüş denetim standartları genel standartlar, çalışma alanı standartları ve raporlama standartları olmak üzere 3 ana grup altında incelenmektedir (Erdoğan, 2002: 58).

Genel standartlar; mesleki eğitim ve yeterlilik, bağımsızlık ve mesleki özen ve dikkat olmak üzere 3 standarttan oluşur. Mesleki eğitim ve yeterlilik standardı, denetim faaliyetinin teknik eğitime sahip, uzman kişilerce gerçekleştirilmesini ifade eder. Bu standart, muhasebe eğitimine ek olarak muhasebeyi yakından ilgilendiren ekonomi, finans, hukuk, vergi gibi dallarda da bilgi sahibi olmayı gerektirmektedir. Ayrıca teorik eğitim dışında meslek sınavlarından geçmek ve staj yapmak gerekmektedir. Türkiye’de

Serbest Muhasebeci Mali Müşavir (SMMM) olabilmek için öncelikle staja giriş sınavını geçmek ve 3 yıl staj yapmak gerekmektedir. Stajı tamamlayan adaylar SMMM yeterlilik sınavına girerek ruhsat almaya hak kazanırlar. 10 yıl SMMM mesleğini fiilen sürdüren kişiler ise Yeminli Mali Müşavir (YMM) sınavına girerek YMM olmaya hak kazanırlar. Bağımsızlık standardı, denetçilerin denetim faaliyetlerini yürütürken tüm konularda bağımsız davranması gerektiğini savunur. Denetçilerin, denetledikleri işletme ortaklarının veya yetkililerinin herhangi bir konuda etkisinde kalmadan, bağımsız, tarafsız ve dürüst davranmaları gerekir. Mesleki özen ve dikkat standardında ise denetçinin uzmanlığını büyük bir özen ve titizlikle ortaya koyması, tüm denetim standartlarına eksiksiz bir biçimde uyması beklenir (Çömlekçi, 2004: 18).

Çalışma alanı standartları; planlama ve gözetim standardı, iç kontrolün incelenmesi ve kanıt toplama standartlarından oluşur. Planlama ve gözetim standardında, denetçilerin denetime başlamadan önce yeterli düzeyde planlama yapması beklenir. Denetim planlanması aşamasında insan gücü planlaması da dahil edilmeli, kaç denetçi ile denetimin sürdürüleceği, denetimin ne kadar süreceği belirlenmelidir. İç kontrolün incelenmesi standardına göre ise iç kontrol sistemi etkin olan işletmelerin hata riskinin az olacağı ve bu sebeple denetim riskinin de azalacağı öngörülür. Denetim riskinin az olması sonucunda, denetçilerin görüş vermesi için yapması gereken test ve toplaması gereken kanıt sayısı azalacaktır. Çalışma alanı standartlarının son standardı olan kanıt toplama standardına göre ise denetçilerin görüş verebilmesi için gerekli sayıda yeterli miktarda ve güvenilir kaynaklı kanıtların toplanmış olması gerekir. Denetçiler, denetimin ilke ve kurallarına göre yapıldığını sunabilmek için kanıt niteliğinde olan önemli kayıtları tutmalı ve saklamalıdır (Dönmez vd., 2005: 56).

Raporlama standartları ise genel kabul görmüş muhasebe ilkelerine uyum, genel kabul görmüş muhasebe ilkelerinde tutarlılık, tam açıklama ve görüş bildirme standartları gibi finansal tabloların denetimini kapsayan standartlardan oluşur. Genel kabul görmüş muhasebe ilkelerine uyum standardında; denetçi, müşterisinin finansal tablolarının genel kabul görmüş muhasebe ilkelerine uyumun sağlanıp sağlanmadığını araştırır. Genel kabul görmüş muhasebe ilkelerinde tutarlılık standardında, denetçi, raporunda muhasebe ilkelerinin her dönemde olduğu gibi değişmeden uygulanmış olduğunu belirtmelidir. Yeterli açıklama standartlarında, mali tablo dipnotlarının aksi belirtilmedikçe yeterli olduğu kabul edilir. Görüş bildirme standardı ise denetçinin denetim sonucunda olumlu,

şartlı olumlu, olumsuz görüş vermesini veya görüş vermekten kaçınacaksa bu durum ile ilgili gerekli bilgiyi denetim raporunda açıklamasını ifade eder (Erol ve Aslan, 2017: 77).

1.1.3. Denetçilerin Sahip Olması Gereken Özellikler

Her meslekte olduğu gibi denetim mesleğinde de sahip olunması gereken bazı özellikler vardır. Denetçinin sadece müşterinin ihtiyaçlarını karşılaması yeterli değildir. Genel olarak bakıldığında denetçilerin bağımsız ve objektif olabilen, etik davranabilen kişiler olması beklenir.

Uluslararası Yüksek Denetim Kurumları Teşkilatı (International Organization of Supreme Audit Institutions-INTOSAI), 1998 yılında kamu denetçilerine yönelik hazırladığı mesleki etik kurallarını şu başlıklar altında toplamıştır:

- Dürüstlük
- Bağımsızlık
- Tarafsızlık
- Çıkar Çatışmasından Kaçınma
- Meslek Sırlarının Saklanması (Gizlilik)
- Mesleki Yeterlilik

Bu kavramları kısaca inceleyecek olursak; denetçi, dürüstlük kavramı gereği doğru ve adaletli davranmalı, kişilere ve şirketlere karşı bağımsızlığının zedeleneceği durumlarda bulunmamalıdır, denetimi gerçekleştirirken tarafsızlığını bozmamalı, objektif bir biçimde olaylara yaklaşmalıdır. Denetim esnasında teklif edilen hediye, para gibi ödüllerin çıkar çatışmasını önlemek adına denetçi tarafından kabul edilmemesi beklenir. Denetim sürecinde elde edilen bilgilerin üçüncü kişilere ifşa edilmemesi gerekir. Ayrıca denetçilerin mevzuata, yeterli bilgi ve deneyime sahip olması beklenir.

Uluslararası İç Denetçiler Enstitüsü (Institute of Internal Auditors- IIA) tarafından ise denetçilerin sahip olması gereken 4 ilke; dürüstlük, tarafsızlık, mesleki ehliyet ve sır saklamadır (Demir, 2015: 344).

1.1.4. Denetim Süreci

Denetim sürecinin aşamalarına bakıldığında ilk olarak müşteri seçimi ve işin kabul edilmesi ile denetime başlanıldığı, daha sonra denetim faaliyetinin planlandığı, planlanan denetim faaliyetinin uygulandığı ve denetim faaliyeti bitirildikten sonra raporlama yapıldığı görülmektedir.

Müşteri seçimi ve işin kabulü aşaması bağımsız denetçilere özgü bir durum olup, iç denetçilerde bu tür bir durum bulunmamaktadır, üst yönetimin isteği doğrultusunda buldukları işletmenin departmanlarına, şubelere ve bölge müdürlüklerine, holding ise grup şirketlerine denetim faaliyeti gerçekleştirirler. Müşteri kabulü aşamasında denetçiler işletmenin bir önceki denetçisinden bilgi alabilir, işletmenin iç kontrol sistemi ile ilgili bir inceleme yapabilir ve müşterinin iş yükünü belirleyerek denetim ekibi ile bu denetimin yürütülüp yürütülemeyeceğini belirleyebilir. Bu belirlemeler sonrasında ise müşterinin kabul edilip edilmeyeceği hakkında bir karara varılır.

Denetim planlaması her denetim için farklı olabilir. Çünkü her denetime ayrılması gereken bütçe, maliyet ve çalışan sayısı aynı olmamaktadır. Bağımsız denetim firmalarında denetlenecek müşterinin şehir dışında olması ya da iç denetimin farklı şehirlerdeki grup şirketi veya şubelerde gerçekleştirilmesi de denetim planında farklı zaman, maliyet ve çalışan sayısı belirlenmesinde etkilidir. Denetçi denetimlere gitmeden önce bir denetim planı hazırlar ve bu denetim planında şu unsurlar dikkate alınır: uygulanacak denetim politika ve prosedürleri, işletmenin iç kontrol yapısı ile ilgili bilgiler, denetimin amacı, denetim programının taslağı, gerekli niteliklere sahip denetim ekibinin bilgileri, denetim çalışmalarının süresi ve bütçesi, gerektiğinde bilgisine başvurulacak uzman kişilerin listesi ve denetim programı (Mengi, 2002: 14).

Denetim faaliyetlerinin yürütülmesi aşamasında belirlenen kontrol testleri ve maddilik testleri uygulanır, iç kontrol sistemi incelenerek bir değerlendirme yapılır ve toplanan kanıtlar değerlendirilir.

Denetim faaliyetinin son aşaması olan raporlama aşamasında ise elde edilen kanıtlar ve yapılan denetim testleri sonucunda elde edilen bulgular ilgili kişilere raporlanır.

1.2. İç Denetim Kavramı

İç denetim faaliyetleri, kuruluşların operasyonlarına değer katmak, kurumun süreçlerini geliştirmek için tasarlanmış bağımsız, nesnel bir güvence ve danışmanlık faaliyetidir. Kurumun faaliyetlerine sistematik, disiplinli bir yaklaşım getirerek kurumun hedeflerine ulaşmasına yardımcı olur, risk yönetimi ve kontrol süreçlerinin etkinliğini geliştirir (Hermanson ve Rittenberg, 2003: 55).

Meslek olarak iç denetimin ortaya çıkması 1900'lü yıllara dayanmaktadır. Bu yıllarda İngilizlerin ABD'de yaptığı yatırımları kontrol etme ihtiyacı ortaya çıkmış ve dış

denetçilerin çok fazla maliyet oluşturduğu düşünülmüş bu sebeple de işletme içinde denetçi istihdam etme fikri oluşmuştur. Bu uygulamanın yaygınlaşmasıyla birlikte 1941 yılında Amerika’da Uluslararası İç Denetçiler Enstitüsü kurulmuş ve bu sayede iç denetim mesleği modern bir meslek olarak kabul edilmiştir. Uluslararası İç Denetim Enstitüsü’nün kurulması iç denetim mesleğinin standartlarının belirlenmesinde büyük rol oynamıştır (Berber, 2014: 20).

İşletmelerin iç denetimden beklediği faydalar incelendiğinde yıllar bazında değişen bir anlayış olduğu görülmektedir. 1950’li yıllarda işletmelerin iç denetimden beklentisinin varlıkların korunması, 1960’lı yıllarda işletme verilerinin güvenliği ve doğruluğunun denetlenmesi, 1970’li yıllarda uygunluk denetiminin yapılması, 1980’li yıllarda işletme etkinliğinin denetlenmesi, 1990’lı yıllarda işletme amaçlarına uyulması ve 2000’li yıllarda ise işletmeye değer katma olduğu görülmektedir (Tosunoğlu, 2010: 50). Ayrıca geleneksel iç denetim anlayışı ve günümüz iç denetim anlayışı karşılaştırıldığında, geleneksel iç denetim anlayışının denetim odaklı, işlem denetimi, finansal kayıp denetimi ve uygunluk denetimine yoğunlaşmış, mevzuat tabanlı bir denetim anlayışı olduğu görülmektedir. Günümüz iç denetim anlayışında ise amacın işletmeye katma değer sağlama olduğu, süreç denetimi, risk odaklı denetim, verimlilik denetimi anlayışlarının yoğun olduğu ve büyük oranda teknolojiden yararlanılarak değişime öncü olma anlayışının olduğu görülmektedir (Cengiz, 2013: 422).

Günümüzde iç denetim faaliyeti, bir kurumun mali nitelikli işlemleri ile ilgilenirken mali nitelikte olmayan kurumsal yönetim gibi işlemleri ile de ilgilenmektedir. İç denetim, işletme faaliyetlerine ilişkin bilgilerin doğruluğunun test edilmesinde, işletme faaliyetlerinin belirlenen işletme prosedür, talimatlarına ayrıca kanun ve mevzuatlara uygunluğunun sağlanmasında, kaynakların etkin kullanımının sağlanmasında ve işletme faaliyetlerinin hedef ve amaçlarını gerçekleştirilmesi konusunda işletmelere fayda sağlamaktadır (Toksoy, 2015: 15).

1.2.1. İç Denetimin Amaçları

İç denetim faaliyeti, denetlenen birimler için her ne kadar eksik bulma, hata ortaya çıkarma, teftiş olarak algılansa da iç denetimin asıl amacı, kişilere ve işletmelere yol göstermek, belirlenen hedefe ulaşılmasında yardımcı olmak, danışmanlık faaliyeti sunmak ve işletme faaliyetlerine değer katmaktır.

Bu kapsamda iç denetimin amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- İşletmeye bağımsız ve objektif bir biçimde danışmanlık ve güvence hizmeti sağlamak,
- İşletmenin etkinliğinin ve verimliliğinin artmasını sağlamak,
- Kurumsal yönetim kalitesini artırmak,
- Süreç iyileştirme faaliyetlerinde bulunmak,
- Risklerin değerlendirilmesi ve risklerin gerçekleşmesinin önüne geçilmesini sağlamak,
- Sadece mali denetimle kısıtlı kalmamakla birlikte buldukları şirketlerde uyum, bilgi sistemleri, faaliyet, performans gibi çeşitli denetimleri sistematik olarak gerçekleştirmek,
- Gerçekleştirdiği denetim faaliyetleri sonucunda üst yönetime hazırladığı raporları sunmak.

Şirketlerde iç denetimin amaçları incelendiğinde zaman zaman iç kontrolün amaçları ile karıştırıldığı da görülmektedir. İç kontrol ile ilgili sorumluluk, işletmenin üst yönetimindedir. İç denetim birimi ise kurulan iç kontrol faaliyetlerinin etkin çalışıp çalışmadığının değerlendirmesini yapmaktadır.

1.2.2. İç Denetçi ve Bağımsız Denetçi Arasındaki Farklar

İç denetçiler, işletmenin üst yönetimi tarafından görevlendirilmekte ve bulunduğu işletmede kadrolu olarak çalışmaktayken bağımsız denetçiler, üçüncü kişiler veya ortaklar tarafından görevlendirilmektedir. İç denetçiler, işletme üst yönetiminin belirlediği ihtiyaçlar doğrultusunda hizmet eder, bağımsız denetçiler ise üçüncü kişilere mali tabloların güvenilirliği hakkında bilgi sağlar.

İç denetçiler, işletme yönetimine raporlama yapmaktadır, bağımsız denetçiler ise üçüncü kişilere veya ortaklara raporlama faaliyeti yapar. İç denetçilerin yetki kaynağı yönetimin verdiği yetki ve destektir, bağımsız denetçilerin yetki kaynağı ise yasa ve yönetmeliklerdir. İç denetçiler, işletme yönetimine karşı sorumluyken bağımsız denetçiler yasalar önünde sorumludurlar.

İç denetçiler, işletmenin kendi personeli olduğundan dolayı bağımsızlıkları sınırlıdır, bağımsız denetçiler ise işletme ile ilgili bir bağları olmadığından dolayı tam olarak bağımsızlardır. İç denetçiler yıl boyu işletmede denetim faaliyetinde bulunurlar, bağımsız denetçiler ise yılsonu, dönem kapandıktan sonra denetim faaliyetinde bulunurlar (Berber, 2014: 23).

1.2.3. Türkiye İç Denetim Enstitüsü (TİDE)

Türkiye İç Denetim Enstitüsü'nün kurulmasına etki eden ve dünyada iç denetime öncülük eden kurumlara bakıldığında; 1941 yılında New York'ta Uluslararası İç Denetçiler Enstitüsü kurulmuş, iç denetim mesleğinin standartlarının ve etik kurallarının belirlenmesinde öncü olmuştur. 1982 yılında ise Avrupa İç Denetim Enstitüleri Konfederasyonu (European Confederation of Institutes of Internal Auditing, ECIIA) kurulmuş ve iç denetimin Avrupa Birliği'nde de tanınırlığı artmıştır (Aslan, 2010: 80).

Türkiye'de İç Denetim Enstitüsü'nün (TİDE) kurulması için ilk adımlar, 1994 yılında atılmış, 1995 yılında Ali Kamil UZUN ve başkanlığındaki 47 üye ile birlikte İç Denetim Enstitüsü kurulmuştur. 1996 yılında İç Denetim Enstitüsü, IIA (The Institute of Internal Auditors) ve ECIIA (European Confederation of Institutes of Internal Auditing) üyeliklerine kabul edilmiştir. 1997 yılında Türkiye'de ilk İç Denetim Kongresi gerçekleştirilmiştir. 1998 yılında enstitünün adı Bakanlar Kurulu kararı ile "Türkiye İç Denetim Enstitüsü (TİDE)" olarak onaylanmış ve "Uluslararası İç Denetim Standartları" Türkçe diline çevrilmiştir. 2000 yılında iç denetim mesleğinde sertifika alınmasını sağlayan Uluslararası İç Denetçi (Certified Internal Auditor, CIA) sınavı, Türkiye'de yapılmaya başlanmış ve yine aynı tarihte İstanbul'da "Avrupa İç Denetim Konferansı" yapılmıştır. 2001 yılında İç Denetim Dergisi yayınlanmaya başlamış, 2003 yılında ise bu dergi IIA tarafından yayıncılık alanında birincilik ödülünü almıştır. 2005 yılında CIA sınavları Türkçe dili ile yapılmaya başlanmış ve Türkiye İç Denetçiler Enstitüsü, IIA tarafından "Ulusal Enstitü" olarak kabul edilmiştir. 2008 yılında CIA sınavları bilgisayar ortamında yapılmaya başlanmış, 2009 yılında ise Certification in Control Self-Assessment (CCSA), Certified Financial Services Auditor (CFSA), Certified Government Auditing Professional (CGAP) sınavları bilgisayar ortamında uygulanmaya başlanmıştır. 2010 yılında, TİDE yayıncılık sertifikası almış ve ilk kitabını yayınlamıştır, 2012 yılında ise ilk iç denetim kitabı yayınlamıştır. TİDE, IIA tarafından ilk defa verilmeye başlanan "Farkındalık Özel Ödülünü" 2014 yılında almıştır, 2015 yılında ikinci kez ve 2016 yılında ise üçüncü kez bu ödülü almaya hak kazanmıştır (<https://www.tide.org.tr/page/4/Kilometre-Taslari>).

1. 3. İç Kontrol

İç kontrol, işletmenin finansal raporlamalarının güvenilirliği, işletme faaliyetlerinin verimliliği ve etkinliği hakkında yasalara, mevzuata, politika ve prosedürlere uyum

konusunda makul güvence verebilmek amacıyla işletme yönetimi ve işletme çalışanları tarafından oluşturulan bir süreçtir (Tosunoğlu, 2010: 28).

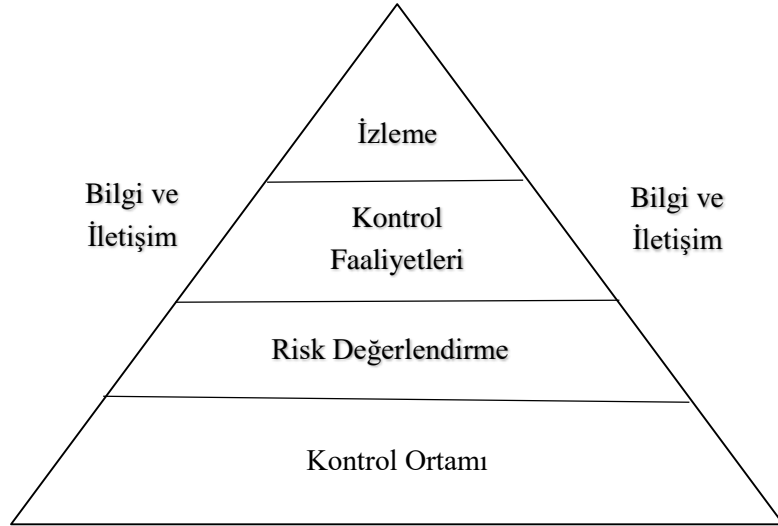
İç kontrol sistemi, sıklıkla iç denetim faaliyetiyle karıştırılmaktadır. İç kontrol faaliyeti, sadece işletmedeki mali hizmetleri yürüten ya da denetim birimlerinin sorumlu olduğu bir faaliyet değildir. İç kontrol sisteminde sorumluluk, üst yönetimdedir. İç kontrol sistemi, işletmenin sadece mali nitelikteki konularını değil işletmenin tüm faaliyetlerini kapsayan ve tüm birimlerini ilgilendiren bir süreçtir. İç denetim ise iç kontrol faaliyetlerinin etkinliğinin ve verimliliğinin yeterliliği ile ilgilenerek, iç kontrol sistemi ile işletme amaçlarının gerçekleştirilebilir olup olmadığı konusunda işletme yöneticilerine bilgi verir. Günümüzde sürekli rekabet ortamında olan işletmelerin kurumsallaşabilmeleri için en önemli etkenlerden biri iç kontrol sisteminin olmasıdır. İç kontrol sisteminin kalitesinin ölçülmesinde ise iç denetim birimlerinin etkisi büyüktür (İbiş ve Çatıkkaş, 2012: 99).

En kapsamlı iç kontrol modeli, COSO modeli olmak ile birlikte diğer iç kontrol modelleri şunlardır: COCO Kanada İç Kontrol Modeli (Canadian Institute of Chartered Accountants' Criteria of Control Framework), Turnbull Raporu Modeli (Financial Reporting Council; Internal Control; Revised Guidance for Directors on the Combined Code), Basel Bankacılık İç Kontrol Modeli (The Basel Committee on Banking Supervision's Framework for Internal Control Systems), COBIT Bilgi Sistemleri Kontrol Modeli (Control Objectives for Information and Related Technology), ISO İç Kontrol Modeli (International Organization for Standardization) ve ABD Federal Devlet İç Kontrol Standartları (Standards for Internal Control in the US Federal Government) (Türedi vd., 2015: 99).

1.3.1. COSO Modeli

ABD'de 1985 yılında kurulan Treadway Komisyonu (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission-COSO), hileli finansal raporlamayı engellemek adına ABD'deki Amerikan Muhasebeciler Birliği (AAA), Amerika Sertifikalı Kamu Muhasebecileri Birliği (AICPA), Uluslararası Finans Yöneticileri (FEI), İç Denetçiler Enstitüsü (IIA) ve Yönetim Muhasebecileri Enstitüsü'nün (IMA) bir araya gelmesi ile oluşmuştur. Treadway Komisyonu'nun amacı hileli finansal raporlamanın önüne geçmek, ortaya çıkmasını engellemek amacı ile işletmelerin iç kontrol sistemlerinin belirlenmesi için bir çerçeve oluşturmaktır. Bu amaçla COSO, 1992 yılında

'İç Kontrol Bütünleşik Sistem' (Internal Control, Integrated Framework) isimli raporu yayınlamıştır. COSO raporu işletmelerin iç kontrol sisteminin oluşturulmasında büyük öneme sahip bir kaynak olmuştur. COSO, iç kontrol sistemini, Şekil 2'de gösterilen piramit şeklinde, birbiri ile bağlantılı beş katman olarak tanımlamıştır. Bu bileşenler; kontrol ortamı, risk değerlemesi, kontrol faaliyetleri, bilgi ve iletişim ve izlemedir (Bakkal ve Kasımoğlu, 2012: 5). Şekil 2'de COSO modeli gösterilmiştir.



Şekil 2. COSO Modeli

Kontrol ortamı, iç kontrol unsurlarının temelini teşkil etmektedir. İşletme yönetiminin belirlediği politikalar, organizasyon şeması, yetki ve sorumlulukların belirlendiği prosedür ve talimatlar kontrol ortamını etkilemektedir. İç kontrolün etkinliğinin ölçülmesi kontrol ortamına bağlıdır. Kontrol ortamında çalışanlara büyük sorumluluk düşmektedir. İşletmede elverişli bir kontrol ortamının yaratılması için çalışanların yetki ve sorumluluklarını bilerek buna uygun davranması, dürüst ve ahlaki değerlere uygun davranması gerekmektedir (Toksoy, 2015: 25).

Risk değerlendirme süreci, işletmenin risklerinin belirlenerek bu risklerin gerçekleşmesini engelleyecek önlemlerin alınması sürecidir. COSO'ya göre risk değerlendirme süreci; riskin öneminin belirlenmesi, riskin gerçekleşme olasılığı ile gerçekleşme sıklığının belirlenmesi ve riskin yönetilmesi için alınacak önlemlerin belirlenmesi olmak üzere 3 aşamada tanımlanmaktadır (Bakkal ve Kasımoğlu, 2012: 6).

Kontrol faaliyeti, riskleri ortadan kaldırmaya yönelik önleyici veya ortaya çıkarıcı faaliyetler olabilir. Kontrol faaliyetleri riskler ile karşılaşılmasını önlemek adına işletmede uygulanan prosedür ve politikalarıdır. Görevler ayrılığı, fiziksel kontroller ve yetkilendirme faaliyetleri kontrol faaliyetlerine örnek gösterilebilir (Akyel, 2010b: 87).

Bilgi ve iletişime bakıldığında; bilgi, çalışanların işletmede görevlerini yapabilmesi için gerekli olurken iletişim de bu bilginin gerekli kişilerle paylaşılmasını ifade eder. Çalışanların görevlerini yerine getirmesi için gerekli bilgilerin işletme içinde kaydedilmesi, sınıflandırılması ve çalışanlara duyurulması gerekmektedir (Toksoy, 2015: 33).

İzlemenin amacı, kurulan iç kontrol sisteminin doğru çalışıp çalışmadığı hakkında bir yargıya varmaktır. İşletmelerin faaliyetlerinin değişmesi, geliştirilmesi ve bilgi işlem yapısının geliştirilmesi ile zamanında kurulmuş olan iç kontrol faaliyetlerinin güncellenmesi gerekebilmektedir (Bakkal ve Kasımoğlu, 2012: 7).

1.3.2. COCO Modeli

COCO Kanada İç Kontrol Modeli, (Canadian Institute of Chartered Accountants' Criteria of Control Framework) COSO modelinin ortaya çıkmasından sonra, 1995 yılında Kanada Yetki Belgeli Kamu Muhasebecileri Enstitüsü tarafından yayımlanan bir iç kontrol modelidir. COSO modelinde iç kontrole dahil edilmeyen risk yönetimi, stratejik yönetim, düzeltici faaliyetler gibi faaliyetler COCO modelinde kontrol kavramının içerisine dahil edilmiştir (İbiş ve Çatıkkaş, 2012: 110).

Bu model "Kontrol Rehberi" ismiyle yayımlanmasıyla beraber çalışmalarda "COCO Raporu" olarak da görülmektedir. COCO modeli, kontrol kavramını çalışanları destekleyen kaynaklar, sistemler ve süreçler gibi bir işletme unsuru olarak tanımlamıştır (Bakkal ve Kasımoğlu, 2012: 8).

COCO çerçevesinde kriterler dört ana başlıktan oluşmaktadır:

- Amaç
- Bağlılık
- Yeterlilik
- Gözlem ve İzleme (İbiş ve Çatıkkaş, 2012: 110)

1.4. İç Denetim ve Kurumsal Risk Yönetimi

İşletmelerin belirledikleri hedeflere ulaşmasındaki başarısı risklerin ortaya çıkmadan müdahale edilmesi, tespit edilen riskler için önlemler alınarak risk seviyesinin düşürülmesine bağlıdır. Günümüzde rekabet halinde olan birçok işletme için risklerin yönetilebilir olması belirlediği hedeflere ulaşması için büyük bir fırsat oluşturmaktadır.

Kurumsal risk yönetiminin işletmelere faydaları şu şekilde sıralanabilir:

- İşletmenin kurumsal risk yönetiminde bir sorun ortaya çıkmadan önce önleyici kontroller ile faaliyetlerinin devamlılığının sağlanması,
- Risklerin meydana gelmeden önce tespit edilerek düzeltici faaliyetlerin belirlenmesi,
- Yaşanması muhtemel olan durumların verebileceği zararların azaltılarak risk maliyetlerinin en aza indirilmesi,
- İşletme faaliyetlerinin yasa, mevzuat ve düzenlemelere uyumunun sağlanması,
- Risk önemlilik derecelerinin belirlenerek risk seviyesine göre hangi risklere öncelik verilmesinin sağlanacağı belirlenmesi ve zamandan tasarruf edilmesi (Mandalas ve Can, 2020: 82).

1.5. Risk Odaklı İç Denetim

Risk odaklı iç denetim anlayışında amaç işletmenin karşılaşılabileceği risklerin tespit edilmesi, bu riskler için kontrol noktalarının oluşturulması ve risklerin kontrol altında tutulmasıdır. Bu denetim anlayışı, işletmenin risk iştahına uygun bir şekilde yönetildiğine dair güvence verir. Risk odaklı iç denetim anlayışını geleneksel iç denetim anlayışından ayıran en temel özelliği işletme faaliyetlerine değer katma amacının ön planda olmasıdır (Türedi vd., 2015: 12).

Risk odaklı iç denetim ve geleneksel iç denetim anlayışı karşılaştırıldığında, odak noktasının geleneksel iç denetimde iç kontrol, risk odaklı iç denetimde ise risk olduğu görülmektedir. Geleneksel iç denetimde düzeltici faaliyetler, olaylar gerçekleştikten sonra denetim yapılması ve belirli aralıklarla denetim anlayışı varken risk odaklı iç denetimde önleyici ve sürekli denetim anlayışı hakimdir. Uygulanan iç denetim testleri geleneksel iç denetimde kontrol odaklı, risk odaklı iç denetimde ise risk odaklıdır (Türedi vd., 2015: 12).

İKİNCİ BÖLÜM

UYGULAMADA KULLANILAN YÖNTEMLER

2.1. FUCOM

FUCOM (Full Consistency Method) yöntemi, Pamučar vd. (2018) tarafından önerilen sübjektif kriter ağırlıklandırma yöntemidir. Literatürdeki diğer ÇKKV tekniklerine göre daha yeni bir kriter ağırlıklandırma modeli olan FUCOM, diğer ÇKKV tekniklerinden daha az sayıda ikili karşılaştırma yapmaktadır. FUCOM’da, n adet kriter için n-1 adet ikili karşılaştırma yapılarak çözüme ulaşılabilir. Bu yöntemin kolay çözüm adımlarına sahip olması ve birden fazla karar vericinin olması durumunda kullanılabilmesi avantaj sağlamaktadır (Ayçin ve Aşan, 2021: 199).

ÇKKV modellerinde kriterlerin göreceli ağırlıklarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Bazı ÇKKV yöntemlerindeki ağırlık katsayıları, çözümü önemli ölçüde etkilemekte ve karar verme sonucu üzerinde önemli bir etki gösterebilmektedir. FUCOM, hiyerarşinin belirli bir düzeyindeki ikili olarak karşılaştırılan tüm öğelerin ağırlık katsayılarının değerlerinin kesin olarak belirlenmesini ve karşılaştırma tutarlılığını sağlamaktadır. İkili karşılaştırmalar yapılırken kriter A’nın B’den, B’nin C’den, C’nin A’dan daha önemli olduğu belirtilirse problem çözümü tutarsız olur ve sonuçların güvenilirliği azalır. Eğer çok sayıda ikili karşılaştırma yapılıyorsa bu durum ile karşılaşılabilmektedir. FUCOM ise az sayıda ikili karşılaştırmalar yapıldığından ve kriterlerin optimal değerleri hesaplanırken tanımlanan kısıtlamalar nedeniyle hata olasılığı önemli ölçüde azalmaktadır. FUCOM, tam tutarlıktan sapma değerini (DFC) belirleyerek, elde edilen ağırlık vektörleri için hata değerini hesaplamakta ve modelin doğrulanmasını sağlamaktadır (Pamuçar vd., 2018: 5).

FUCOM’un avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- FUCOM ile diğer bir kriter ağırlıklandırma yöntemi olan AHP’ye göre daha az sayıda ikili karşılaştırma yapılmasını gerektirmektedir. AHP yönteminde $(2n-1)$ kadar ikili karşılaştırma yapılırken, FUCOM’da yalnızca $(n-1)$ kadar ikili karşılaştırma yapılmaktadır ve bu karşılaştırma sayısı, önemli ölçüde düşük bir karşılaştırma sayısıdır (Pamuçar vd., 2018: 4).
- Tek bir karar verici ya da çoklu karar vericilerin olduğu problemlerde kullanılabilir.

- İkili karşılaştırmalar yaparken tutarlılık kavramına uyum sağlanır.
- Kriter ağırlıklarının güvenilir bir şekilde hesaplanmasına olanak sağlar (Ecer, 2021: 28).

2.1.1. FUCOM Çözüm Adımları

FUCOM'un üç aşamadan oluşan çözüm adımları aşağıda gösterilmektedir (Pamuçar, 2018: 5):

Adım 1: Kriterlerin Önem Derecesine Göre Sıralanması

İlk olarak önceden belirlenmiş olan kriterler, karar vericiler tarafından, kriterlerin önem derecesine göre sıralanmaktadır. Yani, en yüksek kriter ağırlık katsayısına sahip olması beklenen kriterden en düşük ağırlık katsayısına sahip olması gereken kriterlere göre sıralama yapılmaktadır.

$$C_{j(1)} > C_{j(2)} > \dots > C_{j(k)} \quad (2.1)$$

Karşılaştırma yapılırken aynı öneme sahip olduğu düşünülen kriterler varsa burada “>” işareti yerine “=” işareti kullanılmaktadır.

Adım 2: Kriterlerin Karşılaştırılması ve Karşılaştırmalı Önceliklerin Belirlenmesi

Karar verici ya da karar vericiler tarafından sıralanmış olan kriterlerin karşılaştırmalı öncelikleri ($\varphi_{k/(k+1)}$) belirlenerek, değerlendirme kriterlerinin karşılaştırmalı öncelik vektörü hesaplanır (Ecer, 2021: 28).

$$\phi = (\varphi_{1/2}, \varphi_{2/3}, \varphi_{3/4}, \dots, \varphi_{k/(k+1)}) \quad (2.2)$$

Yukarıda Eşitlik (2.2)'de belirtilen $\varphi_{k/(k+1)}$ değeri, $C_{j(k)}$ kriterinin sıralamasının $C_{j(k+1)}$ kriterinin sıralamasına göre avantajını göstermektedir (Ayçin ve Aşan, 2021: 200).

Adım 3: Değerlendirme Kriterlerinin $(w_1, w, \dots, w_n)^T$ Ağırlık Katsayılarının Nihai Değerinin Hesaplanması

Son adımda, değerlendirme kriterlerinin ağırlık katsayılarının nihai değerinin hesaplanabilmesi için aşağıda belirtilen iki koşulun yerine getirilmesi gerekmektedir.

Koşul 1: Ağırlık katsayılarının oranı, 2. adımda belirlenen gözlemlenen kriterler arasındaki karşılaştırmalı önceliğe ($\varphi_{k/(k+1)}$) eşittir.

$$w_k / w_{(k+1)} = \varphi_{k/(k+1)} \quad (2.3)$$

Koşul 2: Eşitlik (2.3)'teki koşula ek olarak, ağırlık katsayılarının nihai değerleri, matematiksel geçişlilik koşulunu sağlamalıdır.

$$\varphi_{k/(k+1)} \times \varphi_{(k+1)/(k+2)} = \varphi_{k/(k+2)} \text{ olmalıdır.}$$

$$\varphi_{k/(k+1)} = w_k / w_{k+1} \text{ ve } \varphi_{(k+1)/(k+2)} = w_{k+1} / w_{k+2} \text{ olduğundan,}$$

$$w_k / w_{k+1} \times w_{k+1} / w_{k+2} = w_k / w_{k+2} \text{ elde edilir.}$$

Böylece, Eşitlik (2.4)'te gösterilen, değerlendirme kriterlerinin ağırlık katsayılarının nihai değerlerinin karşılaması gereken bir başka koşul daha elde edilmiş olur.

$$w_k / w_{k+2} = \varphi_{k/(k+1)} \times \varphi_{(k+1)/(k+2)} \quad (2.4)$$

Tam tutarlılık (minimum TTS (χ)), yalnızca geçişliliğe tam olarak uyulması durumunda, yani Eşitlik (2.3) ve Eşitlik (2.4)'te belirtilen koşulların yerine getirilmesi ile karşılanır. Bu şartlar sağlandığında Tam Tutarlılıktan Sapma (TTS) minimum olur. Böylelikle maksimum tutarlılık sağlanmış olur ve kriter ağırlıkları için hesaplanan değerlerin TTS değeri (χ)=0 olur.

Aşağıda yer alan Eşitlik (2.5)'in çözülmesi ile, değerlendirme kriterlerinin nihai önem ağırlıkları (w_1, w_2, \dots, w_n)^T ve TTS(χ) değeri hesaplanır.

$$\text{Min } \chi$$

$$\left| \frac{w_{j(k)}}{w_{j(k+1)}} - \varphi_{k/(k+1)} \right| \leq \chi, \forall j$$

$$\left| \frac{w_{j(k)}}{w_{j(k+2)}} - \varphi_{k/(k+1)} \times \varphi_{(k+1)/(k+2)} \right| \leq \chi, \forall j \quad (2.5)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1, \forall j$$

$$w_j \geq 0, \forall j$$

2.1.2. FUCOM'un Literatür Taraması

Bu bölümde FUCOM'un literatür taramasına yer verilmiştir.

Prentkovskis vd. (2018), lojistik sektörü ile ilgili yaptığı uygulamada hizmet kalitesinin ölçümünün iyileştirilmesi için üç aşamadan oluşan yeni bir metodoloji

geliştirmişlerdir. Bu yeni metodolojide ilk olarak kalite boyut sıralamasını belirlemek için Delphi yönteminden yararlanılmış, ikinci aşamada FUCOM kullanılarak kalite boyutlarının ağırlık katsayıları belirlenmiş, üçüncü aşamada ise SERVQUAL modeli kullanılarak kalite düzeyinin belirlenmesini sağlamıştır. Ayrıca bu metodoloji, bir ekspres posta şirketinde gerçekleştirilen araştırmayla doğrulanmıştır.

Fazlollahtabar vd. (2019), bir depo için forklift seçilmesi probleminde kriter ağırlıklarının hesaplanmasında FUCOM'u, forkliftlerin sıralanmasında ise WASPAS yöntemini kullanmışlardır.

Ibrahimović vd. (2019), uluslararası bir taşımacılık şirketinde ulaşım aracının seçimi için öncelikle kriterlerin önemini belirlemek için FUCOM'u kullanmışlar, daha sonra ise alternatiflerin sıralanması için MABAC yönteminden yararlanmışlardır.

Badi ve Abdulshahed (2019), beş kriteri dikkate alarak, Libya'da bulunan dört hava yolunun performansını değerlendirmek ve karşılaştırmak için FUCOM ve AHP yöntemlerini tek bir sistemde birleştiren hibrit bir yöntem kullanmıştır. Dört havayolu arasından en yüksek puanı, Libyan Wings almıştır.

Arslan (2020), çalışmasında sağlık sektöründe, acil servislerde oluşabilecek riskleri belirlemiş ve HTEA tabanlı FUCOM & KEMIRA-M yöntemi kullanarak risk analizi çalışması yapmıştır. Acil servislerde meydana gelebilecek riskler kriter olarak dikkate alınmış, bu risklere karşı alınan önlemler ise alternatif olarak ele alınmıştır. Öncelikle HTEA yöntemi ile uzman görüşlerinden yararlanılarak kriter öncelikleri hesaplanmıştır. KEMIRA-M yöntemi ile medyan matrisi elde edilmiş, bu matrise göre FUCOM kullanılmış ve kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Son olarak ise tekrar KEMIRA-M yöntemi kullanılarak alternatif sıralamaları yapılmıştır. Bu yöntemlerin kullanılması sonucunda acil serviste alınması gereken en önemli önlemler belirlenmiştir.

Demir ve Bircan (2020), ideal özel okul seçimini etkileyen kriterlerin ağırlıkların hesaplanması için BWM ve FUCOM'u kullanmışlar ve bu iki yöntemle ulaşılan sonuçları birbirleriyle kıyaslanmışlardır. BWM ile yapılan çözümde en önemli kriter ağırlığının başarı durumu olduğu görülürken, FUCOM ile yapılan çözümde en önemli kriterin bütçe olduğu görülmüştür. Uygulamada, ağırlık katsayılarının nihai değerlerinin hesaplanması için LINGO 17 yazılımı kullanılmıştır.

Stević ve Brković (2020), çalışmalarında uluslararası bir taşımacılık şirketinde araştırma yapmışlardır. Şirkette yer alan yirmi üç sürücüyü beş adet kriter üzerinden değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada kriterlerin önemini belirlemek için FUCOM'u kullanmışlar sonrasında ise MARCOS yöntemi ile sürücüleri sıralamışlardır. Sonuçlarını yedi adet farklı ÇKKV yöntemi ile kıyaslayarak doğrulamışlardır.

Özdağoğlu vd. (2021), peyzaj sektöründeki bir firmanın faaliyetlerinde kullanacağı kamyonet seçimi için öncelikle dört kriter belirlemiş ve bu kriterlerin önem derecelerini FUCOM ile hesaplamışlardır. Sonrasında ise belirlenen üç alternatif arasından PROMETHEE yöntemi ile en uygun kamyonet seçimi yapılmıştır.

Hoan ve Ha (2021), tarafından yapılan çalışmada en iyi savaş uçağının belirlenmesi için birleşik bir yöntem ARAS-FUCOM'u kullanılmıştır. Uçakları değerlendirmek için on üç kriter belirlenmiş ve kriterlerin nihai ağırlık değerlerini elde etmek için karar verme sürecinde FUCOM, savaş uçaklarının kriterlere göre nihai sıralamasını elde etmek için ise ARAS yöntemi kullanılmıştır.

Ayçin ve Aşan (2021), işletmelerin daha fazla veriyi saklamasına yarayan iş zekâsı uygulamasının seçimi için öncelikle üç ana kriter ve bu ana kriterlerin altında da yirmi bir tane alt kriter belirlemişlerdir. Belirlenen kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanmasında FUCOM'dan yararlanılmıştır.

Ecer (2021), çalışmasında rüzgâr çiftlikleri için en uygun yerin tespit edilebilmesi adına belirlenen kriterleri FUCOM ile analiz etmiştir. Çalışmada üç ana kriter ve on iki adet alt kriter dikkate alınmıştır. Sonuç olarak yer seçimini etkileyen en önemli kriterin rüzgâr potansiyeli olduğu görülmüştür.

Atçı ve Atalay (2022), internet sitesi tasarımında kullanılan kriterlerin önem derecelerini belirlemişlerdir. Bu değerlendirmeleri yaparken FUCOM'a ek olarak B-FUCOM'u kullanmışlardır. Bu çalışmada kriterleri hem yazılımcılara göre hem de kullanıcılara göre sıralamışlardır. Yazılımcılara göre en önemli kriteri HTML ve dinamik yapının oluşturulması olarak bulurken, kullanıcılar için en önemli kriteri görsel tasarım olarak bulmuşlardır.

Gökler (2022), uzmanlar tarafından belirlenen Covid-19'un yayılma hızını etkileyen kriterlerin ağırlıklarını FUCOM kullanarak hesaplamıştır. FUCOM ile hesaplanan kriter ağırlıkları, Pareto analizinde kullanılmış ve yayılma hızına %80 etki

eden kriterler belirlenmiştir. Belirlenen kriterler, Rastgele Orman (RO) yöntemi ile onaylanarak vaka sayıları tahmin edilmiştir.

Uma (2022), en iyi bulut hizmeti sağlayıcısının seçimi için belirlenen kriter ağırlıklarını FUCOM ile belirlemiş ve hizmet sağlayıcıları sıralamak için MOORA yöntemini kullanmıştır.

Rehman vd. (2022), Pakistan’da elektrik enerjisi sektörüne ait risk değerlendirme ve risk azaltma stratejilerinin değerlendirilmesi için yeni bir çerçeve önermişlerdir. Risk değerlendirme kriterleri Bulanık FUCOM ile ölçülmüş ve risklerin sıralamasında Bulanık VIKOR yaklaşımı kullanılmıştır. Ayrıca bu çalışmada daha öncelikli olan riskler için Bulanık QFD (Kalite Fonksiyon Yayılımı) yöntemi kullanılarak risk azaltma stratejileri değerlendirilmiştir.

Genç vd. (2022), Türkiye’de satışa sunulan 5w30 motor yağı alternatiflerinden en iyisini belirlemeyi hedeflemişlerdir. Bu çalışmada, alanında uzman olan kişilerce belirlenen sekiz adet kriteri kullanmışlardır. Kriterlerin ağırlıklarını hava şartlarını da dikkate alarak BWM ve FUCOM ile sıralamışlardır. Çalışmada beş adet motor yağı alternatifini ise İzmir ve Erzurum için MABAC ve MAIRCA yöntemleri ile sıralamışlardır. Çalışma sonucunda İzmir ve Erzurum için en yüksek ağırlığa sahip kriter farklı çıkarken en sonda yer alan kriteri aynı bulmuşlardır. Motor yağı alternatifleri değerlendirildiğinde ise İzmir ve Erzurum için en iyi motor yağı alternatifi aynı bulunmuştur.

2.2. MABAC Yöntemi

MABAC (Multi-Attributive Border Approximation area Comparison) yöntemi, ilk kez 2015 yılında Pamučar ve Čirović tarafından bir lojistik merkezinde yapılacak yatırım için forkliftlerin değerlendirilmesi ve seçilmesi amacıyla geliştirilmiştir (Pamučar ve Čirović, 2015: 3016).

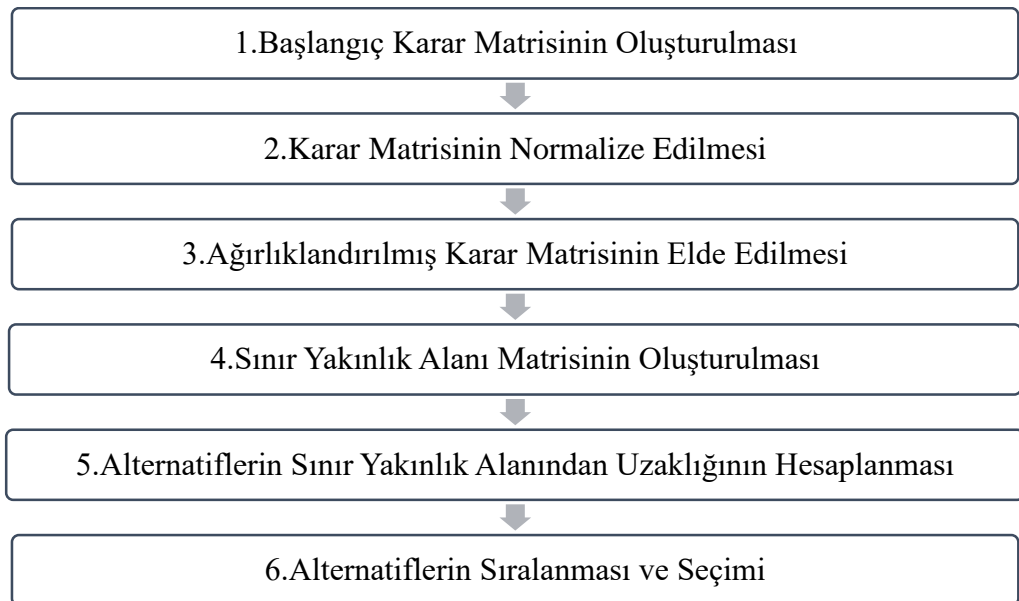
Pamučar ve Čirović tarafından geliştirilen çalışmada, MABAC yöntemi uygulamasından sonra duyarlılık analizi yapılmıştır. Yapılan duyarlılık analizi 3 aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada kriterlerin ağırlıklarındaki değişimlere bağlı olarak MABAC yöntemi ile ulaşılan çözüm üzerinde duyarlılık analizi yapılmıştır ve kriterlerin ağırlıklarındaki değişikliklerin alternatiflerin sıralarını değiştirme etkisine sahip olduğu görülmüştür. Yöntemin kriter ağırlıklarındaki değişikliklere duyarlı olduğu anlaşılmıştır. Duyarlılık analizinin ikinci ve üçüncü aşamalarında sonuçlar üzerinde

tutarlılık analizi yapılmış ve sonuçlar SAW, COPRAS, TOPSIS, MOORA, VIKOR ve MABAC olmak üzere diğer ÇKKV yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalardan sonra MABAC yönteminin tüm durumlarda çözümünün tutarlılığını gösterdiği fakat SAW, COPRAS, TOPSIS, MOORA ve VIKOR yöntemlerinin tüm durumlarda çözümün tutarlılığını gösteremediği görülmüştür. (Pamućar ve Ćirović, 2015: 3027).

MABAC yönteminde, bir sınır yakınlık alanı oluşturularak her bir alternatif için kriter fonksiyonları hesaplanır ve hesaplanan kriter fonksiyonlarının sınır yakınlık alanına olan uzaklıkları belirlenir. İlgili hesaplamalar yapıldıktan sonra kriter uzaklıkları belirlenerek alternatifler sıralanır ve alternatif seçimi gerçekleştirilir (Bakır, 2019: 55).

2.2.1. MABAC Yöntemi Çözüm Adımları

MABAC yönteminin çözüm adımları Şekil 3'te gösterilmiştir (Pamućar ve Ćirović, 2015: 3018):



Şekil 3. MABAC Yöntemi Çözüm Adımları

Adım 1: Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması (X)

İlk olarak m adet alternatif, n adet kritere göre karar matrisi oluşturulur.

$$X = [X_{ij}]_{m \times n} = \begin{matrix} & K_1 & K_2 & \dots & K_n \\ A_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \end{bmatrix} \\ A_2 & \begin{bmatrix} x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \end{bmatrix} \\ \vdots & \begin{bmatrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{bmatrix} \\ \vdots & \begin{bmatrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{bmatrix} \\ A_m & \begin{bmatrix} x_{m1} & x_{m2} & \cdot & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2.6)$$

Adım 2: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi (N)

$$N = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

Normalize edilmiş matrisin elemanları fayda ve maliyet türü olmasına göre Eşitlik (2.8) ve (2.9) yardımıyla hesaplanır ve Eşitlik (2.7)' de gösterilen normalize karar matrisi elde edilir (Pamučar ve Čirović, 2015: 3019):

a) Fayda türü kriterler için Eşitlik (2.8) kullanılır ve en yüksek değeri seçilir.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \quad (2.8)$$

b) Maliyet türü kriterler için Eşitlik (2.9) kullanılır ve en düşük değeri seçilir.

$$n_{ij} = \frac{x_i^- - x_{ij}}{x_i^- - x_i^+} \quad (2.9)$$

Karar matrisinde yer alan x_i^+ sütunlardaki maksimum değeri, x_i^- ise sütunlardaki minimum değerleri göstermektedir (Bakır, 2019: 56).

Adım 3: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisinin Elde Edilmesi

Eşitlik (2.10) ile ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilir.

$$v_{ij} = w_i * (n_{ij} + 1) \quad (2.10)$$

Adım 4: Sınır Yakınlık Alanı Matrisinin (Border Approximation Area-BAA) Oluşturulması

Bu adımda, Eşitlik (2.11) kullanılarak tüm kriterlerin sınır yakınlık alanı değerleri belirlenir.

$$g_i = \left(\prod_{j=1}^m v_{ij} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (2.11)$$

Eşitlik (2.11)'deki m değeri karar alternatif sayısını, v_{ij} değerleri ise 3. adımda hesaplanan ağırlıklandırılmış değerleri ifade etmektedir. Tüm kriterler için g_i değeri hesaplandıktan sonra Eşitlik (2.12)'de yer alan $n \times 1$ boyutlu Sınır Yakınlık Alanı Matrisi (G) oluşturulur (Ayçin, 2019: 522).

$$G = \begin{bmatrix} K_1 & K_2 & \dots & K_n \\ g_1 & g_2 & \dots & g_n \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

Adım 5: Alternatiflerin Sınır Yakınlık Alanından Uzaklığının Hesaplanması (Q)

Bu adımda, Eşitlik (2.14) yardımıyla Eşitlik (2.13)'te gösterilen alternatiflerin sınır yakınlık alanına olan uzaklıkları hesaplanır.

$$Q = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ q_{m1} & q_{n2} & \dots & q_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

Yukarıda yer alan q_{ij} değerleri, ağırlıklandırılmış karar matrisi elemanları ile sınır matrisi elemanları arasındaki fark hesaplanarak, Eşitlik (2.14)'te ifade edilen şekilde hesaplanır (Ayçin, 2019: 522).

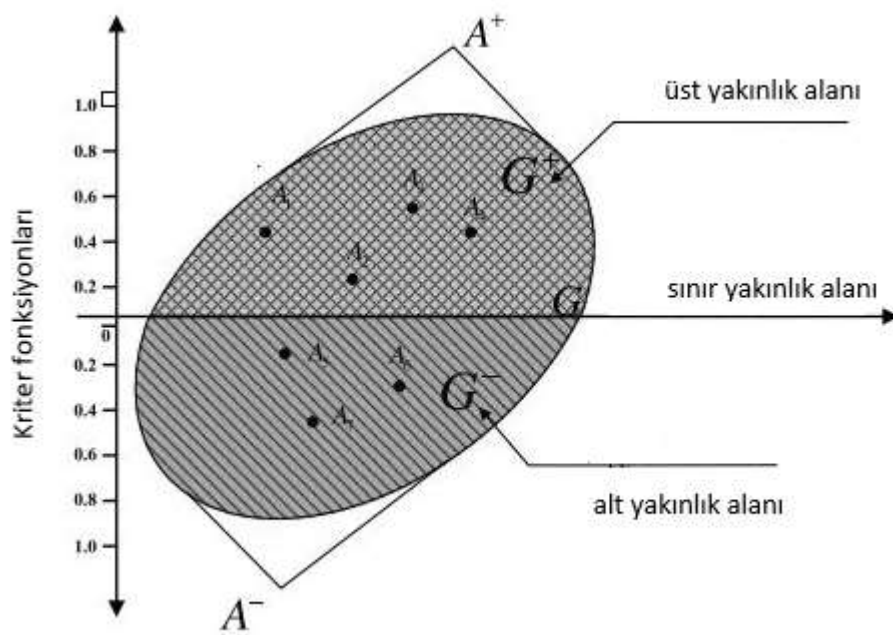
$$Q = V - G = \begin{bmatrix} v_{11} - g_1 & v_{12} - g_2 & \dots & v_{1n} - g_n \\ v_{12} - g_1 & v_{22} - g_2 & \dots & v_{2n} - g_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ v_{m1} - g_1 & v_{n2} - g_2 & \dots & v_{mn} - g_n \end{bmatrix} \quad (2.14)$$

Bu hesaplamalar sonrasında, A_i alternatifi, sınır yakınlık alanına olan uzaklığına göre konumlandırılır. Eşitlik (2.15)'te gösterildiği üzere, bir alternatif 3 farklı konumda

bulunabilir. En iyi alternatifte q_{ij} değerlerinin birçoğunun 0'dan büyük olması yani üst yakınlık alanında (G^+) bulunması gerekmektedir. Diğer iki konum ise alt yakınlık alanı (G^-) ve sınır yakınlık alanıdır (G). Alt yakınlık alanına en yakın olan alternatif performansı en düşük olan alternatiftir (Ulutaş, 2019: 1560).

$$A_i \in \begin{cases} G^+ \text{ eğer } q_{ij} > 0 \\ G \text{ eğer } q_{ij} = 0 \\ G^- \text{ eğer } q_{ij} < 0 \end{cases} \quad (2.15)$$

Sınır yakınlık alanı, Şekil 4'te görülmektedir.



Şekil 4. MABAC Yöntemi Sınır Yakınlık Alanı (Pamuçar ve Ćirović, 2015)

Adım 6: Alternatiflerin Sıralanması ve Seçimi

Tüm alternatifler için sınır yakınlık alanına uzaklık değerleri olan q_{ij} 'ler toplanır ve Eşitlik (2.16)'da görüldüğü gibi S_i değeri elde edilir. En yüksek S_i değerine sahip alternatif, en iyi alternatiftir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n q_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2.16)$$

2.2.2. MABAC Yöntemi Literatür Taraması

Bu bölümde MABAC yöntemi ile ilgili literatür taramasına yer verilmiştir.

Yu vd. (2017), otel seçimi için en çok kullanılan internet sitelerinden TripAdvisor sitesinde en iyi otel alternatifinin bulunması için yeni bir MABAC yaklaşımı önermiştir.

Shi vd. (2017), Çin'in Şanghai kentinde sağlık hizmeti atıklarının arıtma teknolojilerini değerlendirmek ve seçmek için MABAC yöntemi ve bulut modeli kullanarak entegre bir karar verme çerçevesi geliştirmişlerdir.

Gigović vd. (2017), rüzgâr enerjisi santrallerinin kurulum yerlerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. En uygun kurulum yerinin belirlenmesi için MABAC yönteminden yararlanılmış ve rüzgâr santrali için en uygun yerin Laudonovac köyü civarında bir yer olduğu bulunmuştur.

Vesković vd. (2018), Bosna-Hersek topraklarındaki demiryolu yönetim modellerinin değerlendirilmesi amacıyla Delphi, SWARA ve MABAC yöntemlerinin bir kombinasyonunu içeren yeni bir hibrit model geliştirmiştir. Delphi yöntemi ile on altı uzman notu baz alınarak ölçüt sıralaması belirlenmiş, SWARA yöntemi ile kriterlerin göreceli ağırlık değerleri elde edilmiş, son olarak MABAC yöntemi ile en uygun varyantın belirlenmesi sağlanmıştır.

Biswas ve Das (2018), sera gazı emisyonunu ve bu gazın çevreye olan zararını azaltmak amacıyla elektronik araç seçimi için MABAC yöntemini kullanarak, elektrikli araç seçimi ve sıralanması için bütünsel bir model önermiştir. Yedi alternatifin değerlendirilmesi sonucunda en iyi alternatifin Hyundai Ioniq olduğu görülmüştür.

Bakır (2019), havayolu şirketleri için müşteri memnuniyetinin değerlendirilmesi amacıyla öncelikle SWARA yöntemiyle kriter ağırlıklarını belirlemiş, daha sonra ise havayolu şirketlerini MABAC yöntemiyle sıralamıştır.

Ulutaş (2019), bir mobilya şirketi için en iyi pazarlama yöneticisinin seçilmesi amacıyla Entropi ve MABAC yöntemlerinden oluşan ÇKKV yöntemi önermiştir. Çalışmada altı alternatiften en iyi olan yöneticinin seçimi yapılmıştır.

Ayçin (2019), kurumsal kaynak planlaması seçimi için MACBETH ve MABAC yöntemlerini bütünleşik olarak kullanmış ve altı alternatiften en iyi kurumsal kaynak planlaması sisteminin seçimini yapmıştır.

Çınaroğlu (2020), yeni girişimlerin sektör bazında değerlendirilmesinde öncelikle Entropi yöntemi ile kriter ağırlıklarını belirlemiştir. Sektörlerin, yenilikçi faaliyetlerinin değerlendirilmesinde ise MABAC yöntemini tercih etmiştir.

Akbulut (2020), Borsa İstanbul'daki çimento sektörü firmaları üzerinde bütünlük CRITIC ve MABAC yöntemlerini kullanarak, finansal performans ve pay senedi getirisi arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir.

Orhan ve Mutlu (2021), Türkiye de dahil olmak üzere otuz ülkenin Covid- 19 ile mücadele performansını değerlendirmişlerdir. Bu çalışma için, doktor sayısı, hemşire sayısı, hastanedeki yatak sayıları, sağlık harcamaları vb. on üç kriter belirlenmiştir. Belirlenen kriterlerin ağırlıkları, CRITIC yöntemi ile hesaplanmıştır. MABAC yöntemi kullanılarak ülkelerin performans sıralaması oluşturulmuştur.

Demirtaş (2022), Türkiye'de yer alan üniversitelerin rektörlerinin sosyal medya kullanımlarını değerlendirmiştir. Bu çalışmada, rektörlerin Twitter, Instagram ve Facebook kullanımları ve kullanım performanslarını MABAC yöntemi ile sıralamıştır. Rektörlerin sıralamasını kamu ve vakıf üniversiteleri için ayrı ayrı hesaplamıştır. Çalışmada birbiri ile eşit ağırlıkta bulunan dört kriterden yararlanmış, çalışma sonucunda kamu ve vakıf üniversiteleri için ayrı olmak üzere Twitter'da, Instagram'da ve Facebook'ta ilk 5'e giren rektörleri sıralamıştır.

Simic vd. (2022), toplu taşıma hizmetlerinin fiyatlandırılması ile ilgili çalışmalarında CRITIC ve MABAC tabanlı tip-2 nötrozofik model kullanmışlardır.

Altıntaş (2022), en fazla enerji inovasyonuna katkı sağlayan Avrupa ülkelerinin inovasyon performanslarını MABAC ve MARCOS yöntemlerini kullanarak ölçmüştür. Performansı en yüksek olan ilk üç ülkeyi Finlandiya, Danimarka ve İsveç olarak bulmuştur.

Chattopadhyay vd. (2022), Hindistan'da demir çelik endüstrisinde en uygun tedarikçiyi bulabilmek için MABAC yöntemini kullanmışlardır. MABAC yöntemi ile bulunan puanları dikkate alınan kriterlerle birbirine bağlamak için DOE tabanlı bir üst model formüle etmişlerdir.

Ghosh vd. (2022), Hindistan'da yer alan turizm web sitelerinin değerlendirilmesi için IRN ve SWARA tabanlı MABAC yöntemini kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda

Himachal Pradesh ve Odisha'yı en iyi iki internet sitesi tasarımına sahip bulurlarken, Maharashtra ve Arunachal Pradesh web sitelerinin tasarımını ise yeterli bulmamışlardır.

2.3. Tamsayı Programlama Yöntemi

Tamsayı programlama, bir doğrusal programlama yöntemidir. Doğrusal programlama problemlerinde sonuç, her zaman tamsayı çıkmayabilmektedir. Fakat atama, çizelgeleme, üretim miktarlarını hesaplama gibi bazı problemlerin çözümünde sonucun tamsayı çıkması istenmektedir. Sonucunun tamsayı çıkması beklenen doğrusal programlama problemlerinin çözümünde tamsayı programlama tekniği kullanılmaktadır (Patır, 2009: 193).

Tamsayı programlama yöntemleri; saf tamsayı, karma tamsayı ve 0-1 tamsayı olmak üzere 3 türe sahiptir. Eğer problemde bütün değişkenlerin tamsayı olması bekleniyorsa saf tamsayı programlama, sadece bazı değişkenlerin tamsayı olması bekleniyorsa, karma tamsayı programlama, tüm değişkenlerin 0 ya da 1 olması bekleniyorsa, 0-1 tamsayı programlama yöntemi kullanılmaktadır (Sezen, 1991: 160).

2.3.1 Matematiksel Model

Doğrusal programlama problemlerinde 3 tane bileşen vardır (Alan ve Yeşilyurt, 2004: 152):

- Amaç fonksiyonu,
- Kısıtlayıcı fonksiyonlar,
- Pozitif kısıtlama

Amaç fonksiyonu, kar maksimizasyonu ya da maliyet minimizasyonunu ifade eder. Amaç fonksiyonu (Z) aşağıdaki biçimde ifade edilir:

$$Z_{max/min} = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (2.17)$$

Kısıtlayıcı fonksiyonlar, maksimizasyon problemlerinde aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, i = 1, 2, \dots, m \quad (2.18)$$

Minimizasyon probleminde ise aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \geq b_i, i = 1, 2, \dots, m \quad (2.19)$$

Karar değişkenlerinin negatif olamayacağını belirten pozitif kısıtlama ise matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \quad (2.20)$$

Amaç fonksiyonu Z , karar değişkenleri x_j , sabit katsayılar c_j , teknoloji matrisi $a(i,j)$, ihtiyaç vektörü b_i olarak ifade edilir.

2.3.2 Tamsayılı Programlama Yöntemi Literatür Taraması

Tamsayılı programlama yöntemleri ile ilgili literatürde personel çizelgeleme, vardiya planlama, ders programı çizelgeleme, ulaştırma problemleri, lojistik problemleri vb. gibi birçok çalışma alanı bulunmaktadır.

Appelgren (1971), çalışmasında gemi çizelgeleme problemlerinin karmaşıklığından bahsederek gemi çizelgeleme problemini dal-sınır algoritması ve kesme düzlemi algoritması şeklinde iki tamsayılı programlama yöntemi ile çözmüştür.

Dopazo ve Merrill (1975), jeneratör bakım programı çizelgeleme probleminde 0-1 tamsayılı programlama yöntemi kullanmışlardır.

Beaumont (1997), haftanın günlerine ve günün saatlerine göre talebin karşılanmasına yönelik işgücü planlaması oluşturmuştur. Ana hedefleri kaç personelin çalışacağı ve vardiyaların hangi saatler arasında gerçekleşeceğini belirlemek olmuştur.

Millar ve Kiragu (1998), yerel bir hastaneden aldıkları örnek üzerinden 12 saatlik vardiyalar ile çalışan hemşireler için CPLEX yazılımı kullanarak vardiya planlaması için yeni bir model sunmuşlardır.

Çevik (2006), Tokat'ta faaliyet gösteren bir işletmenin iş gücü planlamasını tamsayılı doğrusal programlama yöntemi kullanarak oluşturmuştur. Bu iş gücü planlamasında herhangi bir personelin atıl kalmasının ve yetersiz personel ile çalışmanın önüne geçilmiştir. Ayrıca personel giderlerin minimum seviyede gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

Fügenschuh (2009), Almanya'nın kırsal kesimlerinde toplu taşımanın büyük bir kısmını öğrencilerin oluşturduğunu belirtmiş ve çalışmasında okul başlama saatleri ile toplu taşıma hizmetlerinin planlaması için bir tamsayılı programlama modeli önermiştir. Çalışmasının sonucunda okulların farklı saatlerde başlaması durumunda daha az toplu taşıma aracına ihtiyaç duyulacağını belirtmiştir.

Marques vd. (2012), Lizbon Hastanesi'nin cerrahi servisinin planlamasını tamsayılı programlama yöntemi ile oluşturmuşlardır. Bu planlama ile cerrahi servisin kullanımını en üst düzeye çıkarmayı ve kaynakları daha verimli kullanmayı hedeflemişlerdir.

Özcan ve Erol (2013), Türkiye'nin 2012 ve 2023 yılları arasında oluşması planlanan elektrik enerjisi talebini planlayarak 12 yıllık bir elektrik üretim planı oluşturmuşlardır. Bu elektrik üretim planı oluşturulurken çok amaçlı bir tamsayılı doğrusal programlama yöntemi kullanılmıştır.

Karaöz (2014), bir firmanın kömür ocağı için uzun vadeli bir üretim planlaması ve üretim çizelgelemesini yapmıştır. Firmanın üretim kısıtları, tamsayılı programlama yöntemine uyarlanmıştır ve kurulan modelin Gurobi ile çözümü gerçekleştirilmiştir.

Çekiç (2015), karışık tamsayılı programlama yöntemini kullanarak bir ameliyathane çizelgelemesi oluşturmuştur. Bu çizelgeleme yöntemiyle ameliyathanelerin daha etkin ve verimli kullanılması hedeflenmiştir. Bu çalışma ile daha az hazırlık maliyetine sahip, daha etkin bir ameliyathane kullanım planı oluşturulmuştur.

Akyol ve Saraç (2017), kalıp gibi ortak kaynak kullanan makinelerin çizelgenmesi problemini ele almışlardır. Bu problem için karma tamsayılı programlama yöntemini kullanarak modeli GAMS programındaki CPLEX çözücü ile çözmüşlerdir.

Phillips vd. (2017), ders çizelgeleme probleminde minimum sapma için bir tamsayılı programlama modeli sunmuşlardır. Sundukları modelde Auckland Üniversitesi'nden alınan gerçek veriler üzerinden yola çıkmışlardır.

Koçtepe vd. (2018), 0-1 tamsayılı programlama yöntemiyle bir organizasyon için personel çizelgeleme problemini ele almışlardır. Öncelikle personelin yetkinliklerini belirlemişler ve daha sonra 80 personel için personel çizelgeleme oluşturmuşlardır, oluşturdukları personel çizelgeleme yöntemiyle personel memnuniyetinin artmış olduğunu belirtmişlerdir.

Koçtepe vd. (2019), bir basketbol karşılaşması organizasyonunda personel çizelgelemesi problemini ele almışlar ve 0-1 tamsayılı programlama kullanarak 2 gün, 2 vardiya için 120 personelin çizelgelemesini oluşturmuşlardır.

Tassopoulos vd. (2020), ders çizelgeleme problemini Yunanistan'daki liseler için ele almış ve karmaşık tamsayılı programlama yöntemi ile modellemişlerdir. Problemi çözmek için Gurobi ve CPLEX olmak üzere iki farklı doğrusal programlama çözücüsü kullanmışlardır.

Akay ve Kundakcı (2021), bir üretim işletmesinde çalışanların uzaktan çalışma modeline uygunluklarını belirleyerek, personeli üç gruba ayırmışlar ve çalışanların evden ve ofisten çalışmalarına yönelik dönüşümlü çalışma modelini tamsayılı programlama yöntemi ile oluşturmuşlardır.

Akyol vd. (2022), Covid-19 pandemisi sebebiyle hastanelerdeki sağlık çalışanlarının vardiya planlamasında tamsayılı programlama kullanarak 14 günlük bir vardiya planlaması oluşturmuşlardır.

Tükenmez ve Şahin (2022), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği bölümü ders programını oluşturmak amacıyla iki yeni 0-1 tamsayılı programlama yöntemi önermişlerdir. İlk modelde ders çakışmalarının minimize edilmesi ve öğretim elemanlarının memnuniyetlerinin maksimize edilmesi sağlanırken, ikinci modelde ise aynı unvana sahip öğretim görevlilerinin memnuniyet değerleri arasındaki farkın minimize edilmesi amaçlanmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE İÇ DENETİM TAKVİMİNİN PLANLANMASI

3.1 Problemin Tanımlanması

İç denetim birimleri için etkin bir yıllık denetim planlaması oluşturmak zorlu bir süreçtir. Etkin yapılamayan denetim planlamaları, denetimin aksamasına yol açabilmekte, yıl içinde gerçekleştirilmesi hedeflenen denetimlerin diğer yıla sarkmasına sebep olabilmektedir. Denetim planına sadık kalınmaması, denetçilerin performansını olumsuz etkilemekte, denetim biriminin hedeflerine ulaşmasına engel olmaktadır. Denetim takvimine uyumu zorlayan başka bir durum ise şirketlerde yaşanan beklenmedik durumlar sebebiyle yönetim biriminin denetim takviminden bağımsız özel denetimler istemesidir.

Denetim müdürleri ve denetçiler tarafından oluşturulan denetim takvimlerinde hangi birimin ya da hangi şirketin ne kadar sürelerle denetiminin gerçekleştirileceği önceki tecrübelerine dayandırılarak bir öngörü yapılabilir fakat sadece geçmiş yıl tecrübeleri ile yapılan denetim takvimi etkin bir sonuç vermeyecektir. Denetim takvimi oluşturulurken hangi denetimin yıl içinde daha önce yapılması gerektiği, hangi birimin ya da şirketin yüksek riskler içerdiği, acil önlem alınması gereken süreçler olup olmadığı gibi birçok kriterin de büyük önemi vardır.

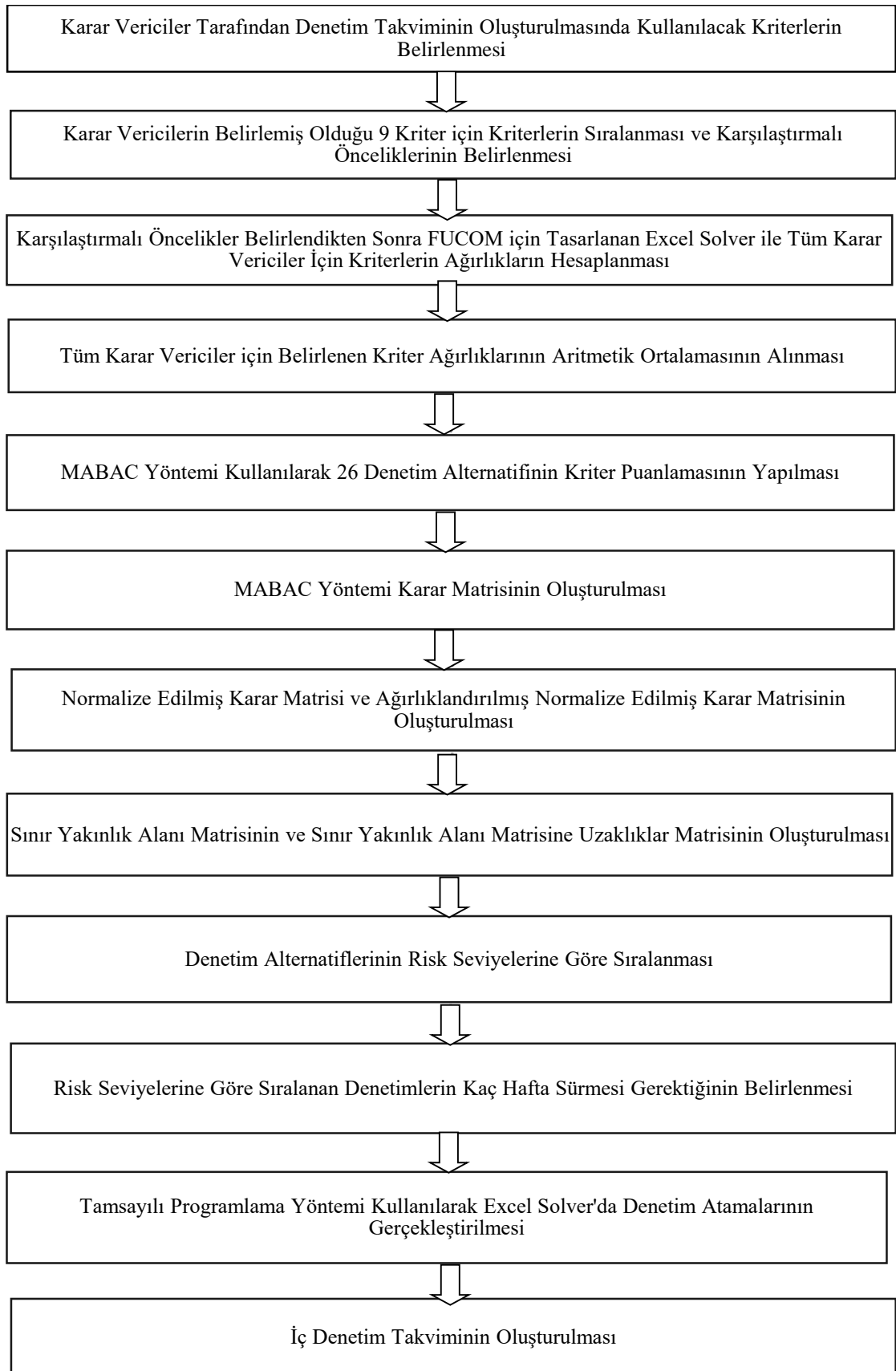
Bu çalışmada, Denizli’de bulunan bir üretim işletmesinin 18 departmanı ve şehir dışında bulunan 8 bölge müdürlüğü için bir iç denetim takvimi oluşturulmuştur. Bu amaçla, ÇKKV ve tamsayılı programlama yöntemlerinden yararlanılmıştır. Öncelikle, işletmede denetim biriminde çalışan 3 çalışan tarafından denetim takvimi oluşturulurken dikkat edilmesi gereken kriterler belirlenmiştir. Bu çalışmada yer alan 3 karar verici, 20 yıllık iç denetim tecrübesine sahip olan bir iç denetim müdürü, 10 yıllık ve 5 yıllık iç denetim tecrübesine sahip olmak üzere iki iç denetim uzmanından oluşmaktadır. Belirlenen kriterler 3 karar verici (KV₁, KV₂, KV₃) tarafından değerlendirilmiş ve FUCOM ile söz konusu kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra MABAC yöntemi kullanılarak denetime gidilecek departmanlar ve bölge müdürlükleri risk seviyelerine göre sıralanmıştır. Risk seviyelerine göre denetimlerin kaç hafta sürmesi gerektiği belirlenerek, tamsayılı programlama yöntemi ile

ilgili denetimler takvime atanmıştır. Bu tezde önerilen bütünleşik yöntemin akış şeması Şekil 5’te görülmektedir.

Öncelikle, karar vericiler tarafından denetim planlama aşamasında dikkate alınacak 9 adet kriter belirlenmiştir. Karar vericiler alanında uzman kişiler olduğu için çalışmada dikkate alınan kriterleri önceki tecrübelerine ve iç denetim ile ilgili yayınları dikkate alarak oluşturmuşlardır. Bu kriterler; denetime gidilecek birimin oluşturacağı maliyet, önceki denetim raporunda yer alan yüksek ve çok yüksek riskli bulgu sayısı, denetime gidilecek birim çalışanlarının ERP yetkinlikleri, denetlenecek birimin risk farkındalığı, önceki denetim dönemi bulgularının kapanma sıklığı ve birimin aksiyon alma hızı, denetime gidilecek birimin eğitim seviyesi, denetime gidilecek birim çalışanlarının kıdem yılı, yönetimin ilgili birim için denetim talep etme sıklığı ve denetime gidilecek birimin iç kontrol ortamıdır. Kullanılan kriterler, Tablo 1’de kriter numarası ile gösterilmiştir:

Tablo 1: Denetim Birimi Tarafından Belirlenen Kriterler

Kriter Numarası	Kriterler
K ₁	Denetime Gidilecek Birimin Oluşturacağı Maliyet
K ₂	Önceki Dönem Denetim Raporunda Yer Alan Yüksek ve Çok Yüksek Riskli Bulgu Sayısı
K ₃	Denetime Gidilecek Birim Çalışanlarının ERP Yetkinlikleri
K ₄	Denetlenecek Birimin Risk Farkındalığı
K ₅	Önceki Denetim Dönemi Bulgularının Kapanma Sıklığı ve Birimin Aksiyon Alma Hızı
K ₆	Denetime Gidilecek Birimin Eğitim Seviyesi
K ₇	Denetime Gidilecek Birim Çalışanlarının Kıdem Yılı
K ₈	Yönetimin İlgili Birim İçin Denetim Talep Etme Sıklığı
K ₉	Denetime Gidilecek Birimin İç Kontrol Ortamı



Şekil 5. Önerilen Yöntemin Akış Şeması

Birinci kriter olan denetime gidilecek birimin oluşturacağı maliyetin seçilme nedeni incelendiğinde, denetime gidilecek birimin aynı şehirde fakat farklı lokasyonda, şehir dışında veya yurt dışında olması ile aynı fabrika binasında olması arasında farklılık bulunmasıdır. Aynı fabrika binasında yapılan denetim için ekstra bir denetim maliyeti oluşmayabilmektedir fakat aynı şehirde farklı lokasyonda veya şehir dışında gerçekleşen denetimler için öncelikle yakıt ücreti veya otobüs bileti gibi yol giderleri, yemek giderleri gibi masraflar oluşmaktadır. Şehir dışında bir günden uzun sürecek denetimlerde ise denetçilerin konaklama masrafı oluşmaktadır. Yine bir şirketin yurt dışında bir firması olması durumunda uçak bileti, pasaport ücreti, vize ücreti, konaklama ücreti gibi ilave maliyetler oluşmaktadır. Şirketlerde son zamanlarda yaşanan küresel krizler, ekonomik sıkıntılar nedeniyle maliyet azaltıcı önlemler alınmaktadır. Bu sebeple, yönetim birimi fazla maliyet oluşturabilecek denetimlerin daha kısa sürede tamamlanmasını talep edebilmektedir.

İkinci kriter ise önceki dönem denetim raporunda yer alan yüksek ve çok yüksek riskli bulgu sayısıdır. Önceki dönem denetim raporları denetçilere denetimin planlamasında önemli bir yol göstermektedir. Sadece iç denetçiler için değil bağımsız denetçiler için de şirketin önceki denetim raporları büyük önem taşımaktadır. Bağımsız denetçiler, müşteri kabul etme aşamasında müşterinin önceki denetçisinden denetim raporlarını isteyerek müşteriyi kabul edip etmeme kararı verebilmektedir. İç denetçiler ise önceki denetim raporunda yer alan bulgulara göre denetime ayrılması gereken zaman hakkında öngöründe bulunabilmekte ve hangi denetime öncelik verilmesi gerektiği konusunda da bir fikre sahip olabilmektedir. Örneğin bir birimin denetim raporunda fazla sayıda çok yüksek ve yüksek riskli bulgu sayısı varsa denetçilerin bu birim için ayıracağı zaman daha uzun olmalı, denetçiler testlerini daha detaylı yapmalı ve daha çok kanıt toplanmalıdır. Ancak raporun genelinde çok yüksek ve yüksek riskli bulguların varlığı daha düşük ve kabul edilebilir seviyelerdeyse denetçi diğer denetimlere göre bu denetimi normal sürelerinde gerçekleştirebilir.

Üçüncü kriterin seçilme nedeni, ERP sistemini etkin kullanabilen çalışanların sistemde daha az hata yaptıklarının düşünülmesidir. Bilinçli, şirkette kullanılan ERP sisteminin eğitimini almış, şirketin ERP programının kurulum aşamasında bizzat görev almış, ERP'deki süreçler hakkında meraklı, bilgi teknolojileri bölümüne ERP sistemi ile ilgili geliştirmeler sunan, ERP ile ilgili sürekli kendini geliştirmek isteyen çalışanların sistemdeki hataları daha kolay bulabildiği ve sisteme daha hâkim oldukları

görülmektedir. Ayrıca ERP sistemi hakkında yeterli yetkinliğe sahip çalışanların, özellikle kendi departmanı ile ilgili hataları daha kolay görebildiği ve bu hataları düzeltmek için bilgi teknolojileri departmanı gibi ilgili departmanlardan destek istediği, iç kontrol ortamının sağlıklı bir şekilde yürütülmesinde şirkete büyük kolaylık sağladığı görülmektedir. Yeterli ERP bilgisine sahip olmayan çalışanlar ise şirkette bir ERP sistemi varken bu sistemi kullanmaktan kaçınabilir, sistemi kullanmak yerine kendi oluşturduğu tablolar, Excel dosyalar vb. yollar ile mevcut işlerini sürdürmek isteyebilir. Bu çalışanlar, sistem ile ilgili birtakım bilgilere sahipse bile her bilgiyi sisteme işlemeyebilir veya unutabilirler. Ayrıca sisteme işlenmemiş olan verinin değiştirilmesi ve silinmesi daha kolaydır, suistimale daha açık bir durumdur. ERP sistemi yapılan değişiklik ve silme işlemlerinin günlük kayıtlarını tutmakta ve saklamakta olduğu için sistemde kayıtlı olan verilerin kimler tarafından değiştirildiğini veya silindiğini gösterebilmektedir.

Dördüncü kriter, denetlenecek birimin risk farkındalığı olarak belirlenmiştir. Risk ve risk yönetimi kavramı, son zamanlarda özellikle kurumsal şirketlerin büyük ölçüde önem verdiği konular arasında yer almaktadır. Çalışanların, kendi birimleri ve şirketleri ile ilgili riskleri önceden tespit etmesi ve bu konuda önlemler alması, büyük fırsatlar yaratabilmektedir. Fakat risk farkındalığı oluşmamış, ortaya çıkabilecek riskleri öngöremeyen, bu konulara hâkim olmayan çalışanların olduğu birimlerde denetim birimi daha çok zaman harcayarak mevcut riskleri ortaya çıkarmak isteyebilir.

Beşinci kriter, önceki denetim dönemi bulgularının kapanma sıklığı ve birimin aksiyon alma hızı olarak belirlenmiştir. Denetlenen birimin bir önceki denetim bulguları için aldığı aksiyonlar, denetçinin bir sonraki denetim döneminde söz konusu bulgular için daha az bir zaman ayırmasına sebep olacaktır. Eğer önceki dönem denetim bulgularından bazıları tamamen kapandıysa, denetçinin artık bu bulgular ile ilgili testleri tekrar yapmasına gerek kalmayacaktır. Böylelikle, bir önceki denetim raporunda kapanan bulgular yerine denetçi incelediği birimin faaliyetleri ile ilgili farklı ve daha önce test yapmadığı alanlardaki konulara göz atabilir ve yeni testler uygulayabilir.

Altıncı kriter ise denetime gidilecek birimin eğitim seviyesi olarak belirlenmiştir. Uluslararası Sertifikalı Suistimal İnceleme Uzmanları Derneği (ACFE)'nin 2020 yılında yayımladığı Küresel İş Suistimali ve İstismar Üzerine Uluslararası Rapor'da şirketlerde eğitim seviyesinin artmasının beklenenin aksine suistimalin artmasına sebep olduğu belirtilmiştir. Bu rapora göre şirketlerdeki suistimal vakalarını gerçekleştiren kişilerin

%50'sinin üniversite mezunu olduğu görülmektedir. Ayrıca eğitim düzeyi arttıkça suiistimal seviyesinin de arttığı belirtilmiştir.

Yedinci kriter de denetime gidilecek birim çalışanlarının kıdem yılıdır. “Bir Suiistimalcinin Profili” isimli, 2020 yılında KPMG'nin yayımlanmış olduğu raporda, şirketlerdeki suiistimalci çalışanların genellikle 10 yıl ve üzeri kıdeme sahip olduğu belirtilmiştir. Bu rapora göre şirketlerde suiistimalcilerin oranı şöyledir: 1 yıldan az çalışanlarda suiistimalci çalışan görülme oranı %2, 1 ve 5 yıl arası çalışanlarda %12, 6 ve 10 yıl arası çalışanlarda %39,5, 10 yıl ve üzeri yıl çalışanlarda ise %46,5'dir. Bu sebeple karar vericiler, çalışanların kıdem yılını da yedinci kriter olarak eklemiştir.

Sekizinci kriter, yönetimin ilgili birim için denetim talep etme sıklığıdır. İç denetim departmanları için kendi oluşturdukları yıllık denetim planları her ne kadar yol gösterici olsa da Yönetim Kurulu'nun talepleri de önemlidir. Yönetim Kurulu, şirketteki tüm süreçlere hâkim olduğu için denetçileri yönlendirebilir, riskli gördükleri alanlarda daha uzun incelemeler yapılmasını isteyebilir ya da yıl içerisinde birden fazla kez denetim görevi için yetkilendirebilirler.

Son kriter ise denetime gidilecek birimin iç kontrol ortamıdır. Denetime gidilecek birimin iç kontrol ortamının kurulmuş olması, suistimale açık bir yapının önüne geçilmesini sağlamaktadır. Farklı kişilerce yapılan kontroller, işletmede hata, hile ve suiistimalin olma ihtimalini azaltacaktır. Ayrıca iç kontrol sisteminin kurulmuş olması, yapılan işlemlerin sürekli olarak bağımsız kişilerce kontrol edilmesi, sorgulanması gibi durumları içerdiği için denetim birimlerinin iç kontrol sistemi kurulan birimlerde uygulayacağı test sayısı azalabilmektedir.

3.2. FUCOM ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Şirketin iç denetim departmanında yer alan 3 iç denetçinin belirlediği kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde FUCOM'dan yararlanılmıştır. FUCOM kullanılarak kriter ağırlıkları hesaplanırken aşağıdaki adımlar takip edilmiştir:

Adım 1: Belirlenen Kriterlerin, İç Denetçilerin (Karar Vericilerin) Bilgi, Deneyim ve Tecrübelerine Göre Sıralanması:

İlk adımda, şirketteki üç iç denetçi, Tablo 1' de yer alan kriterleri, kendi bilgi, deneyim, önceki iş ve önceki denetim tecrübelerine göre bir önem sırasına koymuşlardır. Karar vericiler tarafından sıralanan kriterler, Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Karar Vericilerin Kriter Sıralaması

Kriter Numarası	Karar Vericilerin Sıralaması		
	KV ₁	KV ₂	KV ₃
K ₁	7	7	6
K ₂	1	2	1
K ₃	4	4	3
K ₄	3	6	4
K ₅	6	5	7
K ₆	8	9	8
K ₇	9	8	9
K ₈	5	3	5
K ₉	2	1	2

Adım 2: Karar Vericilerin Tüm Kriterleri 1-9 Skalası Kullanarak Karşılaştırması:

Karar vericiler bu aşamada en önemli kriteri baz alarak diğer kriterleri karşılaştırmışlardır. En önemli kriter diğer kriterlere göre 2 kat önemliyse 2, 3 kat önemliyse 3 şeklinde puanlama yapılmıştır. Eğer iki kriterin aynı önem seviyesine sahip olduğu düşünülüyorsa 1 puan kullanılmıştır. Yani karşılaştırma yapılırken 1 en düşük, 9 ise en yüksek önem seviyesini göstermektedir. Aşağıda sırasıyla Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5'te karar vericilerin ikili karşılaştırmalarına yer verilmiştir.

Tablo 3: Karar Verici 1'in İkili Karşılaştırma Tablosu

Kriter Numarası	Karşılaştırmalı Öncelikler
K ₂	1
K ₉	2
K ₄	2
K ₃	3
K ₈	4
K ₅	5
K ₁	5
K ₆	6
K ₇	7

Tablo 3'te yer alan Karar Verici 1'in ikili karşılaştırma tablosuna göre en önemli kriter K₂ olup, K₂ kriteri K₉ ve K₄ kriterlerinden 2 kat, K₃ kriterinden 3 kat, K₈ kriterinden 4 kat, K₅ ve K₁ kriterinden 5 kat, K₆ kriterinden 6 kat ve K₇ kriterinden 7 kat önemlidir.

Tablo 4: Karar Verici 2'nin İkili Karşılaştırma Tablosu

Kriter Numarası	Karşılaştırmalı Öncelikler
K ₉	1
K ₂	2
K ₈	2
K ₃	2
K ₅	3
K ₄	3
K ₁	4
K ₇	5
K ₆	5

Tablo 4'te yer alan Karar Verici 2'nin ikili karşılaştırma tablosuna göre en önemli kriter K₉ olup, K₉ kriteri K₂, K₈ ve K₃ kriterinden 2 kat, K₅ ve K₄ kriterinden 3 kat, K₁ kriterinden 4 kat, K₇ ve K₆ kriterinden ise 5 kat önemlidir.

Tablo 5: Karar Verici 3'ün İkili Karşılaştırma Tablosu

Kriter Numarası	Karşılaştırmalı Öncelikler
K ₂	1
K ₉	1
K ₃	2
K ₄	2
K ₈	3
K ₁	3
K ₅	4
K ₆	4
K ₇	6

Tablo 5'te yer alan Karar Verici 3'ün ikili karşılaştırma tablosuna göre en önemli kriter K₂ olup, K₉ kriteri ile aynı önem derecesine sahip olduğu, K₃ ve K₄ kriterine göre 2 kat, K₈ ve K₁ kriterine göre 3 kat, K₅ ve K₆ kriterine göre 4 kat, K₇ kriterine göre 6 kat önemlidir.

Adım 3: Kriterlerin Karşılaştırmalı Önceliklerinden Yararlanılarak Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması:

Karşılaştırmalı öncelikler belirlendikten sonra FUCOM için tasarlanan Excel Solver ile tüm karar vericiler için kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır.

Tablo 6: Karar Verici 1 için Excel Solver Çözümü

Kriter Numarası	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
Sıralama	7	1	4	3	6	8	9	5	2

Kriter Numarası	K ₂	K ₉	K ₄	K ₃	K ₈	K ₅	K ₁	K ₆	K ₇
Karşılaştırılabilir Öncelikler	1	2	2	3	4	5	5	6	7

Kriter Numarası	K ₂	K ₉	K ₄	K ₃	K ₈	K ₅	K ₁	K ₆	K ₇
Ağırlıklar	0,304	0,152	0,152	0,101	0,076	0,061	0,061	0,051	0,043

TTS (ç)	0,000
---------	-------

Tablo 7: Karar Verici 2 için Excel Solver Çözümü

Kriter Numarası	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
Sıralama	7	2	4	6	5	9	8	3	1

Kriter Numarası	K ₉	K ₂	K ₈	K ₃	K ₅	K ₄	K ₁	K ₇	K ₆
Karşılaştırılabilir Öncelikler	1	2	2	2	3	3	4	5	5

Kriter Numarası	K ₉	K ₂	K ₈	K ₃	K ₅	K ₄	K ₁	K ₇	K ₆
Ağırlıklar	0,262	0,131	0,131	0,131	0,087	0,087	0,066	0,052	0,052

TTS (ç)	0,000
---------	-------

Tablo 8: Karar Verici 3 için Excel Solver Çözümü

Kriter Numarası	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
Sıralama	6	1	3	4	7	8	9	5	2

Kriter Numarası	K ₂	K ₉	K ₃	K ₄	K ₈	K ₁	K ₅	K ₆	K ₇
Karşılaştırılabilir Öncelikler	1	1	2	2	3	3	4	4	6

Kriter Numarası	K ₂	K ₉	K ₃	K ₄	K ₈	K ₁	K ₅	K ₆	K ₇
Ağırlıklar	0,231	0,231	0,115	0,115	0,077	0,077	0,058	0,058	0,038

TTS (ç)	0,000
---------	-------

Adım 4: Tüm Karar Vericiler Tarafından Hesaplanan Kriter Ağırlıklarının Ortalamasının Alınması

Tüm Karar Vericiler için Excel Çözücü ile kriter ağırlıkları belirlendikten sonra tüm kriterler için aritmetik ortalama kullanılarak ağırlıkların ortalaması alınmıştır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında tüm karar vericiler eşit derecede söz sahibi olduğu için kriter ağırlıkları ortalamaları alınırken karar verici bazında ağırlık kullanılmamıştır. Bu çalışmada birden fazla karar verici olduğu için kriter ağırlıkları geometrik ortalama veya aritmetik ortalama yöntemiyle de hesaplanabilmektedir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde uzmanların kriter ağırlıklarını birleştirmede aritmetik ortalama kullandığı görülmektedir (Đalić, 2020; Ecer, 2021; Ayçin ve Aşan, 2021; Akar, 2022). Bu sebeple, bu çalışmada da aritmetik ortalamasının kullanılması tercih edilmiştir.

Tablo 9: Kriter Ağırlıklarının Ortalaması

Kriter Numarası	Kriter Ağırlıkları			
	KV ₁	KV ₂	KV ₃	Ortalama
K ₁	0,061	0,066	0,077	0,068
K ₂	0,304	0,131	0,231	0,222
K ₃	0,101	0,131	0,115	0,116
K ₄	0,152	0,087	0,115	0,118
K ₅	0,061	0,087	0,058	0,069
K ₆	0,051	0,052	0,058	0,054
K ₇	0,043	0,052	0,038	0,045
K ₈	0,076	0,131	0,077	0,095
K ₉	0,152	0,262	0,231	0,215

Kriter ağırlıklarının ortalaması alındıktan sonra kriterler Tablo 10'da en önemli kriterden en önemsizine doğru sıralanmıştır.

Tablo 10: FUCOM'a Göre Belirlenen Kriter Ağırlıkları

Önem Sırası	Kriter Numarası	Kriter	Kriter Ağırlıkları
1	K ₂	Önceki Dönem Denetim Raporunda Yer Alan Yüksek ve Çok Yüksek Riskli Bulgu Sayısı	0,222
2	K ₉	Denetime Gidilecek Birimin İç Kontrol Ortamı	0,215
3	K ₄	Denetlenecek Birimin Risk Farkındalığı	0,118
4	K ₃	Denetime Gidilecek Birim Çalışanlarının ERP Yetkinlikleri	0,116
5	K ₈	Yönetimin İlgili Birim İçin Denetim Talep Etme Sıklığı	0,095
6	K ₅	Önceki Denetim Dönemi Bulgularının Kapanma Sıklığı ve Birimin Aksiyon Alma Hızı	0,069
7	K ₁	Denetime Gidilecek Birimin Oluşturacağı Maliyet	0,068
8	K ₆	Denetime Gidilecek Birimin Eğitim Seviyesi	0,054
9	K ₇	Denetime Gidilecek Birim Çalışanlarının Kıdem Yılı	0,045

3.3. MABAC Yönteminin Uygulanması

Bu tezde, planlanacak departman denetimlerinin en riskliden en risksizine doğru sıralaması, MABAC yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Söz konusu sıralama işletmedeki 18 departman ve şehir dışında bulunan 8 bölge müdürlüğü olmak üzere toplam 26 denetim için yapılmıştır. MABAC yöntemi ile yapılan sıralama sonrasında en çok risk oluşturan birimlerin denetimlerinin, en risk oluşturmayan denetimlere göre daha uzun sürmesinin planlanması öngörülmüştür. Denetim planlaması yapılacak alternatifler, Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11: Belirlenen Alternatifler

Alternatifler	Alternatif İsmi
A ₁	Satış ve Pazarlama
A ₂	Planlama
A ₃	Satın Alma
A ₄	Üretim
A ₅	Kalite
A ₆	Bilgi Teknolojileri
A ₇	İnsan Kaynakları
A ₈	Mühendislik Birimleri
A ₉	Lojistik ve Sevkiyat
A ₁₀	Özlük ve Bordro
A ₁₁	İdari İşler
A ₁₂	Muhasebe
A ₁₃	Finans
A ₁₄	Bütçe ve Finansal Raporlama
A ₁₅	İSG
A ₁₆	Güvenlik
A ₁₇	Bakım ve Onarım
A ₁₈	İhracat
A ₁₉	Bölge 1 (şehir dışı)
A ₂₀	Bölge 2 (şehir dışı)
A ₂₁	Bölge 3 (şehir dışı)
A ₂₂	Bölge 4 (şehir dışı)
A ₂₃	Bölge 5 (şehir dışı)
A ₂₄	Bölge 6 (şehir dışı)
A ₂₅	Bölge 7 (şehir dışı)
A ₂₆	Bölge 8 (şehir dışı)

MABAC uygulamasında her bir alternatifin kriter puanlaması yapılırken şu adımlar izlenmiştir:

Denetime gidilecek birimin maliyeti kriterinde, geçen sene ilgili denetimlerin oluşturduğu maliyetler göz önüne alınarak bir bütçe çalışması yapılmıştır. Şehir dışı denetimler için konaklama, ulaşım, yeme-içme giderleri gibi daha çok gider olduğu için bu denetimlerin maliyetleri daha yüksektir. MABAC yöntemi uygulandıktan sonra en yüksek puan alan denetimlere ayrılacak süre daha çok olacağı için ve genellikle yönetim birimlerinin bu tür maliyet konularında daha hassas davranması sebebiyle bu kriterin minimum olması arzu edilmektedir. Şehir dışında olmayan departman denetimleri için ise bazı departmanların aynı şehirde olmasına rağmen diğer fabrika alanlarında olması gibi

sebeplerle yakıt giderleri, yemek giderleri vb. daha küçük giderler oluşabilmektedir. Aynı fabrika binasında bulunan departmanların denetimlerinde ise herhangi bir gider oluşmamaktadır ve maliyetleri 0 olarak bütçelenmiştir. Aşağıdaki tabloda tüm denetim alternatiflerinin 1 haftalık (5 iş günü) bütçelenen denetim maliyetleri gösterilmiştir.

Tablo 12: Denetime Gidilecek Birimin Oluşturacağı Maliyet Kriterinin Puanlanması

Alternatif Numarası	Alternatif İsmi	Bütçelenen Denetim Maliyeti (1 Haftalık)
A ₁	Satış ve Pazarlama	0,00
A ₂	Planlama	500,00
A ₃	Satın Alma	0,00
A ₄	Üretim	500,00
A ₅	Kalite	500,00
A ₆	Bilgi Teknolojileri	500,00
A ₇	İnsan Kaynakları	0,00
A ₈	Mühendislik Birimleri	500,00
A ₉	Lojistik ve Sevkiyat	200,00
A ₁₀	Özlük ve Bordro	0,00
A ₁₁	İdari İşler	200,00
A ₁₂	Muhasebe	0,00
A ₁₃	Finans	0,00
A ₁₄	Bütçe ve Finansal Raporlama	0,00
A ₁₅	İSG	0,00
A ₁₆	Güvenlik	200,00
A ₁₇	Bakım ve Onarım	500,00
A ₁₈	İhracat	500,00
A ₁₉	Bölge 1 (şehir dışı)	3.500,00
A ₂₀	Bölge 2 (şehir dışı)	5.000,00
A ₂₁	Bölge 3 (şehir dışı)	3.500,00
A ₂₂	Bölge 4 (şehir dışı)	4.000,00
A ₂₃	Bölge 5 (şehir dışı)	1.500,00
A ₂₄	Bölge 6 (şehir dışı)	4.000,00
A ₂₅	Bölge 7 (şehir dışı)	1.500,00
A ₂₆	Bölge 8 (şehir dışı)	4.500,00

Önceki dönem denetim raporunda yer alan yüksek ve çok yüksek riskli bulgu sayısı kriterinde önceki denetim raporlarından yararlanılarak öncelikle tüm raporların toplam bulgu sayısı belirlenmiştir. Daha sonrasında yine tüm denetim raporlarındaki toplam yüksek ve çok yüksek riskli bulgu sayısı belirlenmiş ve toplam bulgu sayısına

oranlanmıştır. Bu oranlama sonucunda çıkan yüzdeler Tablo 13 yardımıyla puanlanmıştır. Bu kriter puanlamasında yüksek puan alan (en yüksek puan:10, en düşük puan:1) birimler daha çok risk oluşturacağı için MABAC yönteminde bu kriterin maksimum olması beklenmektedir.

Tablo 13: Önceki Dönem Denetim Raporunda Yer Alan Yüksek ve Çok Yüksek Riskli Bulgu Sayısı Kriteri için Kullanılan Ölçek

Yüzdeler Dilim	Kriter Puanı
%0-10	1
%11-20	2
%21-30	3
%41-50	5
%51-60	6
%61-70	7
%71-80	8
%81-90	9
%91-100	10

Aşağıdaki tabloda, tüm birimler için önceki denetim raporu bulgu sayısı, önceki denetim raporundaki yüksek ve çok yüksek riskli bulgu sayısı ve yüksek ve çok yüksek riskli bulgu sayısının toplam bulgu sayısına oranı gösterilmiştir. Yüksek ve çok yüksek riskli bulgu sayısının toplam bulgu sayısına oranı yukarıda yer alan Tablo 13'e göre puanlanmıştır.

Tablo 14: Önceki Dönem Denetim Raporunda Yer Alan Yüksek ve Çok Yüksek Riskli Bulgu Sayısı Kriterinin Puanlaması

Alternatif Numarası	Alternatif İsmi	Önceki Denetim Raporu Bulgu Sayısı	Önceki Denetim Raporundaki Yüksek ve Çok Yüksek Riskli Bulgu Sayısı	Yüksek ve Çok Yüksek Riskli Bulgu Sayısının Toplam Bulgu Sayısına Oranı	Kriter Puanı
A ₁	Satış ve Pazarlama	25	16	64%	7
A ₂	Planlama	23	8	35%	4
A ₃	Satın Alma	30	14	47%	5
A ₄	Üretim	24	16	67%	7
A ₅	Kalite	25	5	20%	2
A ₆	Bilgi Teknolojileri	15	3	20%	2
A ₇	İnsan Kaynakları	18	5	28%	3
A ₈	Mühendislik Birimleri	22	12	55%	6
A ₉	Lojistik ve Sevkiyat	18	13	72%	8
A ₁₀	Özlük ve Bordro	10	2	20%	2
A ₁₁	İdari İşler	10	1	10%	1
A ₁₂	Muhasebe	24	3	13%	2
A ₁₃	Finans	15	4	27%	3
A ₁₄	Bütçe ve Finansal Raporlama	10	2	20%	2
A ₁₅	İSG	8	2	25%	3
A ₁₆	Güvenlik	12	4	33%	4
A ₁₇	Bakım ve Onarım	26	15	58%	6
A ₁₈	İhracat	22	8	36%	4
A ₁₉	Bölge 1 (şehir dışı)	15	6	40%	4
A ₂₀	Bölge 2 (şehir dışı)	20	6	30%	3
A ₂₁	Bölge 3 (şehir dışı)	24	7	29%	3
A ₂₂	Bölge 4 (şehir dışı)	18	5	28%	3
A ₂₃	Bölge 5 (şehir dışı)	13	3	23%	3
A ₂₄	Bölge 6 (şehir dışı)	15	7	47%	5
A ₂₅	Bölge 7 (şehir dışı)	12	4	33%	4
A ₂₆	Bölge 8 (şehir dışı)	10	4	40%	4

Çalışanların ERP yetkinlikleri ile ilgili kriterler puanlanırken insan kaynakları birimi tarafından takip edilen yetkinlik bazlı performans değerlendirme tabloları kullanılmıştır. Söz konusu yetkinlik tablolarında her departman için ERP yetkinliği bir performans değerlendirme kriteri olarak belirlenmiştir. Yetkinlik tablolarında en kötü performans 1, en yüksek performans 10 olmak üzere 1 ile 10 puan arası bir değerlendirilme yapılmıştır. Yetkinlik tabloları her çalışan için ayrı olarak düzenlendiği için çalışanlar departmanına göre sıralanmış ve her departman için ilgili personelin

puanlarının aritmetik ortalaması alınmıştır. Her departman için ortalama alınırken hesaplanan değerlerin virgülden sonra gelen kısmı 0,5'ten büyük ise bir üst sayıya yuvarlanmıştır. MABAC yöntemi ile sıralama yapılırken ERP yetkinliği kriterinin minimum olması beklenmektedir. Personel bazlı yetkinlik puanları aşağıda Tablo 15'te gösterilmiştir.

Tablo 15: Denetime Gidilecek Birim Çalışanlarının ERP Yetkinlikleri Kriterinin Puanlaması

Personel Numarası	Alternatif Numarası	ERP Yetkinlik Puanı	Personel Numarası	Alternatif Numarası	ERP Yetkinlik Puanı
Personel 1	A ₁	5	Personel 34	A ₅	6
Personel 2	A ₁	6	Personel 35	A ₅	8
Personel 3	A ₁	7	Personel 36	A ₅	6
Personel 4	A ₁	7	Personel 37	A ₅	6
Personel 5	A ₁	9	Personel 38	A ₅	5
Personel 6	A ₁	6	Personel 39	A ₆	10
Personel 7	A ₁	6	Personel 40	A ₆	10
Personel 8	A ₁	5	Personel 41	A ₆	10
Personel 9	A ₂	8	Personel 42	A ₆	9
Personel 10	A ₂	7	Personel 43	A ₇	6
Personel 11	A ₂	6	Personel 44	A ₇	8
Personel 12	A ₂	10	Personel 45	A ₇	5
Personel 13	A ₂	9	Personel 46	A ₈	7
Personel 14	A ₃	6	Personel 47	A ₈	6
Personel 15	A ₃	5	Personel 48	A ₈	6
Personel 16	A ₃	8	Personel 49	A ₈	7
Personel 17	A ₃	7	Personel 50	A ₈	9
Personel 18	A ₄	5	Personel 51	A ₈	5
Personel 19	A ₄	8	Personel 52	A ₈	4
Personel 20	A ₄	10	Personel 53	A ₈	7
Personel 21	A ₄	6	Personel 54	A ₈	7
Personel 22	A ₄	7	Personel 55	A ₉	6
Personel 23	A ₄	9	Personel 56	A ₉	4
Personel 24	A ₄	10	Personel 57	A ₁₀	7
Personel 25	A ₄	9	Personel 58	A ₁₀	6
Personel 26	A ₄	8	Personel 59	A ₁₀	5
Personel 27	A ₄	7	Personel 60	A ₁₁	5
Personel 28	A ₄	6	Personel 61	A ₁₁	5
Personel 29	A ₄	6	Personel 62	A ₁₂	8
Personel 30	A ₄	5	Personel 63	A ₁₂	9
Personel 31	A ₄	6	Personel 64	A ₁₂	7
Personel 32	A ₄	4	Personel 65	A ₁₂	10
Personel 33	A ₅	7	Personel 66	A ₁₂	10

Tablo 15 Devamı:

Personel Numarası	Alternatif Numarası	ERP Yetkinlik Puanı	Personel Numarası	Alternatif Numarası	ERP Yetkinlik Puanı
Personel 67	A ₁₂	8	Personel 102	A ₂₁	8
Personel 68	A ₁₂	6	Personel 103	A ₂₁	9
Personel 69	A ₁₃	8	Personel 104	A ₂₁	5
Personel 70	A ₁₃	6	Personel 105	A ₂₁	6
Personel 71	A ₁₃	7	Personel 106	A ₂₁	6
Personel 72	A ₁₃	3	Personel 107	A ₂₁	7
Personel 73	A ₁₄	9	Personel 108	A ₂₂	7
Personel 74	A ₁₅	7	Personel 109	A ₂₂	6
Personel 75	A ₁₆	5	Personel 110	A ₂₂	7
Personel 76	A ₁₇	7	Personel 111	A ₂₂	7
Personel 77	A ₁₇	7	Personel 112	A ₂₂	8
Personel 78	A ₁₇	8	Personel 113	A ₂₂	8
Personel 79	A ₁₈	6	Personel 114	A ₂₂	8
Personel 80	A ₁₈	8	Personel 115	A ₂₃	5
Personel 81	A ₁₈	10	Personel 116	A ₂₃	6
Personel 82	A ₁₈	6	Personel 117	A ₂₃	6
Personel 83	A ₁₈	7	Personel 118	A ₂₃	7
Personel 84	A ₁₈	5	Personel 119	A ₂₃	6
Personel 85	A ₁₈	6	Personel 120	A ₂₃	7
Personel 86	A ₁₈	4	Personel 121	A ₂₃	7
Personel 87	A ₁₉	8	Personel 122	A ₂₄	9
Personel 88	A ₁₉	5	Personel 123	A ₂₄	10
Personel 89	A ₁₉	6	Personel 124	A ₂₄	9
Personel 90	A ₁₉	5	Personel 125	A ₂₄	9
Personel 91	A ₁₉	7	Personel 126	A ₂₅	6
Personel 92	A ₁₉	7	Personel 127	A ₂₅	6
Personel 93	A ₁₉	5	Personel 128	A ₂₅	7
Personel 94	A ₂₀	9	Personel 129	A ₂₅	8
Personel 95	A ₂₀	9	Personel 130	A ₂₅	8
Personel 96	A ₂₀	10	Personel 131	A ₂₅	7
Personel 97	A ₂₀	7	Personel 132	A ₂₅	5
Personel 98	A ₂₀	8	Personel 133	A ₂₆	10
Personel 99	A ₂₀	7	Personel 134	A ₂₆	9
Personel 100	A ₂₁	7	Personel 135	A ₂₆	9
Personel 101	A ₂₁	7	Personel 136	A ₂₆	10

Tüm personel için ERP yetkinlik puanları bulunup, departman bazında ortalamalar alındıktan sonra, departmana ait ortalama ERP yetkinlik puanlarına aşağıda Tablo 16’da yer verilmiştir.

Tablo 16: Departman Bazlı ERP Yetkinlik Puanları

Alternatifler	Alternatif İsmi	Kriter Puanı
A ₁	Satış ve Pazarlama	6
A ₂	Planlama	8
A ₃	Satın Alma	7
A ₄	Üretim	7
A ₅	Kalite	6
A ₆	Bilgi Teknolojileri	10
A ₇	İnsan Kaynakları	6
A ₈	Mühendislik Birimleri	6
A ₉	Lojistik ve Sevkiyat	5
A ₁₀	Özlük ve Bordro	6
A ₁₁	İdari İşler	5
A ₁₂	Muhasebe	8
A ₁₃	Finans	6
A ₁₄	Bütçe ve Finansal Raporlama	9
A ₁₅	İSG	7
A ₁₆	Güvenlik	5
A ₁₇	Bakım ve Onarım	7
A ₁₈	İhracat	7
A ₁₉	Bölge 1 (şehir dışı)	6
A ₂₀	Bölge 2 (şehir dışı)	8
A ₂₁	Bölge 3 (şehir dışı)	7
A ₂₂	Bölge 4 (şehir dışı)	7
A ₂₃	Bölge 5 (şehir dışı)	6
A ₂₄	Bölge 6 (şehir dışı)	9
A ₂₅	Bölge 7 (şehir dışı)	7
A ₂₆	Bölge 8 (şehir dışı)	10

Denetlenecek birimin risk farkındalığı kriteri puanlanırken, işletmede çalışan 3 iç denetçisinin şirkette daha önce geçirdiği denetimler ve deneyimlerinden yararlanılmıştır. Denetçiler tarafından departmanda çalışan kişilerin risk bilgisi, önceki denetim raporlarında belirtilen risklere karşı aldıkları önlemler, risk ile ilgili yapılan çalışmalara ve toplantılara katılımları değerlendirilmiş ve 1-10 arası puan ölçeği kullanarak tüm alternatifler değerlendirilmiştir. MABAC yöntemi ile sıralama yapılırken risk farkındalığı kriterinin minimum olması hedeflenmiştir. Aşağıda Tablo 17’de denetlenecek birimin risk farkındalığı ile ilgili her bir alternatifin puanı yer almaktadır.

Tablo 17: Denetlenecek Birimlerin Risk Farkındalıkları

Alternatifler	Alternatif İsmi	Kriter Puanı
A ₁	Satış ve Pazarlama	7
A ₂	Planlama	6
A ₃	Satın Alma	6
A ₄	Üretim	8
A ₅	Kalite	10
A ₆	Bilgi Teknolojileri	9
A ₇	İnsan Kaynakları	7
A ₈	Mühendislik Birimleri	6
A ₉	Lojistik ve Sevkiyat	5
A ₁₀	Özlük ve Bordro	4
A ₁₁	İdari İşler	5
A ₁₂	Muhasebe	8
A ₁₃	Finans	6
A ₁₄	Bütçe ve Finansal Raporlama	9
A ₁₅	İSG	10
A ₁₆	Güvenlik	8
A ₁₇	Bakım ve Onarım	7
A ₁₈	İhracat	7
A ₁₉	Bölge 1 (şehir dışı)	6
A ₂₀	Bölge 2 (şehir dışı)	5
A ₂₁	Bölge 3 (şehir dışı)	8
A ₂₂	Bölge 4 (şehir dışı)	7
A ₂₃	Bölge 5 (şehir dışı)	6
A ₂₄	Bölge 6 (şehir dışı)	8
A ₂₅	Bölge 7 (şehir dışı)	7
A ₂₆	Bölge 8 (şehir dışı)	6

Önceki denetim dönemi bulgularının kapanma sıklığı ve birimlerin aksiyon alma hızı kriteri değerlendirilirken işletmedeki denetçilerin görüşlerinden yararlanılmıştır. Denetçiler değerlendirme yaparken denetim sonrası yönetim kurulu ve ilgili departmanların katılımı ile gerçekleştirilen denetim toplantılarında, departmanların bulgular için aldığı aksiyonlara göre ve bulguları kapatmak için yaptıkları çalışmalara göre birimleri değerlendirmişlerdir. Departmanların denetim toplantılarında alınan kararlara uyumu, bulguları kapatmak için gösterdiği özveri ve aldıkları aksiyonlar 1-10 (en yüksek puan 10, en düşük puan 1) puan arası ölçek kullanılarak denetçiler tarafından puanlanmıştır. MABAC yönteminde bu kriter için puanlama yapılırken riskli departmanların en baş sıralarda çıkması için minimum olması beklenmektedir. Tablo

18’de denetçilerin her bir alternatif için önceki denetim dönemi bulgularının kapanma sıklığı ve birimlerin aksiyon alma hızı kriteri puanlanmıştır.

Tablo 18: Önceki Denetim Dönemi Bulgularının Kapanma Sıklığı ve Birimlerin Aksiyon Alma Hızı

Alternatifler	Alternatif İsmi	Kriter Puanı
A ₁	Satış ve Pazarlama	7
A ₂	Planlama	6
A ₃	Satın Alma	7
A ₄	Üretim	5
A ₅	Kalite	9
A ₆	Bilgi Teknolojileri	8
A ₇	İnsan Kaynakları	6
A ₈	Mühendislik Birimleri	6
A ₉	Lojistik ve Sevkiyat	5
A ₁₀	Özlük ve Bordro	8
A ₁₁	İdari İşler	7
A ₁₂	Muhasebe	10
A ₁₃	Finans	6
A ₁₄	Bütçe ve Finansal Raporlama	9
A ₁₅	İSG	10
A ₁₆	Güvenlik	9
A ₁₇	Bakım ve Onarım	7
A ₁₈	İhracat	6
A ₁₉	Bölge 1 (şehir dışı)	8
A ₂₀	Bölge 2 (şehir dışı)	7
A ₂₁	Bölge 3 (şehir dışı)	6
A ₂₂	Bölge 4 (şehir dışı)	7
A ₂₃	Bölge 5 (şehir dışı)	8
A ₂₄	Bölge 6 (şehir dışı)	6
A ₂₅	Bölge 7 (şehir dışı)	6
A ₂₆	Bölge 8 (şehir dışı)	7

Denetime gidilecek birimin eğitim seviyesi puanlanırken her personelin eğitim seviyesi dikkate alınmış ve ilgili departmandaki personelin eğitim seviyelerinin ortalaması alınarak departman için ortalama bir puan belirlenmiştir. MABAC yönteminde, bu kriterin maksimum olması beklenmektedir çünkü araştırmalara göre yüksek eğitim seviyesine sahip personelin daha çok kayıp oluşturan suiistimaller yaptığı görülmüştür. Personelin eğitim seviyesi puanlanırken işletmede 5 adet eğitim seviyesinin var olduğu görülmüş ve eşit bir puanlama yapılabilmesi için aşağıda Tablo 19’da belirtilen puanlama sistemi kullanılmıştır.

Tablo 19: Eğitim Seviyesi İçin Kullanılan Ölçek

Eğitim Seviyesi	Puan
Doktora	10
Yüksek Lisans	8
Lisans	6
Ön Lisans	4
Lise	2

Aşağıdaki tabloda tüm personel için ayrı ayrı eğitim seviyeleri ve kriter puanları gösterilmiştir.

Tablo 20: Personel Bazında Eğitim Seviyeleri Puanı

Personel Numarası	Alternatif Numarası	Eğitim Seviyesi Puanı	Personel Numarası	Alternatif Numarası	Eğitim Seviyesi Puanı
Personel 1	A ₁	4	Personel 26	A ₄	8
Personel 2	A ₁	2	Personel 27	A ₄	8
Personel 3	A ₁	6	Personel 28	A ₄	2
Personel 4	A ₁	6	Personel 29	A ₄	6
Personel 5	A ₁	4	Personel 30	A ₄	8
Personel 6	A ₁	2	Personel 31	A ₄	6
Personel 7	A ₁	2	Personel 32	A ₄	6
Personel 8	A ₁	6	Personel 33	A ₅	2
Personel 9	A ₂	6	Personel 34	A ₅	4
Personel 10	A ₂	10	Personel 35	A ₅	6
Personel 11	A ₂	2	Personel 36	A ₅	6
Personel 12	A ₂	6	Personel 37	A ₅	6
Personel 13	A ₂	6	Personel 38	A ₅	6
Personel 14	A ₃	6	Personel 39	A ₆	8
Personel 15	A ₃	2	Personel 40	A ₆	4
Personel 16	A ₃	2	Personel 41	A ₆	6
Personel 17	A ₃	6	Personel 42	A ₆	6
Personel 18	A ₄	8	Personel 43	A ₇	8
Personel 19	A ₄	6	Personel 44	A ₇	6
Personel 20	A ₄	6	Personel 45	A ₇	2
Personel 21	A ₄	6	Personel 46	A ₈	8
Personel 22	A ₄	6	Personel 47	A ₈	6
Personel 23	A ₄	6	Personel 48	A ₈	6
Personel 24	A ₄	6	Personel 49	A ₈	6
Personel 25	A ₄	6	Personel 50	A ₈	8

Tablo 20 Devamı:

Personel Numarası	Alternatif Numarası	Eğitim Seviyesi Puanı	Personel Numarası	Alternatif Numarası	Eğitim Seviyesi Puanı
Personel 51	A8	8	Personel 94	A20	6
Personel 52	A8	6	Personel 95	A20	6
Personel 53	A8	6	Personel 96	A20	6
Personel 54	A8	6	Personel 97	A20	2
Personel 55	A9	2	Personel 98	A20	4
Personel 56	A9	4	Personel 99	A20	6
Personel 57	A10	2	Personel 100	A21	2
Personel 58	A10	6	Personel 101	A21	6
Personel 59	A10	8	Personel 102	A21	2
Personel 60	A11	6	Personel 103	A21	2
Personel 61	A11	6	Personel 104	A21	6
Personel 62	A12	6	Personel 105	A21	6
Personel 63	A12	6	Personel 106	A21	6
Personel 64	A12	6	Personel 107	A21	4
Personel 65	A12	6	Personel 108	A22	6
Personel 66	A12	8	Personel 109	A22	6
Personel 67	A12	6	Personel 110	A22	4
Personel 68	A12	6	Personel 111	A22	6
Personel 69	A13	6	Personel 112	A22	6
Personel 70	A13	4	Personel 113	A22	2
Personel 71	A13	4	Personel 114	A22	2
Personel 72	A13	6	Personel 115	A23	2
Personel 73	A14	8	Personel 116	A23	6
Personel 74	A15	6	Personel 117	A23	6
Personel 75	A16	2	Personel 118	A23	6
Personel 76	A17	4	Personel 119	A23	2
Personel 77	A17	2	Personel 120	A23	6
Personel 78	A17	6	Personel 121	A23	6
Personel 79	A18	8	Personel 122	A24	6
Personel 80	A18	6	Personel 123	A24	2
Personel 81	A18	8	Personel 124	A24	6
Personel 82	A18	8	Personel 125	A24	6
Personel 83	A18	4	Personel 126	A25	4
Personel 84	A18	6	Personel 127	A25	6
Personel 85	A18	6	Personel 128	A25	6
Personel 86	A18	6	Personel 129	A25	2
Personel 87	A19	6	Personel 130	A25	6
Personel 88	A19	2	Personel 131	A25	6
Personel 89	A19	4	Personel 132	A25	2
Personel 90	A19	2	Personel 133	A26	6
Personel 91	A19	6	Personel 134	A26	2
Personel 92	A19	6	Personel 135	A26	6
Personel 93	A19	2	Personel 136	A26	6

Personel bazında eğitim seviyeleri belirlendikten sonra her departman için ortalama alınırken hesaplanan değerlerin virgülden sonra gelen kısmı 0,5'ten büyük ise

bir üst sayıya yuvarlanmıştır. Tablo 21’de departman bazında eğitim seviyeleri kriter puanları gösterilmiştir.

Tablo 21: Departman Bazında Eğitim Seviyeleri Puanı

Alternatifler	Alternatif İsmi	Kriter Puanı
A ₁	Satış ve Pazarlama	4
A ₂	Planlama	6
A ₃	Satın Alma	4
A ₄	Üretim	6
A ₅	Kalite	5
A ₆	Bilgi Teknolojileri	6
A ₇	İnsan Kaynakları	5
A ₈	Mühendislik Birimleri	7
A ₉	Lojistik ve Sevkiyat	3
A ₁₀	Özlük ve Bordro	5
A ₁₁	İdari İşler	6
A ₁₂	Muhasebe	6
A ₁₃	Finans	5
A ₁₄	Bütçe ve Finansal Raporlama	8
A ₁₅	İSG	6
A ₁₆	Güvenlik	2
A ₁₇	Bakım ve Onarım	4
A ₁₈	İhracat	7
A ₁₉	Bölge 1 (şehir dışı)	4
A ₂₀	Bölge 2 (şehir dışı)	5
A ₂₁	Bölge 3 (şehir dışı)	4
A ₂₂	Bölge 4 (şehir dışı)	5
A ₂₃	Bölge 5 (şehir dışı)	5
A ₂₄	Bölge 6 (şehir dışı)	5
A ₂₅	Bölge 7 (şehir dışı)	5
A ₂₆	Bölge 8 (şehir dışı)	5

Denetime gidilecek departmanın kıdem yılı için her personelin işe giriş tarihleri 2022 yılından çıkarılmış ve kıdem yılları hesaplanmıştır. MABAC yönteminde bu kriter için maksimum olması arzu edilmektedir çünkü araştırmalara göre yüksek kıdem yılına sahip kişilerin işletmede daha çok suiistimal yaptığı görülmektedir. Aşağıda Tablo 22’de personel bazında kıdem yılları gösterilmiştir.

Tablo 22: Personel Bazında Kıdem Yılları

Personel Numarası	Alternatif Numarası	Kıdem Yılı	Personel Numarası	Alternatif Numarası	Kıdem Yılı
Personel 1	A ₁	9	Personel 46	A ₈	10
Personel 2	A ₁	23	Personel 47	A ₈	16
Personel 3	A ₁	16	Personel 48	A ₈	15
Personel 4	A ₁	11	Personel 49	A ₈	9
Personel 5	A ₁	15	Personel 50	A ₈	4
Personel 6	A ₁	6	Personel 51	A ₈	3
Personel 7	A ₁	3	Personel 52	A ₈	2
Personel 8	A ₁	1	Personel 53	A ₈	2
Personel 9	A ₂	5	Personel 54	A ₈	1
Personel 10	A ₂	5	Personel 55	A ₉	21
Personel 11	A ₂	2	Personel 56	A ₉	18
Personel 12	A ₂	7	Personel 57	A ₁₀	5
Personel 13	A ₂	1	Personel 58	A ₁₀	4
Personel 14	A ₃	4	Personel 59	A ₁₀	7
Personel 15	A ₃	4	Personel 60	A ₁₁	0
Personel 16	A ₃	4	Personel 61	A ₁₁	10
Personel 17	A ₃	3	Personel 62	A ₁₂	13
Personel 18	A ₄	3	Personel 63	A ₁₂	12
Personel 19	A ₄	16	Personel 64	A ₁₂	11
Personel 20	A ₄	2	Personel 65	A ₁₂	7
Personel 21	A ₄	10	Personel 66	A ₁₂	2
Personel 22	A ₄	16	Personel 67	A ₁₂	2
Personel 23	A ₄	10	Personel 68	A ₁₂	1
Personel 24	A ₄	10	Personel 69	A ₁₃	5
Personel 25	A ₄	8	Personel 70	A ₁₃	9
Personel 26	A ₄	2	Personel 71	A ₁₃	3
Personel 27	A ₄	6	Personel 72	A ₁₃	1
Personel 28	A ₄	5	Personel 73	A ₁₄	5
Personel 29	A ₄	4	Personel 74	A ₁₅	8
Personel 30	A ₄	3	Personel 75	A ₁₆	6
Personel 31	A ₄	1	Personel 76	A ₁₇	18
Personel 32	A ₄	1	Personel 77	A ₁₇	7
Personel 33	A ₅	10	Personel 78	A ₁₇	1
Personel 34	A ₅	3	Personel 79	A ₁₈	21
Personel 35	A ₅	2	Personel 80	A ₁₈	12
Personel 36	A ₅	1	Personel 81	A ₁₈	7
Personel 37	A ₅	1	Personel 82	A ₁₈	3
Personel 38	A ₅	1	Personel 83	A ₁₈	3
Personel 39	A ₆	1	Personel 84	A ₁₈	3
Personel 40	A ₆	5	Personel 85	A ₁₈	0
Personel 41	A ₆	3	Personel 86	A ₁₈	22
Personel 42	A ₆	1	Personel 87	A ₁₉	4
Personel 43	A ₇	8	Personel 88	A ₁₉	4
Personel 44	A ₇	4	Personel 89	A ₁₉	4
Personel 45	A ₇	1	Personel 90	A ₁₉	3

Tablo 22 Devamı:

Personel Numarası	Alternatif Numarası	Kıdem Yılı	Personel Numarası	Alternatif Numarası	Kıdem Yılı
Personel 91	A ₁₉	2	Personel 114	A ₂₂	1
Personel 92	A ₁₉	2	Personel 115	A ₂₃	12
Personel 93	A ₁₉	1	Personel 116	A ₂₃	13
Personel 94	A ₂₀	2	Personel 117	A ₂₃	3
Personel 95	A ₂₀	3	Personel 118	A ₂₃	3
Personel 96	A ₂₀	4	Personel 119	A ₂₃	8
Personel 97	A ₂₀	4	Personel 120	A ₂₃	3
Personel 98	A ₂₀	2	Personel 121	A ₂₃	1
Personel 99	A ₂₀	1	Personel 122	A ₂₄	7
Personel 100	A ₂₁	3	Personel 123	A ₂₄	7
Personel 101	A ₂₁	13	Personel 124	A ₂₄	5
Personel 102	A ₂₁	13	Personel 125	A ₂₄	2
Personel 103	A ₂₁	7	Personel 126	A ₂₅	1
Personel 104	A ₂₁	4	Personel 127	A ₂₅	1
Personel 105	A ₂₁	7	Personel 128	A ₂₅	1
Personel 106	A ₂₁	5	Personel 129	A ₂₅	1
Personel 107	A ₂₁	2	Personel 130	A ₂₅	1
Personel 108	A ₂₂	14	Personel 131	A ₂₅	1
Personel 109	A ₂₂	6	Personel 132	A ₂₅	0
Personel 110	A ₂₂	4	Personel 133	A ₂₆	2
Personel 111	A ₂₂	2	Personel 134	A ₂₆	22
Personel 112	A ₂₂	2	Personel 135	A ₂₆	14
Personel 113	A ₂₂	1	Personel 136	A ₂₆	2

Personel bazında kıdem yılları belirlendikten sonra her departman için ortalama alınırken hesaplanan değerlerin virgülden sonra gelen kısmı 0,5'ten büyük ise bir üst sayıya yuvarlanmıştır. Aşağıda Tablo 23'te departman bazında kıdem yılları kriter puanları gösterilmiştir.

Tablo 23: Departman Bazında Kıdem Yılları Puanı

Alternatifler	Alternatif İsmi	Kriter Puanı
A ₁	Satış ve Pazarlama	11
A ₂	Planlama	4
A ₃	Satın Alma	4
A ₄	Üretim	6
A ₅	Kalite	3
A ₆	Bilgi Teknolojileri	3
A ₇	İnsan Kaynakları	4
A ₈	Mühendislik Birimleri	7
A ₉	Lojistik ve Sevkiyat	20
A ₁₀	Özlük ve Bordro	5
A ₁₁	İdari İşler	5
A ₁₂	Muhasebe	7
A ₁₃	Finans	5
A ₁₄	Bütçe ve Finansal Raporlama	5
A ₁₅	İSG	8
A ₁₆	Güvenlik	6
A ₁₇	Bakım ve Onarım	9
A ₁₈	İhracat	9
A ₁₉	Bölge 1 (şehir dışı)	3
A ₂₀	Bölge 2 (şehir dışı)	3
A ₂₁	Bölge 3 (şehir dışı)	7
A ₂₂	Bölge 4 (şehir dışı)	4
A ₂₃	Bölge 5 (şehir dışı)	6
A ₂₄	Bölge 6 (şehir dışı)	5
A ₂₅	Bölge 7 (şehir dışı)	1
A ₂₆	Bölge 8 (şehir dışı)	10

Yönetim biriminin ilgili departmanlar için denetim talepleri, önceki yıllar da dikkate alınarak denetçiler tarafından değerlendirilmiştir. Bu kriter için puanlama yapılırken 1-10 arası ölçek kullanılmıştır. Yönetim biriminin en çok denetim düzenlenmesi istediği departman için 10, en az denetim talebi olduğu departmanlar için 1 puanı kullanılmıştır. Denetçiler tarafından bu değerlendirme yapılırken önceki yıllarda yönetim biriminin yıl içinde birden fazla denetim düzenlenmesini istediği departmanlar olması, denetim takviminde sırada bulunan departman yerine başka bir departman denetimini öne çekmek istemesi, özel denetim talepleri gibi durumlar göz önüne alınarak bir değerlendirme yapılmıştır. MABAC yönteminde bu kriterin maksimum olması beklenmektedir. Aşağıda Tablo 24'te denetçiler tarafından değerlendirilmiş olan her bir

departman için yönetim biriminden gelen denetim taleplerinin kriter puanlaması yer almaktadır.

Tablo 24: Yönetim Biriminden Gelen Denetim Talepleri Kriter Puanı

Alternatifler	Alternatif İsmi	Kriter Puanı
A ₁	Satış ve Pazarlama	7
A ₂	Planlama	6
A ₃	Satın Alma	8
A ₄	Üretim	8
A ₅	Kalite	5
A ₆	Bilgi Teknolojileri	4
A ₇	İnsan Kaynakları	8
A ₈	Mühendislik Birimleri	5
A ₉	Lojistik ve Sevkiyat	10
A ₁₀	Özlük ve Bordro	9
A ₁₁	İdari İşler	4
A ₁₂	Muhasebe	7
A ₁₃	Finans	9
A ₁₄	Bütçe ve Finansal Raporlama	3
A ₁₅	İSG	5
A ₁₆	Güvenlik	5
A ₁₇	Bakım ve Onarım	8
A ₁₈	İhracat	6
A ₁₉	Bölge 1 (şehir dışı)	5
A ₂₀	Bölge 2 (şehir dışı)	6
A ₂₁	Bölge 3 (şehir dışı)	4
A ₂₂	Bölge 4 (şehir dışı)	5
A ₂₃	Bölge 5 (şehir dışı)	5
A ₂₄	Bölge 6 (şehir dışı)	9
A ₂₅	Bölge 7 (şehir dışı)	8
A ₂₆	Bölge 8 (şehir dışı)	4

Son kriter olan denetlenecek birimin iç kontrol yapısı da denetçilerin önceki denetim tecrübeleri, deneyimleri, ERP sistemi bilgisi, yapılan denetimlerde kurulu olan iç kontrol ortamının etkin çalışıp çalışmaması gibi durumlar göz önüne alınarak değerlendirilmiştir. Bu kriterin MABAC yönteminde minimum olması beklenmektedir. Denetçilerin her bir birimin iç kontrol ortamının güvenilirliği ile ilgili verdiği puanlamalar aşağıda Tablo 25'te yer almaktadır. Bu kriter puanlaması yapılırken 1-10 puan skalası kullanılmıştır.

Tablo 25: Denetime Gidilecek Birimin İç Kontrol Ortamı Kriter Puanı

Alternatifler	Alternatif İsmi	Kriter Puanı
A ₁	Satış ve Pazarlama	6
A ₂	Planlama	7
A ₃	Satın Alma	8
A ₄	Üretim	6
A ₅	Kalite	8
A ₆	Bilgi Teknolojileri	9
A ₇	İnsan Kaynakları	5
A ₈	Mühendislik Birimleri	7
A ₉	Lojistik ve Sevkiyat	4
A ₁₀	Özlük ve Bordro	5
A ₁₁	İdari İşler	6
A ₁₂	Muhasebe	9
A ₁₃	Finans	7
A ₁₄	Bütçe ve Finansal Raporlama	10
A ₁₅	İSG	8
A ₁₆	Güvenlik	7
A ₁₇	Bakım ve Onarım	7
A ₁₈	İhracat	5
A ₁₉	Bölge 1 (şehir dışı)	8
A ₂₀	Bölge 2 (şehir dışı)	6
A ₂₁	Bölge 3 (şehir dışı)	7
A ₂₂	Bölge 4 (şehir dışı)	6
A ₂₃	Bölge 5 (şehir dışı)	5
A ₂₄	Bölge 6 (şehir dışı)	6
A ₂₅	Bölge 7 (şehir dışı)	3
A ₂₆	Bölge 8 (şehir dışı)	6

Tüm alternatifler için kriter puanlamaları yapıldıktan sonra MABAC yöntemi karar matrisi aşağıda Tablo 26'da oluşturulmuştur. Bu tabloda hangi kriterin minimum, hangi kriterin maksimum olacağı belirtilmiştir.

Tablo 26: MABAC Yöntemi Karar Matrisi

Alternatifler	Min.	Maks.	Min.	Min.	Min.	Maks.	Maks.	Maks.	Min.
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
A ₁	0	7	6	7	7	4	11	7	6
A ₂	500	4	8	6	6	6	4	6	7
A ₃	0	5	7	6	7	4	4	8	8
A ₄	500	7	7	8	5	6	6	8	6
A ₅	500	2	6	10	9	5	3	5	8
A ₆	500	2	10	9	8	6	3	4	9
A ₇	0	3	6	7	6	5	4	8	5
A ₈	500	6	6	6	6	7	7	5	7
A ₉	200	8	5	5	5	3	20	10	4
A ₁₀	0	2	6	4	8	5	5	9	5
A ₁₁	200	1	5	5	7	6	5	4	6
A ₁₂	0	2	8	8	10	6	7	7	9
A ₁₃	0	3	6	6	6	5	5	9	7
A ₁₄	0	2	9	9	9	8	5	3	10
A ₁₅	0	3	7	10	10	6	8	5	8
A ₁₆	200	4	5	8	9	2	6	5	7
A ₁₇	500	6	7	7	7	4	9	8	7
A ₁₈	500	4	7	7	6	7	9	6	5
A ₁₉	3500	4	6	6	8	4	3	5	8
A ₂₀	5000	3	8	5	7	5	3	6	6
A ₂₁	3500	3	7	8	6	4	7	4	7
A ₂₂	4000	3	7	7	7	5	4	5	6
A ₂₃	1500	3	6	6	8	5	6	5	5
A ₂₄	4000	5	9	8	6	5	5	9	6
A ₂₅	1500	4	7	7	6	5	1	8	3
A ₂₆	4500	4	10	6	7	5	10	4	6

Maksimum olması beklenen kriterler için Eşitlik (2.8), minimum olması beklenen kriterler için ise Eşitlik (2.9)'dan yararlanarak normalize edilmiş karar matrisi oluşturulmuştur. Normalize edilmiş karar matrisi Tablo 27'de gösterilmiştir.

Tablo 27: Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	Min.	Maks.	Min.	Min.	Min.	Max.	Max.	Max.	Min.
Alternatifler	K₁	K₂	K₃	K₄	K₅	K₆	K₇	K₈	K₉
A ₁	1,000	0,857	0,800	0,500	0,600	0,333	0,526	0,571	0,571
A ₂	0,900	0,429	0,400	0,667	0,800	0,667	0,158	0,429	0,429
A ₃	1,000	0,571	0,600	0,667	0,600	0,333	0,158	0,714	0,286
A ₄	0,900	0,857	0,600	0,333	1,000	0,667	0,263	0,714	0,571
A ₅	0,900	0,143	0,800	0,000	0,200	0,500	0,105	0,286	0,286
A ₆	0,900	0,143	0,000	0,167	0,400	0,667	0,105	0,143	0,143
A ₇	1,000	0,286	0,800	0,500	0,800	0,500	0,158	0,714	0,714
A ₈	0,900	0,714	0,800	0,667	0,800	0,833	0,316	0,286	0,429
A ₉	0,960	1,000	1,000	0,833	1,000	0,167	1,000	1,000	0,857
A ₁₀	1,000	0,143	0,800	1,000	0,400	0,500	0,211	0,857	0,714
A ₁₁	0,960	0,000	1,000	0,833	0,600	0,667	0,211	0,143	0,571
A ₁₂	1,000	0,143	0,400	0,333	0,000	0,667	0,316	0,571	0,143
A ₁₃	1,000	0,286	0,800	0,667	0,800	0,500	0,211	0,857	0,429
A ₁₄	1,000	0,143	0,200	0,167	0,200	1,000	0,211	0,000	0,000
A ₁₅	1,000	0,286	0,600	0,000	0,000	0,667	0,368	0,286	0,286
A ₁₆	0,960	0,429	1,000	0,333	0,200	0,000	0,263	0,286	0,429
A ₁₇	0,900	0,714	0,600	0,500	0,600	0,333	0,421	0,714	0,429
A ₁₈	0,900	0,429	0,600	0,500	0,800	0,833	0,421	0,429	0,714
A ₁₉	0,300	0,429	0,800	0,667	0,400	0,333	0,105	0,286	0,286
A ₂₀	0,000	0,286	0,400	0,833	0,600	0,500	0,105	0,429	0,571
A ₂₁	0,300	0,286	0,600	0,333	0,800	0,333	0,316	0,143	0,429
A ₂₂	0,200	0,286	0,600	0,500	0,600	0,500	0,158	0,286	0,571
A ₂₃	0,700	0,286	0,800	0,667	0,400	0,500	0,263	0,286	0,714
A ₂₄	0,200	0,571	0,200	0,333	0,800	0,500	0,211	0,857	0,571
A ₂₅	0,700	0,429	0,600	0,500	0,800	0,500	0,000	0,714	1,000
A ₂₆	0,100	0,429	0,000	0,667	0,600	0,500	0,474	0,143	0,571

Normalizasyon işlemi sonrasında Eşitlik (2.10) yardımıyla ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisi elde edilir. Aşağıda ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisine yer verilmiştir.

Tablo 28: Ağırlıklandırılmış Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Alternatifler	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
A ₁	0,068	0,190	0,093	0,059	0,041	0,018	0,024	0,054	0,123
A ₂	0,061	0,095	0,046	0,079	0,055	0,036	0,007	0,041	0,092
A ₃	0,068	0,127	0,070	0,079	0,041	0,018	0,007	0,068	0,061
A ₄	0,061	0,190	0,070	0,039	0,069	0,036	0,012	0,068	0,123
A ₅	0,061	0,032	0,093	0,000	0,014	0,027	0,005	0,027	0,061
A ₆	0,061	0,032	0,000	0,020	0,027	0,036	0,005	0,014	0,031
A ₇	0,068	0,063	0,093	0,059	0,055	0,027	0,007	0,068	0,153
A ₈	0,061	0,158	0,093	0,079	0,055	0,045	0,014	0,027	0,092
A ₉	0,065	0,222	0,116	0,098	0,069	0,009	0,045	0,095	0,184
A ₁₀	0,068	0,032	0,093	0,118	0,027	0,027	0,009	0,081	0,153
A ₁₁	0,065	0,000	0,116	0,098	0,041	0,036	0,009	0,014	0,123
A ₁₂	0,068	0,032	0,046	0,039	0,000	0,036	0,014	0,054	0,031
A ₁₃	0,068	0,063	0,093	0,079	0,055	0,027	0,009	0,081	0,092
A ₁₄	0,068	0,032	0,023	0,020	0,014	0,054	0,009	0,000	0,000
A ₁₅	0,068	0,063	0,070	0,000	0,000	0,036	0,016	0,027	0,061
A ₁₆	0,065	0,095	0,116	0,039	0,014	0,000	0,012	0,027	0,092
A ₁₇	0,061	0,158	0,070	0,059	0,041	0,018	0,019	0,068	0,092
A ₁₈	0,061	0,095	0,070	0,059	0,055	0,045	0,019	0,041	0,153
A ₁₉	0,020	0,095	0,093	0,079	0,027	0,018	0,005	0,027	0,061
A ₂₀	0,000	0,063	0,046	0,098	0,041	0,027	0,005	0,041	0,123
A ₂₁	0,020	0,063	0,070	0,039	0,055	0,018	0,014	0,014	0,092
A ₂₂	0,014	0,063	0,070	0,059	0,041	0,027	0,007	0,027	0,123
A ₂₃	0,047	0,063	0,093	0,079	0,027	0,027	0,012	0,027	0,153
A ₂₄	0,014	0,127	0,023	0,039	0,055	0,027	0,009	0,081	0,123
A ₂₅	0,047	0,095	0,070	0,059	0,055	0,027	0,000	0,068	0,215
A ₂₆	0,007	0,095	0,000	0,079	0,041	0,027	0,021	0,014	0,123

Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisinden bir sonraki adım sınır yakınlık alanı matrisinin oluşturulmasıdır. Sınır yakınlık alanı değerleri Eşitlik (2.11)'den yararlanılarak hesaplanmış ve aşağıdaki tabloda sınır yakınlık alanı matrisi gösterilmiştir.

Tablo 29: Sınır Yakınlık Alanı Matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
g_i	0,116	0,307	0,183	0,175	0,106	0,081	0,056	0,136	0,316

Alternatiflerin sıralanmasından bir önceki adımda, Eşitlik (2.14)'den yararlanılarak sınır yakınlık alanına olan uzaklıklar hesaplanmıştır. Sınır yakınlık alanına uzaklıklar matrisi Tablo 30'da gösterilmiştir.

Tablo 30: Sınır Yakınlık Alanına Uzaklıklar Matrisi

Alternatifler	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
A ₁	0,019	0,105	0,025	0,002	0,004	-0,009	0,012	0,012	0,021
A ₂	0,012	0,010	-0,021	0,022	0,018	0,009	-0,005	-0,001	-0,009
A ₃	0,019	0,041	0,002	0,022	0,004	-0,009	-0,005	0,026	-0,040
A ₄	0,012	0,105	0,002	-0,018	0,031	0,009	0,000	0,026	0,021
A ₅	0,012	-0,054	0,025	-0,057	-0,024	0,000	-0,007	-0,015	-0,040
A ₆	0,012	-0,054	-0,067	-0,038	-0,010	0,009	-0,007	-0,028	-0,071
A ₇	0,019	-0,022	0,025	0,002	0,018	0,000	-0,005	0,026	0,052
A ₈	0,012	0,073	0,025	0,022	0,018	0,018	0,003	-0,015	-0,009
A ₉	0,016	0,136	0,049	0,041	0,031	-0,018	0,033	0,053	0,083
A ₁₀	0,019	-0,054	0,025	0,061	-0,010	0,000	-0,002	0,039	0,052
A ₁₁	0,016	-0,086	0,049	0,041	0,004	0,009	-0,002	-0,028	0,021
A ₁₂	0,019	-0,054	-0,021	-0,018	-0,037	0,009	0,003	0,012	-0,071
A ₁₃	0,019	-0,022	0,025	0,022	0,018	0,000	-0,002	0,039	-0,009
A ₁₄	0,019	-0,054	-0,044	-0,038	-0,024	0,027	-0,002	-0,042	-0,101
A ₁₅	0,019	-0,022	0,002	-0,057	-0,037	0,009	0,005	-0,015	-0,040
A ₁₆	0,016	0,010	0,049	-0,018	-0,024	-0,027	0,000	-0,015	-0,009
A ₁₇	0,012	0,073	0,002	0,002	0,004	-0,009	0,007	0,026	-0,009
A ₁₈	0,012	0,010	0,002	0,002	0,018	0,018	0,007	-0,001	0,052
A ₁₉	-0,028	0,010	0,025	0,022	-0,010	-0,009	-0,007	-0,015	-0,040
A ₂₀	-0,049	-0,022	-0,021	0,041	0,004	0,000	-0,007	-0,001	0,021
A ₂₁	-0,028	-0,022	0,002	-0,018	0,018	-0,009	0,003	-0,028	-0,009
A ₂₂	-0,035	-0,022	0,002	0,002	0,004	0,000	-0,005	-0,015	0,021
A ₂₃	-0,001	-0,022	0,025	0,022	-0,010	0,000	0,000	-0,015	0,052
A ₂₄	-0,035	0,041	-0,044	-0,018	0,018	0,000	-0,002	0,039	0,021
A ₂₅	-0,001	0,010	0,002	0,002	0,018	0,000	-0,012	0,026	0,114
A ₂₆	-0,042	0,010	-0,067	0,022	0,004	0,000	0,010	-0,028	0,021

MABAC yönteminin son adımında Eşitlik (2.16)'dan yararlanılarak tüm alternatifler sıralanır. Tablo 31'de alternatiflerin sıralamasına yer verilmiştir.

Tablo 31: MABAC Yöntemi Alternatiflerin Sıralaması

Alternatifler	Alternatif İsmi	S _i	Sıralama
A ₉	Lojistik ve Sevkiyat	0,424	1
A ₁	Satış ve Pazarlama	0,191	2
A ₄	Üretim	0,189	3
A ₂₅	Bölge 7 (şehir dışı)	0,157	4
A ₈	Mühendislik Birimleri	0,146	5
A ₁₀	Özlük ve Bordro	0,131	6
A ₁₈	İhracat	0,119	7
A ₇	İnsan Kaynakları	0,115	8
A ₁₇	Bakım ve Onarım	0,108	9
A ₁₃	Finans	0,089	10
A ₃	Satın Alma	0,060	11
A ₂₃	Bölge 5 (şehir dışı)	0,051	12
A ₂	Planlama	0,034	13
A ₁₁	İdari İşler	0,024	14
A ₂₄	Bölge 6 (şehir dışı)	0,020	15
A ₁₆	Güvenlik	-0,018	16
A ₂₀	Bölge 2 (şehir dışı)	-0,034	17
A ₂₂	Bölge 4 (şehir dışı)	-0,047	18
A ₁₉	Bölge 1 (şehir dışı)	-0,053	19
A ₂₆	Bölge 8 (şehir dışı)	-0,072	20
A ₂₁	Bölge 3 (şehir dışı)	-0,093	21
A ₁₅	İSG	-0,137	22
A ₁₂	Muhasebe	-0,158	23
A ₅	Kalite	-0,159	24
A ₆	Bilgi Teknolojileri	-0,253	25
A ₁₄	Bütçe ve Finansal Raporlama	-0,259	26

MABAC yöntemi ile alternatiflerin sıralamasına göre en riskli departmanın lojistik ve sevkiyat birimi olduğu, en düşük riske sahip birimin ise bütçe ve finansal raporlama departmanı olduğu görülmüştür.

3.4. Tamsayı Programlama Yönteminin Uygulanması

Bu tezde, FUCOM ile kriter ağırlıkları belirlenip, MABAC yöntemi ile denetim alternatiflerinin sıralaması yapıldıktan sonra 2022 yılının ilk haftasından başlamak üzere 2023 yılında da devam eden 70 haftalık, şirketin tüm birimlerini kapsayan bir denetim takvimi planı yapılmıştır. Belirlenen 26 birim denetimine ilave olarak yıl içinde 2 kez 2 hafta olmak üzere 14. ve 28. denetim yerine genel denetim toplantıları ve eğitimler koyulması planlanmıştır. Denetim takviminin planlanması aşamasında ise tamsayı programlama yönteminden yararlanılmıştır.

MABAC yöntemi ile sıralanmış olan 26 departman denetimi, 2 genel denetim toplantısı ve eğitim eşit olarak 4 hafta, 3 hafta, 2 hafta ve 1 hafta olmak üzere planlanmıştır. Aşağıda Tablo 32’de denetimlerin kaç hafta sürmesi gerektiği gösterilmiştir.

Tablo 32: Denetim Planı Süreleri

Denetim İsmi	Süre (hafta)
Lojistik ve Sevkiyat	4
Satış ve Pazarlama	4
Üretim	4
Bölge 7 (şehir dışı)	4
Mühendislik Birimleri	4
Özlük ve Bordro	4
İhracat	4
İnsan Kaynakları	3
Bakım ve Onarım	3
Finans	3
Satın Alma	3
Bölge 5 (şehir dışı)	3
Planlama	3
İdari İşler	3
Genel Toplantı/Eğitim	2
Genel Toplantı/Eğitim	2
Bölge 6 (şehir dışı)	2
Güvenlik	2
Bölge 2 (şehir dışı)	2
Bölge 4 (şehir dışı)	2
Bölge 1 (şehir dışı)	2
Bölge 8 (şehir dışı)	1
Bölge 3 (şehir dışı)	1
İSG	1
Muhasebe	1
Kalite	1
Bilgi Teknolojileri	1
Bütçe ve Finansal Raporlama	1

Belirlenen sürelerden sonra Excel tabanlı bir çalışma sayfası oluşturulmuştur. Sırasıyla 4 haftalık denetim, 3 haftalık denetim, 2 haftalık denetim ve 1 haftalık denetim için çalışma sayfaları tasarlanmış ve Excel Solver yardımıyla 0-1 tamsayılı çözüm modeli uygulanmıştır.

Denetçilerin bu denetim takvimi uygulanırken belirlediği kısıtlara aşağıda yer verilmiştir:

- 4 hafta sürmesi planlanan, en riskli ilk 3 denetimin ilk 10 denetim içerisinde planlanması istenmektedir.
- Geriye kalan 4 haftalık denetimlerin son 10 denetim içerisinde planlanması istenmektedir.
- 3 hafta sürmesi planlanan, en riskli ilk 4 denetimin ilk 14 denetim içerisinde planlanması istenmektedir.
- Geriye kalan 3 haftalık denetimlerin son 14 denetim içerisinde planlanması istenmektedir.
- 14. denetim sırasına 2 haftalık genel değerlendirme toplantıları ve eğitimlerin planlanması istenmektedir.
- 28. Denetim sırasına 2 haftalık genel değerlendirme toplantıları ve eğitimlerin planlanması istenmektedir.

Problemde uygulanan tamsayı programlama modelinin matematiksel gösterimi aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

Parametreler:

n =denetim sayısı, $n=28$

m =denetim sırası, $m=28$

p =hafta koşulu sayısı, $p=4$

İndisler:

$i=1,2,3,\dots,n$ toplam denetim sayısı

$j=1,2,3,\dots,m$ toplam denetim sırası

$k=1,\dots,p$ toplam hafta koşulu sayısı

Karar değişkenleri:

x_{ijk} = i . denetim, j . denetim sırasında, k . hafta koşulu ile çalışıyorsa 1, değilse 0

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Min}Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p x_{ijk}$$

Kısıtlar:

4 haftalık denetimler için kısıtlar:

- 4 hafta sürmesi planlanan 7 denetimin 28 denetimde 1 kere planlanması kısıtı

$$\sum_{j=1}^m x_{ij4} = 7 \quad i = 1,4,8,9,10,18,25$$

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27$

- 4 hafta sürmesi planlanan, en riskli ilk 3 denetimin ilk 10 denetim içerisinde planlanması istenmektedir.

$$\sum_{j=1}^m x_{ij4} = 3 \quad i = 9,1,4, \quad j = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$$

- Geriye kalan 4 haftalık denetimlerin son 10 denetim içerisinde planlanması istenmektedir.

$$\sum_{j=1}^m x_{ij4} = 4 \quad i = 25,8,10,18, \quad j = 19,20,21,22,23,24,25,26,27$$

3 haftalık denetimler için kısıtlar:

- 3 hafta sürmesi planlanan 7 denetimin 28 denetimde 1 kere planlanması kısıtı

$$\sum_{j=1}^m x_{ij3} = 7 \quad i = 2,3,7,11,13,17,23,$$

$j = 2,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15,16,17,18,20,23,24,25,26$

- 3 hafta sürmesi planlanan, en riskli ilk 4 denetimin ilk 14 denetim içerisinde planlanması istenmektedir.

$$\sum_{j=1}^m x_{ij3} = 4 \quad i = 7,17,13,3, \quad j = 2,5,6,7,8,9,10,11,12,13$$

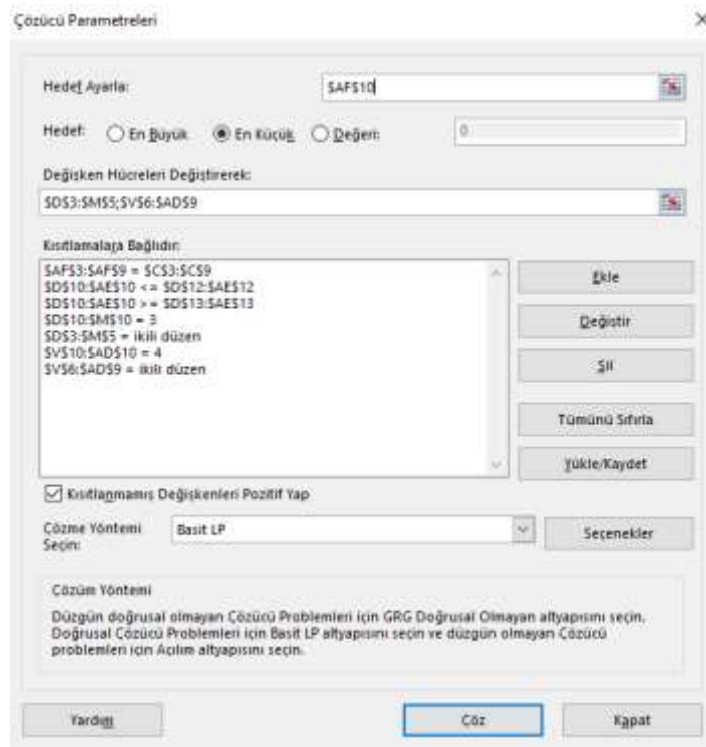
- Geriye kalan 3 haftalık denetimlerin son 14 denetim içerisinde planlanması istenmektedir.

$$\sum_{j=1}^m x_{ij3} = 3 \quad i = 23,2,11, \quad j = 15,16,17,18,20,23,24,25,26$$

2 haftalık denetimler için kısıtlar:

- 2 hafta sürmesi planlanan 7 denetimin 28 denetimde 1 kere planlanması kısıtı

Çalışma sayfasında kısıtları oluşturabilmek için ilgili hücelere planlanması istenmeyen denetimler gri renk ile belirtilmiş ve Excel Solver'da karar değişkenleri seçilirken ilgili hüceler karar değişkenlerine dahil edilmemiştir. Örneğin 14. denetim sırası ve 28. denetim sırası 2 haftalık genel değerlendirme toplantıları ve eğitim planına ayrıldığı için karar değişkeni olarak seçilmemiştir. Ayrıca ilk 3 denetimin ilk 10 denetim içerisinde gerçekleşmesi ve son 4 denetimin son 10 denetim içerisinde gerçekleşmesi için hüceler belirlenmiştir. 4 haftalık denetimler için Excel Solver'daki çözüm ekranına Şekil 7'de yer verilmiştir.



Şekil 7. 4 Haftalık Denetim Excel Solver Ekranı

4 haftalık denetim planı tasarlandıktan sonra 3 haftalık denetim planı tasarımına geçilmiştir. Karar değişkenleri belirlenirken bu sefer 4 haftalık denetimlerin planlandığı sıralar seçilmemiş ve diğer kısıtlar da dikkate alınarak karar değişkeni olabilecek hüceler belirlenmiştir. Aşağıda Şekil 8'de 3 hafta sürmesi planlanan denetimlerin çalışma sayfasına yer verilmiştir.

Alternatif Numarası	Alternatif İsmi	Gerekli Denetim	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
A7	İnsan Kaynakları	1	1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
A17	Balçık ve Ocağı	1	0					1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
A13	Finans	1	0					0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
A3	Satın Alma	1	0					0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
A23	Bölge 5 (çebir dışı)	1															1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
A2	Planlama	1															0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
A11	İdari İşler	1															0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
			0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Şekil 8. 3 Haftalık Denetim Çalışma Sayfası

3 haftalık denetim planına ait Excel Solver çözüm ekranına Şekil 9'da yer verilmiştir.

Çözücü Parametreleri

Hedef Ayarlar: SAF510

Hedefi: En Büyük En Küçük Değeri: 0

Değişken Hücreleri Değiştirerek: SES3:SE56;SH53:SP56;SR57:SU59;SW57:SW59;SZ57:SAC59

Kısıtlamalara Bağlıdır:

SAF53:SAF59 = SC53:SC59
SD510:SAE510 <= SD512:SAE512
SD510:SAE510 >= SD513:SAE513
SD510:SP510 = 4
SES3:SE56 = İkili düzen
SH53:SP56 = İkili düzen
SR57:SU59 = 3
SR57:SU59 = İkili düzen
SW57:SW59 = İkili düzen
SZ57:SAC59 = İkili düzen

Kısıtlı olmayan Değişkenleri Pozitif Yap

Çözme Yöntemi: Basit LP

Seçim:

Çözüm Yöntemi
Düzensiz doğrusal olmayan Çözücü Problemleri için GRG Doğrusal Olmayan altyapısını seçin.
Doğrusal Çözücü Problemleri için Basit LP altyapısını seçin ve düzensiz olmayan Çözücü problemleri için Açılım altyapısını seçin.

Şekil 9. 3 Haftalık Denetim Excel Solver Ekranı

3 haftalık denetim planı da tamamlandıktan sonra 2 hafta sürmesi planlanan denetimler ve diğer denetim programları için çalışma sayfası tasarlanmıştır. 2 haftalık denetim planı aşamasında 4 ve 3 haftalık denetimlerin atandığı denetim sıraları karar değişkeni olarak seçilmemiştir. Aşağıdaki Şekil 10'da 2 hafta sürmesi planlanan denetimlerin çalışma sayfasına yer verilmiştir.

Alternatif Numarası	Alternatif İsmi	Gerekli Donatım	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
G-E	Genel Toplantı Eğitimi	1						0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G-E	Genel Toplantı Eğitimi	1						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
A19	Bölge 6 (yehir dışı)	1						1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A16	Güvenlik	1						0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A20	Bölge 2 (yehir dışı)	1						0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A22	Bölge 4 (yehir dışı)	1						0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A19	Bölge 1 (yehir dışı)	1						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Üst Sınır		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Alt Sınır		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Şekil 10. 2 Haftalık Denetim Çalışma Sayfası

2 haftalık denetim planlarının Excel Solver ile çözüm ekranı tasarlanırken genel toplantı ve eğitimlerin 14. ve 28. denetim sırasına planlanabilmesi için diğer çözüm ekranlarındakinden farklı şekilde bir model kurulmuştur. 2 haftalık denetimlere ait Excel Solver çözüm ekranına Şekil 11’de yer verilmiştir.

Çözümü Parametreleri

Hedef Ayarları:

Hedef: En Büyük En Küçük Değeri:

Değişken Hücreleri Değiştirerek:

Kısıtlamalara Bağlıdır:

SAES3:SAES9 = ikili düzen
 SAES4 = SAES12
 SAFS3:SAFS9 = SC3:SC9
 SDS10:SAES10 <= SDS12:SAES12
 SDS10:SAES10 >= SDS13:SAES13
 S1S3:S1S9 = ikili düzen
 SKS3:SKS9 = ikili düzen
 SMS3:SQS9 = ikili düzen
 QS3 = QS12
 SSS3:SSS9 = ikili düzen
 SUS3:SUS9 = ikili düzen
 SWS3:SW59 = ikili düzen
 SZS3:SABS9 = ikili düzen

Kısıtlanamayan Değişkenleri Pozitif Yap.

Çözme Yöntemi Seçini:

Çözüm Yöntemi
 Düzgün doğrusal olmayan Çözümü Problemleri için GRG Doğrusal Olmayan altyapısını seçin.
 Doğrusal Çözümü Problemleri için Basit LP altyapısını seçin ve düzgün olmayan Çözümü problemleri için Açılım altyapısını seçin.

Şekil 11. 2 Haftalık Denetim Excel Solver Ekranı

Son olarak 1 haftalık denetim planı için denetim çalışma sayfası tasarlanırken 4 haftalık, 3 haftalık ve 2 haftalık denetimlerin planlandığı sıralar karar değişkeni olarak seçilmemiştir. Aşağıda Şekil 12’de 1 haftalık denetimler için tasarlanan çalışma sayfası gösterilmiştir.

Alternatif Numarası	Alternatif İsmi	Gerekli Denetim	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
A26	Bölge 8 (yeni deę)	1										1	0																	
A21	Bölge 3 (yeni deę)	1										0	1																	
A15	İSG	1										0	0									1								
A12	Muhasebe	1										0	0											1						
A5	Katir	1										0	0																	
A6	Bilgi Teknolojileri	1										0	0												1					
A14	Bütçe ve Finansal Raporlama	1										0	0														1			
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		Get Sınır	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Akt Sınır	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Şekil 12. 1 Haftalık Denetim Çalışma Sayfası

Şekil 13'te haftalık denetimlere ait Excel Solver çözüm ekranına yer verilmiştir.

Çözücü Parametreleri

Hedef Ayarlar: SAFS10

Hedef: En Büyük En Küçük Değeri: 0

Değişken Hücreleri Değiştirerek: SMS3:SMS9;SOS3:SOS9;SSS3:SSS9;SWS3:SWS9;SZS3:SABS9

Kısıtlamalara Bağlıdır:

SAFS3:SAFS9 = \$CS3:\$CS9
 SOS10:SAES10 <= \$DS12:SAES12
 SDS10:SAES10 >= \$DS13:SAES13
 SMS3:SMS9 = ikili düzen
 SOS3:SOS9 = ikili düzen
 SSS3:SSS9 = ikili düzen
 SWS3:SWS9 = ikili düzen
 SZS3:SABS9 = ikili düzen

Kısıtlanmamış Değişkenleri Pozitif Yap

Cözme Yöntemi: Basit LP

Cözüm Yöntemi

Düđün doğrusal olmayan Çözücü Problemleri için GRG Doğrusal Olmayan altyapısını seçin.
 Doğrusal Çözücü Problemleri için Basit LP altyapısını seçin ve düğün olmayan Çözücü problemleri için Açılım altyapısını seçin.

Yardım Çöz Kapat

Şekil 13. 1 Haftalık Denetim Excel Solver Ekranı

Tüm haftalar için gerekli denetim atamaları yapıldıktan sonra Tablo 33'te oluşturulan denetim planı alternatif numaraları ile gösterilmiştir. Genel denetim toplantıları ve eğitimler için bir alternatif numarası olmadığı için G/E şeklinde kısaltılmıştır.

Tablo 33: Oluşturulan Denetim Planı

Denetim Sırası	Hafta	Denetim No	Denetim Tarihi
1	4	A ₉	3 Ocak - 28 Ocak 2022
2	3	A ₇	31 Ocak - 18 Şubat 2022
3	4	A ₁	21 Şubat - 18 Mart 2022
4	4	A ₄	21 Mart - 15 Nisan 2022
5	3	A ₁₇	18 Nisan - 6 Mayıs 2022
6	2	A ₂₄	9 Mayıs - 20 Mayıs 2022
7	3	A ₁₃	23 Mayıs - 10 Haziran 2022
8	2	A ₁₆	13 Haziran - 24 Haziran 2022
9	3	A ₃	27 Haziran - 15 Temmuz 2022
10	1	A ₂₆	18 Temmuz - 22 Temmuz 2022
11	2	A ₂₀	25 Temmuz - 5 Ağustos 2022
12	1	A ₂₁	8 Ağustos - 12 Ağustos 2022
13	2	A ₂₂	15 Ağustos - 26 Ağustos 2022
14	2	G/E	29 Ağustos - 9 Eylül 2022
15	3	A ₂₃	12 Eylül - 30 Eylül 2022
16	1	A ₅	3 Ekim - 7 Ekim 2022
17	3	A ₂	10 Ekim - 28 Ekim 2022
18	2	A ₁₉	31 Ekim - 11 Kasım 2022
19	4	A ₂₅	14 Kasım - 9 Aralık 2022
20	1	A ₁₅	12 Aralık - 16 Aralık 2022
21	4	A ₈	19 Aralık 2022 - 13 Ocak 2023
22	4	A ₁₀	16 Ocak - 10 Şubat 2023
23	1	A ₁₂	13 Şubat - 17 Şubat 2023
24	1	A ₆	20 Şubat - 24 Şubat 2023
25	1	A ₁₄	27 Şubat - 3 Mart 2023
26	3	A ₁₁	6 Mart - 24 Mart 2023
27	4	A ₁₈	27 Mart - 21 Nisan 2023
28	2	G/E	24 Nisan - 5 Mayıs 2023

Tablo 33'te elde edilen denetim planına göre ilk denetimin lojistik ve sevkiyat (A₉) birimine 3 Ocak – 28 Ocak 2022 tarihleri arasında 4 hafta sürecek bir şekilde planlanacağı görülmektedir. 14. denetim sırası ve 28. denetim sırasında genel denetim toplantısı ve eğitimlere 2 haftalık yer verildiği görülmektedir. Oluşturulan denetim planına göre 3 denetimden fazla üst üste aynı hafta süren denetim denk gelmemektedir. Örneğin en riskli olan grupta yer alan ve 4 hafta sürmesi planlanan A₉, A₁, A₄, A₂₅, A₈, A₁₀ ve A₁₈ alternatiflerinin üst üste gelmesi denetim planını yürütmek açısından zorlu olabileceken oluşturulan denetim planında bahsedilen 4 haftalık denetimlerin farklı

sıralarda planlandığı görülmektedir. Yine aynı şekilde 3 hafta, 2 hafta ve 1 hafta sürecek denetimlerin denetim planında karma bir şekilde planlandığı görülmektedir. Bu şekilde aynı sürelerde gerçekleşecek denetimlerin farklı sıralarla gerçekleştirilmesinin denetçilerin motivasyonunu daha yüksek seviyelerde tutacağı düşünülmektedir.

SONUÇ

İç denetim ile ilgili literatür taraması yapıldığında iç denetimin uygulanması ve planlaması aşamasını içeren sınırlı kaynak olduğu görülmektedir. İç denetim birimlerinde bir denetim planının olması, yıl içinde uygulanacak denetimlerin sırasının denetçiler ve yönetim tarafından bilinmesi ve bu plana göre ön değerlendirme ve çalışmaların yapılabilmesi adına önemli bir süreçtir. Bu tezde bir üretim işletmesinin tüm birimlerinin süreç ve risk bazlı denetim planının oluşturulmasına yönelik ÇKKV ve tamsayılı programlama yöntemlerinin kullanılmasıyla oluşturulan bir denetim takvimi oluşturulmuştur.

Bu uygulamada, şirketin denetim departmanında çalışan iki iç denetim uzmanı ve bir iç denetim müdürü, karar verici olarak seçilmiş ve denetim planlamasını etkileyen kriterleri belirlemişlerdir. Bu kriterlerin belirlenmesinde denetçilerin mesleki tecrübelerine dayalı oluşan bilgi birikimleri ve iç denetim ile ilgili yayınlar dikkate alınmıştır. Belirlenen kriterlerin ağırlıkları, üç karar vericinin değerlendirmeleri ile FUCOM kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda denetim planlamasında kriter ağırlığı en yüksek kriter, önceki dönem denetim raporunda yer alan yüksek ve çok yüksek riskli bulgu sayısı çıkarken, en düşük kriter ağırlığına sahip kriter ise denetime gidilecek birim çalışanlarının kıdem yılı olarak bulunmuştur.

Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra şirkette denetimi planlanacak 26 birim için denetim programının kaç hafta sürmesi gerektiği belirlenmiştir. MABAC yönteminde FUCOM ile belirlenen kriter ağırlıklarına göre şirketteki tüm birimler en yüksek riskli departmandan en düşük riskli departmana göre sıralanmışlardır. Sıralanan departmanların risk seviyelerine göre denetimlerin kaç hafta sürmesi gerektiği belirlenmiş ve risk seviyelerine göre 1, 2, 3 ve 4 hafta olmak üzere denetim süreleri planlanmıştır.

MABAC yöntemi ile tüm departmanlar için risk sıralaması yapıldıktan sonra 0-1 tamsayılı programlama yöntemi ile ilgili departmanların denetim planı Excel Solver aracılığı ile çizelgelenmiştir. Denetim takvimi oluşturma aşamasında yıl içerisinde gerçekleştirilmesi gereken 26 departman denetimine ek olarak, her biri 2 hafta sürmesi planlanan genel denetim toplantısı ve eğitimine takvim ortasında ve takvim sonunda yer verilmiştir. Tamsayılı programlama yöntemi kullanılırken denetimi 4 hafta, 3 hafta, 2 hafta ve 1 hafta sürmesi planlanan departmanlar için belirlenen kısıtlar yardımıyla denetim planı oluşturulmuştur. Örneğin 4 hafta sürmesi planlanan en riskli 3 departmanın

denetim planında ilk 10 denetim içinde yapılması istenmiştir. Denetim planı yapılırken eşit bir dağılım olması, sürekli en riskli veya en risksiz departmanların denetiminin üst üste gelmemesi ve sürekli 4 hafta gibi uzun sürelerde veya 1 hafta gibi kısa sürelerde denetimin üst üste gelmesinin istenmemesinden dolayı bu tür kısıtlara ihtiyaç duyulmuştur. Tamsayıli programlama yardımıyla oluşturulan denetim takvimi 2022 yılının ocak ayından başlayarak 2023 yılının mayıs ayında son bulacak şekilde belirlenmiştir.

Bu tezin özgün yönleri arasında, iç denetim ile ilgili takvim planlaması yapılmasına yönelik ÇKKV ve tamsayıli programlama yöntemlerinin kullanıldığı bir çalışmanın literatürde bulunmaması ve iç denetim ile ilgili literatürde yeterli sayıda uygulama içeren çalışmanın bulunmaması sayılabilir. Ayrıca diğeri bir özgün yanı da diğeri ÇKKV yöntemlerine göre daha yeni sayılan FUCOM ve MABAC yöntemlerinin tamsayıli programlama yöntemi ile entegre edildiği bir çalışma olmasıdır.

Çalışmada oluşturulan denetim planı, bu tezde verilerinden yararlanan üretim işletmesinde yönetim kuruluna sunulmuş ve yönetim kurulu tarafından işletmede uygulanabilir bulunmuştur. Şirkette iç denetim birimi 2 yıldır var olduğu için departman denetimlerine ayrılması gerekli olan sürelerin bu çalışmadaki gibi farklı sürelerde olması yönetim kurulunca uygun bulunmuştur. Eskiden her denetim öncesi hangi birime gidileceği hakkında ve denetim için ne kadar süre planlanacağı hakkında yönetim ve denetim departmanlarının sürekli bir araya gelerek mutabık kaldığı durum yerine bu çalışma sayesinde gidilecek denetim ve sürelerinin belli olması sayesinde denetim biriminin olağan akışında denetim planına devam edebileceği düşünülmektedir. Ayrıca yönetim kurulu üyelerinin mevcut düzende katılması gereken toplantıları, seyahatleri vb. durumları olduğu düşünüldüğünde her hafta iş yerinde bulunamadıkları ve haftalık denetim planı yapmak için denetim departmanı ile sürekli iletişim halinde olamadıkları bilinmektedir. Bu sebeple yönetim kurulu üyeleri oluşturulan mevcut planın uygulanabilir olduğunu, sadece bir suistimal şüphesi duyduklarında ya da herhangi bir ihbar aldıklarında ilgili birim için denetimin öne çekilmesi gibi taleplerde bulunabileceklerini belirtmişlerdir.

Bu çalışmanın kısıtı, denetim departmanının mevcut denetim işleyişinin suistimal ve özel inceleme denetimi gibi ani ve beklenmedik durumlarda değiştirilmeye gerek duyulabilmesidir. Bu sebeple yıl ortasında ve yılsonunda mevcut denetimlerin

tamamlanabilmesi adına genel değerlendirme ve eğitim planlaması olmak üzere toplam 4 hafta esneklik payı bırakılmıştır. Genel değerlendirme ve eğitim planlarının ise herhangi bir aksilik olmadığı sürece planlanması öngörülmüştür. Ayrıca oluşturulan denetim planında, takvimde sonlarda yer alan 4 haftalık bir denetim planı, olası bir suistimal olması durumunda ya da özel bir inceleme gerektiği zamanda, ön sırada yer alan 4 haftalık bir denetimle yer değiştirmeye müsait bir yapıda bulunmaktadır.

Bundan sonra yapılacak iç denetim takvim planlamalarına yönelik çalışmalarda süreç bazında denetim planı yapılabileceği gibi işletme çok büyük ve grup şirketlerine sahipse grup şirketleri bazında da denetimlerin planlanabileceği düşünülmektedir. Söz konusu çalışmada önerilen denetim takvimi planının işletmede sadece iç denetim için değil farklı birimlerin farklı işleri için de uygulanabilir olacağı düşünülmektedir. Örneğin aynı çalışma; bilgi işlem birimi tarafından yıl içinde bitirilecek projelerin belirlenmesi, bu projelerin ne kadar süreceğinin belirlenmesi ve yıllık olarak takvim planlaması yapılması için kullanılabilir. Yine aynı şekilde AR-GE birimleri için yıllık projelerin belirlenmesi, sürelerinin tespit edilmesi ve takvim planlaması şeklinde kullanılabilir olduğu düşünülmektedir. Bundan sonraki oluşturulacak çalışmalarda, bu çalışmada uygulandığı gibi denetimlerin ortasında ve sonunda genel denetim toplantısı ve eğitimler için ayrılan toplam 4 haftalık süreler gibi belirli bir esneklik payının bırakılması önerilmektedir.

Ayrıca gelecek çalışmalarda, farklı ÇKKV yöntemleri ile tamsayı programlama yönteminin entegre edildiği yaklaşımlarla denetim planı oluşturularak elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

- ACFE, (2020). “İş Suistimali ve İstismar Üzerine Uluslara Rapor 2020 Küresel Suistimal Çalışması”, Austin, 1-87.
- Akar, G. S. (2022). “Tedarik Zincirlerinde Sürdürülebilir İmalatın Önündeki Engelleyici Faktörlerin Tam Tutarlılık Yöntemiyle (FUCOM) Değerlendirilmesi”, *Bucak İşletme Fakültesi Dergisi*, 5/2, 298-318.
- Akay, M. ve Kundakçı, N. (2021). “ÇKKV ve Tamsayılı Programlama Yöntemleri ile Bir Üretim İşletmesinde Uzaktan Çalışma Modelinin Oluşturulması”, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 24/2, 548-568.
- Akbulut, O. Y. (2020). “Finansal Performans ile Pay Senedi Getirisi Arasındaki İlişkinin Bütünleşik CRITIC ve MABAC ÇKKV Teknikleriyle Ölçülmesi: Borsa İstanbul Çimento Sektörü Firmaları Üzerine Ampirik Bir Uygulama”, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 40, 471-488.
- Akyel, R. (2010a). “Yönetimde İç Kontrol, İç Denetim ve Dış Denetim Fonksiyonlarının Birbirleri ile İlişkileri ve Türk Kamu Yönetiminde Uygulanmalarının Değerlendirilmesi”, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19/3, 1-21.
- Akyel, R., (2010b). “Türkiye’de İç Kontrol Kavramı, Unsurları ve Etkinliğinin Değerlendirilmesi”, *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 7/1, 83-97.
- Akyol, D. E., Hayırlıoğlu, A., Taştan, B., Demirsoy, B. ve Sarı, M. (2022). “Bir Pandemi Hastanesinde COVID-19 Birimlerinin Virüs Taşıma Riskini Minimize Eden Vardiya Çizelgeleme Uygulaması”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 24/72, 747-762.
- Akyol, E., ve Saraç, T. (2017). “Paralel Makina Çizelgeleme Problemi İçin Bir Karma Tamsayılı Programlama Modeli: Ortak Kaynak Kullanımı”, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 5/3, 109-126.
- Alan, M. A. ve Yeşilyurt, C. (2004). “Doğrusal Programlama Problemlerinin Excel ile Çözümü”, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5/1, 152-155.
- Altıntaş, F. F. (2022). “Avrupa Ülkelerinin Enerji İnovasyonu Performanslarının Analizi: MABAC ve MARCOS Yöntemleri ile Bir Uygulama”, *İşletme Akademisi Dergisi*, 3/2, 188-216.
- Appelgren, L. H. (1971). “Integer Programming Methods for a Vessel Scheduling Problem”, *Transportation Science*, 5/1, 64-78.
- Arslan, M. C. (2013). *İç Denetim ve Türkiye’de Büyükşehir Belediyelerinin İç Denetim Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma*, (Basılmamış Doktora Tezi), Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- Arslan, N. (2020). *HTEA Tabanlı FUCOM & KEMIRA-M Entegre Yöntemi ile Sağlık Sektöründe Risk Değerlendirme*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum
- Aslan, B. (2010). “Bir Yönetim Fonksiyonu Olarak İç Denetim”, *Sayıştay Dergisi*, 77, 63-86.

- Atç1, S. H. ve Atalay, K. (2022). “Web Sitesi Tasarım Aşamasındaki Kriterlerin Önem Derecelerinin Bulanık FUCOM ile Belirlenmesi”, *Journal of Turkish Operations Management*, 6/1, 1010-1027.
- Ayçin, E. (2019). “Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) Sistemlerinin Seçiminde MACBETH ve MABAC Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 33/2, 533-552.
- Ayçin, E. ve Aşan, H. (2021). “İş Zekası Uygulamaları Seçimindeki Kriterlerin Önem Ağırlıklarının FUCOM Yöntemi ile Belirlenmesi”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23/2, 195-208.
- Badi, I. and Abdulshahed, A. (2019). “Ranking the Libyan Airlines by Using Full Consistency Method (FUCOM) and Analytical Hierarchy Process(AHP)” ,*Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 2/1, 1-14.
- Bakır, M. (2019). “SWARA ve MABAC Yöntemleri ile Havayolu İşletmelerinde eWOM’ a Dayalı Memnuniyet Düzeyinin Analizi”, *İzmir İktisat Dergisi*, 34/1, 51-66.
- Bakkal, H. ve Kasımoğlu, A. (2012). “İç Kontrol Sistemine Karşılaştırmalı Bir Bakış COSO ve COCO Modeli”, *Mevzuat Dergisi*, 15/178, 1-14
- Batmaz, Y. (2015). “Denetim Üzerinden Kamu Yönetimindeki Değişimi Anlamak”, *Sayıştay Dergisi*, 98, 5-18.
- Beaumont, N. (1997). “Scheduling Staff Using Mixed Integer Programming”, *European Journal of Operational Research*, 98/3, 473-484.
- Berber, E. (2014). *Kamuda İç Denetiminde İç Denetim Plan ve Programının Hazırlanması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde
- Bezirci, M. ve Karasioğlu, F. (2011). “Türkiye’de Denetimin Tarihsel Gelişimi”, *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 11/21, 571-592.
- Biswas, T. K. and Das, M. C. (2019). “Selection of Commercially Available Electric Vehicle Using Fuzzy AHP-MABAC ”, *Journal of The Institution of Engineers (India): Series C*, 100/3, 531-537.
- Cengiz, S. (2013). “İşletmelerde Kurumsal Yönetim Kapsamında İç Denetimin Yeri ve Önemi: Borsa İstanbul’da Bir Araştırma”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15/2, 403-448.
- Chattopadhyay, R., Das, P. P. and Chakraborty, S. (2022). “Development of a rough-MABAC-DoE-based Metamodel for Supplier Selection in an Iron and Steel Industry”, *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 5/1, 20-40.
- Çekiç, B. (2015). “Ameliyathanelerin Çizelgelenmesi, Bir Karışık Tamsayılı Programlama Yaklaşımı”, *Verimlilik Dergisi*, 2, 7-28.
- Çevik, O. (2006). “Tam Sayılı Doğrusal Programlama ile İşgücü Planlaması ve Bir Uygulama”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8/1, 157-171.

- Çınaroğlu, E. (2020). “Yenilikçi Girişimlere Ait Faaliyetlerin Entropi Destekli MABAC Yöntemi ile Değerlendirilmesi”, *Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 9/1, 111-135.
- Çömlekçi, F. (2004). *Muhasebe Denetimi ve Mali Analiz*, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir
- Dalak, G. (2000). “Denetim ve Kalite Denetimi”, *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1, 65-79.
- Đalić, I., Stević, Ž., Erceg, Ž., Macura, P. and Terzić, S. (2020). “Selection of a Distribution Channel Using the Integrated FUCOM-MARCOS Model”, *International Review*, 3/4, 80-96.
- Demir, B. (2015). “Muhasebe ve Denetim Mesleğinde Etik”, *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 4/4, 341-352.
- Demir, G. ve Bircan, H. (2020). “Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinden BWM ve FUCOM Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Uygulama”, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21/2, 170-185.
- Demirtaş, M. C. (2022). “Üniversite Rektörlerinin Sosyal Medya Kullanımlarının MABAC Yöntemi ile Değerlendirilmesi”, *Öneri Dergisi*, 17/57, 102-147.
- Doğan, B. ve Hilal, E. (2019). *Türkiye’de Muhasebe Denetimi*, İksad Yayınevi, Ankara.
- Dopazo, J. F. and Merrill, H. M. (1975). “Optimal Generator Maintenance Scheduling Using Integer Programming”, *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, 94/5, 1537-1545.
- 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
- Ecer, F. (2021). “FUCOM Sübjektif Ağırlıklandırma Yöntemi ile Rüzgâr Çiftliği Yer Seçimini Etkileyen Faktörlerin Analizi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27/1, 24-34.
- Erdoğan, M. (2002). “Muhasebe, Denetim ve Bağımsız Denetimin Gerekliği”, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 3/1, 51-63.
- Erol, M. ve Aslan, M. (2017). “Uluslararası Muhasebe ve Denetim Standartlarının Gelişmesi”, *Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi*, 12, 55-86 .
- Fazlollahtabar, H., Smailbašić, A. And Stević, Ž. (2019). “FUCOM Method in Group Decision-making: Selection of Forklift in a Warehouse”, *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 2/1, 49-65.
- Fügenschuh, A. (2009). “Solving a School Bus Scheduling Problem with Integer Programming”, *European Journal of Operational Research*, 193/3, 867-884.
- Genç, V., Özdağoğlu, A. ve Keleş, M. K. (2022). “Otomobil Motor Yağı Alternatiflerinin FUCOM, MAIRCA, MABAC ve BWM Yöntemleri ile Değerlendirilmesi”, *Journal of Transportation and Logistics*, 7/1, 55-82.

- Ghosh, S., Chakraborty, S., and Chakraborty, S. (2022). "An Integrated IRN-SWARA-MABAC-based Approach for Evaluation of Tourism Websites of the Indian States", *Opsearch*, 1-44.
- Gigović, L., Pamučar, D., Božanić, D. and Ljubojević, S. (2017). "Application of the GIS-DANP-MABAC Multi-criteria Model for Selecting the Location of Wind Farms: A Case Study of Vojvodina, Serbia", *Renewable Energy*, 103, 501-521.
- Gökler, S. H. (2022). "Hibrit FUCOM-Pareto Analizi-Rastgele Orman Yöntemi Kullanılarak COVID-19 Onaylanmış Vaka Sayısının Tahmin Edilmesi", *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 32458
- Günşen, M. H. (2016). "Örnek Bir İç Denetim Uygulaması: Tedavi Sürecinin Faturalandırılması Süreci", *Denetim*, 9, 74-86.
- Hermanson, D. R. and Rittenberg, L. E. (2003). "Internal Audit and Organizational Governance", *Research Opportunities in Internal Auditing*, 1/1, 25-71.
- Hoan, P. and Ha, Y. (2021). "ARAS-FUCOM Approach for VPAF Fighter Aircraft Selection", *Decision Science Letters*, 10/1, 53-62.
- Ibrahimović, F. I., Kojić, S. L., Stević, Ž. R. and Erceg, Ž. J. (2019). "Making an Investment Decision in a Transportation Company Using an Integrated FUCOM-MABAC model", *Tehnika*, 74/4, 577-584.
- İbiş, C. ve Çatıkkaş, Ö. (2012). "İşletmelerde İç Kontrol Sistemine Genel Bakış", *Sayıştay Dergisi*, 85, 95-121.
- Karaöz, B. (2014). *Maden Üretim Planlaması ve Çizelgelemesi Üzerine Bir Tam Sayılı Programlama Önerisi: Kar Maden Örneği*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Ankara.
- Koçak, S. Y. ve Kavakoğlu, T. (2010). "İl Özel İdarelerinde İç Denetim Sisteminin Değerlendirilmesine İlişkin Bir Araştırma", *Sayıştay Dergisi*, 77, 119-148.
- Koçtepe, S., Alakaş, H. M., Gür, Ş. ve Eren, T. (2019). "Basketbol Karşılaşmasında Görevli Organizasyon Personellerinin 0-1 Tam Sayılı Programlama Yöntemi ile Çizelgelenmesi", *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3/2, 44-53.
- Koçtepe, S., Bedir, N., Eren, T. ve Gür, Ş. (2018). "Organizasyon Görevlileri İçin Personel Çizelgeleme Probleminin 0-1 Tam Sayılı Programlama ile Çözümü", *Ekonomi İşletme ve Yönetim Dergisi*, 2/1, 25-46.
- Köse, H. Ö. (2007). *Dünyada ve Türkiye'de Yüksek Denetim*, Sayıştay 145. Kuruluş Yıldönümü Yayınları, Ankara.
- KPMG. (2020), "Bir Suistimalcinin Profili 2020", İstanbul, 1-32
- Mandalas, M. D. ve Can, E. N. (2019). "Kurumsal Risk Yönetimi Kapsamında Risk Odaklı İç Denetim Analizi; Marmara Bölgesindeki Devlet Üniversitelerine Yönelik Bir Araştırma", *Denetim*, 20, 78-95.
- Marques, I., Captivo, M. E. and Vaz Pato, M. (2012). "An Integer Programming Approach to Elective Surgery Scheduling", *OR spectrum*, 34/2, 407-427.

- Mengi, B. T. (2002). *Denetimin Planlanması ve Değerlendirilmesi Sürecinde Önemlilik Düzeyi ve Bir Uygulama*, (Basılmamış Doktora Tezi), Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- Millar, H. H. and Kiragu, M. (1998). "Cyclic and Non-cyclic Scheduling of 12 h Shift Nurses by Network Programming", *European Journal of Operational Research*, 104/3, 582-592.
- Orhan, M. ve Mutlu, H. T. (2021). "Ülkelerin Covid-19 Pandemisine Karşı Mücadelesinin CRITIC Tabanlı MABAC Yöntemiyle Değerlendirilmesi", *Nicel Bilimler Dergisi*, 3/2, 173-189.
- Özcan, E. C. ve Erol, S. (2013). "Türkiye'de Elektrik Üretim Planlaması için Çok Amaçlı Bir Karışık Tam Sayılı Doğrusal Programlama Modeli", *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1/1, 41-54.
- Özdağoğlu, A., Keleş, M. K. ve Genç, V. (2021). "FUCOM ve PROMETHEE Yöntemleri ile Ticari Araç Seçimi: Peyzaj Firmasında Bir Uygulama", *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25, 231-253.
- Özer, A. (2008). *Risk Odaklı İç Denetim ve Bir Uygulama*, (Basılmamış Doktora Tezi), Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- Pamučar, D. and Čirović, G. (2015). "The Selection of Transport and Handling Resources in Logistics Centers Using Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison (MABAC) ", *Expert Systems with Applications*, 42/6, 3016-3028.
- Pamučar, D., Stević, Ž. and Sremac, S. (2018). "A New Model for Determining Weight Coefficients of Criteria in MCDM Models: Full Consistency Method (FUCOM) ", *Symmetry*, 10/9, 393.
- Patır, S. (2009). "Tam Sayılı Programlama ve Malatya Maksan Transformatör İşletmesine Bir Uygulama", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23/1, 193-206.
- Phillips, A. E., Walker, C. G., Ehrgott, M. and Ryan, D. M. (2017). "Integer Programming for Minimal Perturbation Problems in University Course Timetabling", *Annals of Operations Research*, 252/2, 283-304.
- Prentkovskis, O., Erceg, Ž., Stević, Ž., Tanackov, I., Vasiljević, M. and Gavranović, M. (2018). "A New Methodology for Improving Service Quality Measurement: Delphi-FUCOM-SERVQUAL Model", *Symmetry*, 10/12, 757.
- Rehman, O., Ali, Y. ve Sabir, M. (2022). "Risk Assessment And Mitigation for Electric Power Sectors: A Developing Country's Perspective", *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 36, 100507.
- Sezen, H. K. (1991). "Tamsayılı Doğrusal Programlama Yaklaşımı Kullanılarak En Yüksek Üretim Kapasitesinin Belirlenmesi", *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7/1-2, 159-169
- Shi, H., Liu, H. C., Li, P. and Xu, X. G. (2017). "An Integrated Decision Making Approach for Assessing Healthcare Waste Treatment Technologies From a Multiple Stakeholder", *Waste Management*, 59, 508-517.

- Simic, V., Gokasar, I., Deveci, M. ve Karakurt, A. (2022). “An Integrated CRITIC and MABAC Based Type-2 Neutrosophic Model for Public Transportation Pricing System Selection”, *Socio-Economic Planning Sciences*, 80, 101157.
- Stević, Ž. and Brković, N. (2020). “A novel Integrated FUCOM-MARCOS Model for Evaluation of Human Resources in a Transport Company ”, *Logistics*, 4/1, 4.
- Tassopoulos, I. X., Iliopoulou, C. A. and Beligiannis, G. N. (2020). “Solving the Greek School Timetabling Problem by a Mixed Integer Programming Model”, *Journal of the Operational Research Society*, 71/1, 117-132.
- Toksoy, S. (2015). *Denetim Komitelerinin Yönetim Kurulu Kararlarına Etkisi, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi)* İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Tosunoğlu, B. (2010). *İç Denetimin İşletmelerin Yönetim Fonksiyonları ve Performansları Üzerindeki Etkilerine Yönelik Bir Araştırma, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi)*, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Tokat
- Tükenmez, İ. ve Şahin, Y. B. (2022). “Akademik Unvan Temelli Tercihlere ve Sapmalara Dayalı Ders Çizelgeleme Modeli-Endüstri Mühendisliği Bölümü Örneği”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28/4, 547-558
- Türedi, H., Zor, Ü. ve Gürbüz, F. (2015). “Risk Odaklı İç Denetim”, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 66, 1-20.
- Türkiye İç Denetim Enstitüsü (2022). Türkiye İç Denetim Enstitüsü internet sitesi www.tide.org.tr/page/4/Kilometre-Taslari (07.02.2022)
- Ulutaş, A. (2019). “Entropi ve MABAC Yöntemleri ile Personel Seçimi”, *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 13/19, 1552-1573.
- Uma, S. (2022). “An Integrated Multi-Criteria Decision-Making Model for Cloud Service Provider Selection”, *International Journal of Decision Support System Technology (IJDSST)*, 14/1, 1-18.
- Vesković, S., Stević, Ž., Stojić, G., Vasiljević, M. and Milinković, S. (2018). “Evaluation of the Railway Management Model by Using a New Integrated Model DELPHI-SWARA-MABAC”, *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 1/2, 34-50.
- Yu, S. M., Wang, J. and Wang, J. Q. (2017). “An Interval Type-2 Fuzzy Likelihood-based MABAC Approach and Its Application in Selecting Hotels on a Tourism website”, *International Journal of Fuzzy Systems*, 19/1, 47-61.