



POLİTEKNİK DERGİSİ

*JOURNAL of POLYTECHNIC*

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



# FUCOM, MABAC ve tamsayılı programlama yöntemleri ile iç denetim takviminin planlanması

## *Planning the internal audit calendar with FUCOM, MABAC and integer programming methods*

*Yazar(lar) (Author(s)):* Müge AKAY ÖZEN<sup>1</sup>, Nilsen KUNDAKCI<sup>2</sup>

*ORCID<sup>1</sup>:* 0000-0003-2282-8151

*ORCID<sup>2</sup>:* 0000-0002-7283-320X

**To cite to this article:** Akay Özen M., Kundakcı N., “FUCOM, MABAC ve Tamsayılı Programlama Yöntemleri ile İç Denetim Takviminin Planlanması”, *Journal of Polytechnic*, 28(1): 309-324, (2025).

**Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz:** Akay Özen M., Kundakcı N., “FUCOM, MABAC ve Tamsayılı Programlama Yöntemleri ile İç Denetim Takviminin Planlanması”, *Politeknik Dergisi*, 28(1): 309-324, (2025).

**Erişim linki (To link to this article):** <http://dergipark.org.tr/politeknik/archive>

**DOI:** 10.2339/politeknik.1216311

# FUCOM, MABAC ve Tamsayı Programlama Yöntemleri ile İç Denetim Takviminin Planlanması

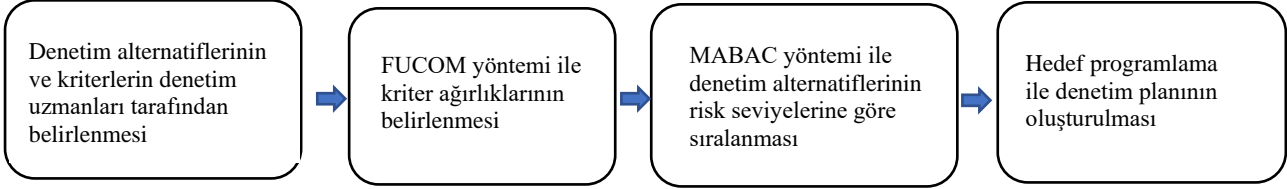
## Planning the Internal Audit Calendar with FUCOM, MABAC and Integer Programming Methods

### Önemli noktalar (Highlights)

- ❖ FUCOM (Full Consistency Method)
- ❖ MABAC (Multi-Attributive Border Approximation area Comparison)
- ❖ Tamsayı Programlama / Integer programming
- ❖ İç denetim takviminin planlanması / Planning the internal audit calendar

### Grafik Özet (Graphical Abstract)

FUCOM, MABAC ve tamsayı programlama yöntemlerine dayalı bütünlük bir yaklaşım kullanılarak bir üretim işletmesinin birimleri için denetim planı oluşturulmuştur. / An audit plan was created for the units of a manufacturing company, by using an integrated approach based on FUCOM, MABAC and integer programming methods.



Şekil. Önerilen yöntemin akış şeması /Figure. Flowchart of proposed method

### Amaç (Aim)

Bu çalışmada, iç denetim faaliyeti ile ilgili işletmelerde nasıl bir denetim takvimi oluşturulabileceği, bu plan oluşturulurken nelere dikkat edileceği gibi konularda yol göstermek amaçlanmıştır, ÇKKV yöntemleri ve doğrusal programlama yönteminden yararlanılarak uygulamalı bir çalışma ortaya çıkarılmıştır. / In this study, it is aimed to provide guidance on how to create an audit calendar in businesses related to internal audit activity, what should be considered while creating this plan, and an applied study has been revealed by using MCDM methods and linear programming method.

### Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Problemin çözümünde FUCOM, MABAC ve tamsayı programlama yöntemlerine dayalı bütünlük bir yaklaşım kullanılmıştır. / An integrated approach based on FUCOM, MABAC and integer programming methods were used to solve the problem.

### Özgünlük (Originality)

Literatürde denetim planı takvimi hazırlanmasında ilk kez ÇKKV ve doğrusal programlama yöntemlerinin kullanıldığı bir çalışma olması ve iç denetim ile ilgili literatürde yeterli sayıda uygulama içeren çalışmanın bulunmaması / MCDM and linear programming methods are used for the first time in the preparation of the audit plan calendar in the literature, and there are no studies containing sufficient number of applications in the literature related to internal audit.

### Bulgular (Findings)

Çalışmada kullanılan yöntemler ile elde edilen denetim takvimi manuel hazırlanan takvimlere göre daha analitik verilere dayanmaktadır. / The audit calendar obtained with the methods used in the study is based on more analytical data than the manually prepared calendars.

### Sonuç (Conclusion)

Yönetim Kurulu oluşturulan denetim takviminin uygulanabilir olduğunu belirtmiştir. / The Board of Directors stated that the audit schedule created is applicable.

### Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. / The author(s) of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

# FUCOM, MABAC ve Tamsayı Programlama Yöntemleri ile İç Denetim Takviminin Planlanması

(Bu çalışma; Müge Akay Özen'in 2022 yılında, Pamukkale Üniversitesi- Sosyal Bilimler Enstitüsünde, Nilsen KUNDAKCI'nın danışmanlığında hazırladığı "FUCOM, MABAC ve Tamsayı Programlama Yöntemleri ile İç Denetim Takviminin Planlanması" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir. / This study was produced from the master's thesis titled "Planning the Internal Audit Calendar with FUCOM, MABAC and Integer Programming Methods", prepared by Müge Akay Özen in 2022 at Pamukkale University - Institute of Social Sciences, under the supervision of Nilsen KUNDAKCI.)

*Araştırma Makalesi / Research Article*

**Müge AKAY ÖZEN<sup>1</sup>, Nilsen KUNDAKCI\***

<sup>1</sup>Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sayısal Yöntemler Yüksek Lisans Programı, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye  
<sup>2</sup>İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 08.12.2022 ; Kabul/Accepted : 04.04.2024 ; Erken Görünüm/Early View : 31.07.2024 )

## ÖZ

Günümüzde 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 çalışmada, 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) yöntemi 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 olması beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** İç denetim, denetim takvimi planlama, tamsayı programlama, FUCOM, MABAC.

## Planning the Internal Audit Calendar with FUCOM, MABAC and Integer Programming Methods

### ABSTRACT

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 study, 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) 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.

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İç denetim kavramı modern anlamda 20. yüzyılda hayatımıza girmiştir. İç denetim, mali nitelikteki ve mali nitelikte olmayan faaliyetlerin gözden geçirilmesi ve değerlendirilmesidir, kurum içerisindeki kontrollerin etkinliğini ölçer ve değerlendirir. İç denetimin temel amaçlarından bir tanesi, risk yönetim süreçlerinin tam,

etkin ve verimli olduğu konusunda üst yönetime objektif güvence sağlamaktır. İç denetçiler, üst yönetime danışmanlık yaparak sorumluluklarını ve görevlerini yerine getirmelerinde yardımcı olurlar.

Denetim faaliyetinin ilk aşamasını planlama oluşturur. Bu planlamanın yapılmasının amacı yeterli sayıda kanıt toplayabilmek, maliyetleri minimize etmek ve

\*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)  
e-posta : nilsenk@pau.edu.tr

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 birim sorumlusu, denetim stratejisini belirleyip iç denetim planını ve takvimini hazırlarken iç denetçilerin aktif katılımını sağlar ve denetim komitesi ile üst düzey yöneticilerin görüşünü alır. Yıl içerisinde bu denetim takvimine uygun olarak denetimin yürütülmesi esastır.

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

Bu çalışmada, Denizli’de iç denetim birimi olan bir üretim işletmesinin bölge müdürlüklerinin ve departman denetimlerinin yıllık takvim planlaması oluşturulmuştur. Bu kapsamda öncelikle belirlenen kriterler çok kriterli karar verme yöntemlerinden FUCOM (Full Consistency Method) yöntemi 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 ise 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 [1], çalışmada 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 ettiği fakat reel sektörün gerekli gelişimi göstermediğini tespit etmiştir. Akyel [2], iç kontrol, iç ve dış denetim faaliyetlerinin birbiri ile ilişkisini incelemiş ve Türk kamu yönetiminde bu faaliyetlere değinerek eksikliklere ve yetersizliklere yer vermiştir. Koçak vd. [3], 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 [4], 2012 yılında faaliyette olan 16 büyükşehir belediyesinde 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 açısından öneriler sunulmuştur. Türedi vd. [5], risk odaklı iç denetimin gelişimini, iç denetimin iç kontrol ve kurumsal yönetim ile ilişkisini inceleyerek risk odaklı iç denetimin çerçevesini belirlemek için çalışmışlardır. Günşen [6], iç denetim çalışmalarının tedavi süreçlerinin gelişmesinde önemli bir rol oynayacağını savunmuş ve çalışmada iç denetim

metodolojisine değinerek hastanede tedavi hizmetinin faturalandırma sürecine yönelik sürecin denetimini uygulamalı bir örnek ile sunmuştur.

Fakat ilgili çalışmalarda daha çok denetim, iç denetim, iç kontrol, risk yönetimi vb. konular ile ilgili detaylara ve tanımlara değinilmektedir. 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 çalışmada, 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 doğrusal programlama yöntemlerinden de yararlanılarak uygulamalı bir çalışma ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmanın diğer bir özgün yanı da ÇKKV yöntemlerinden FUCOM, MABAC yöntemleri ile tamsayı programlama yönteminin entegre edilerek bir arada kullanan bir yaklaşımın ele alınmasıdır. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde FUCOM yönteminin seçilmesinin nedeni diğer ÇKKV tekniklerinden 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 yöntemi literatürdeki diğer ÇKKV tekniklerine göre daha yeni bir ÇKKV tekniğidir, 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 0-1 tam sayılı programlama yöntemi kullanılmıştır. Bu iki yöntemin tercih edilmesinin nedeni ise FUCOM yöntemi ile bütünlük olarak kullanılan yöntemler arasında MABAC ve tam sayılı 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 sonuca ulaşılmıştır. Bu makalede 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. Önerilen yöntemlerin sadece denetçiler için değil diğer departmanların da iş ile ilgili seyahat planlaması, iş planı oluşturma gibi alanlarda yararlanabileceği bir çalışma olduğu düşünülmektedir.

## 2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL and METHOD)

Bu bölümde, çalışmada iç denetim takviminin hazırlanması için önerilen bütünselik yaklaşımda kullanılacak yöntemlere yer verilmiştir. Yöntemlerin adımları açıklanarak literatür taramalarına değinilmiştir.

### 2.1. FUCOM Yöntemi (FUCOM Method)

FUCOM (Full Consistency Method) yöntemi, Pamučar vd. [7] 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 yönteminde,  $n$  adet kriter için  $n-1$  adet ikili karşılaştırma yapılarak çözüme ulaşılabilmektedir. Bu yöntemin kolay çözüm adımlarına sahip olması ve birden fazla karar vericinin olması durumunda kullanılabilmesi avantaj sağlamaktadır.

FUCOM yöntemi ilk olarak Pamučar vd. [7] tarafından 2018 yılında ortaya atıldıktan sonra, literatürde lojistik sektöründe kalite boyutlarının ağırlık katsayılarının belirlenmesinde [8], bir depo için forklift seçilmesi probleminde kriter ağırlıklarının hesaplanmasında [9], uluslararası bir taşımacılık şirketinde ulaşım aracının seçimi için kriterlerin önemini belirlemede [10], Libya’da bulunan dört hava yolunun performansını değerlendirmede [11], sağlık sektöründe, acil servislerde oluşabilecek risklerin ağırlıklandırılmasında [12], ideal özel okul seçimini etkileyen kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında [13], uluslararası bir taşımacılık şirketinde sürücülerin değerlendirilmesinde [14], peyzaj sektöründeki bir firmanın faaliyetlerinde kullanacağı kamyonet seçimi kriterlerinin ağırlıklandırılmasında [15], en iyi savaş uçağının belirlenmesi için kriter ağırlıklarının belirlenmesinde [16], iş zekâsı uygulama seçiminde kriterlerin önem düzeylerinin belirlenmesinde [17], rüzgâr çiftlikleri için en uygun yerin tespit edilmesinde kullanılan kriterlerin analizinde [18], web sitesi tasarımında kullanılan kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde [19], Covid-19’un yayılma hızını etkileyen kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında [20], en iyi bulut hizmeti sağlayıcısının seçimi için belirlenen kriter ağırlıklarının tespitinde [21], Pakistan’da elektrik enerjisi sektörüne ait risk değerlendirme kriterlerinin ölçümünde [22], Türkiye’de satışa sunulan 5w30 motor yağı alternatiflerinden en iyisinin belirlenmesinde kriter ağırlıklarının hesaplanmasında [23], imalat yöntemlerinin seçiminde kriter ağırlıklarının hesaplanmasında [24] FUCOM yönteminden yararlanılmıştır. FUCOM yönteminin çözüm adımlarına aşağıda yer verilmiştir [7]:

**Adım 1:** Kriterlerin Önem Derecesine Göre Sıralanması  
İlk olarak önceden belirlenmiş olan kriterler, karar vericiler tarafından kriterlerin önem derecesine göre sıralanmaktadır. Bir başka deyişle, en yüksek kriter ağırlığına sahip olması istenilen kriterden en düşük ağırlığa sahip olması gereken kritere göre sıralama yapılmaktadır.

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

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

**Adım 2:** Kriterlerin Karşılaştırılması ve Karşılaştırmalı Önceliklerinin Belirlenmesi

Karar verici ya da karar vericiler tarafından sıralanmış olan kriterlerin karşılaştırmalı öncelikleri ( $\varphi_{k/(k+1)}$ ) belirlenerek, değerlendirme kriterlerinin karşılaştırmalı öncelik vektörü hesaplanır [18].

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

Eşitlik (2)’de belirtilen  $\varphi_{k/(k+1)}$  değeri,  $C_{j(k)}$  kriterinin sahip olduğu sıralamanın  $C_{j(k+1)}$  kriterinin sahip olduğu sıralamaya göre avantajını göstermektedir [17].

**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 kriterler arasındaki karşılaştırmalı önceliğe ( $\varphi_{k/(k+1)}$ ) eşittir.

$$w_k / w_{(k+1)} = \varphi_{k/(k+1)} \quad (3)$$

**Koşul 2:** Eşitlik (3)’teki koşula ek olarak, ağırlık katsayılarının nihai değerleri, matematiksel geçişlilik koşulunu sağlamalıdır.

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

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

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

Böylece, Eşitlik (4)’te gösterilen, değerlendirme kriterlerinin ağırlık katsayılarının nihai değerlerinin karşılaması gereken bir koşul daha elde edilmiş olur.

$$w_k / w_{k+2} = \varphi_{k/(k+1)} \times \varphi_{(k+1)/(k+2)} \quad (4)$$

Tam tutarlılık (minimum TTS ( $\chi$ )), yalnızca geçişliliğe tam olarak uyulması durumunda, yani Eşitlik (3) ve Eşitlik (4)’te belirtilen koşulların yerine getirilmesi ile karşılır. Bu şartlar sağlandığında Tam Tutarlılıktan Sapma (TTS) minimum olur. Böylelikle maksimum tutarlılık sağlanmış olur ve kriter ağırlıkları için hesaplanan değerlerin TTS değeri ( $\chi$ ) = 0 olur.

Aşağıda yer alan Eşitlik (5)’in çözülmesi ile, değerlendirme kriterlerinin nihai önem ağırlıkları  $(w_1, w_2, \dots, w_n)^T$  ve TTS( $\chi$ ) değeri hesaplanır.

Min  $\chi$

$$\left| \frac{w_j^{(k)}}{w_j^{(k+1)}} - \varphi_{k/(k+1)} \right| \leq \chi, \forall j \quad (5)$$

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

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

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

## 2.2. MABAC Yöntemi (MABAC Method)

MABAC (Multi-Attributive Border Approximation area Comparison) yöntemi ilk kez 2015 yılında Pamučar ve Čirović tarafından geliştirilmiştir [25]. MABAC yönteminde, bir sınır yakınlık alanı oluşturularak alternatiflerin her biri 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 [26].

MABAC yöntemi ilk kez Pamučar ve Čirović tarafından [25] bir lojistik merkezi için forkliftlerin değerlendirilerek en iyi alternatifin seçilmesi için uygulanmıştır. Daha sonra Yu vd. [27], otel seçimi için en çok kullanılan web sitelerinden TripAdvisor sitesinde en iyi otel alternatifinin bulunmasında, Shi vd. [28], Çin'in Şanghai kentinde sağlık hizmeti atıklarının arıtma teknolojilerini değerlendirmede, Gigović vd. [29], rüzgâr enerjisi santrallerinin kurulum yerlerinin belirlenmesinde, Vesković vd. [30], Bosna-Hersek topraklarındaki demiryolu yönetim modellerinin değerlendirilmesinde, Biswas vd. [31], sera gazı emisyonunu ve bu gazın çevreye olan zararını azaltmak amacıyla elektronik araç seçiminde, Bakır [26], havayolu şirketleri için müşteri memnuniyetinin değerlendirilmesinde, Ulutaş [32], bir mobilya şirketi için en iyi pazarlama yöneticisinin seçilmesinde, Ayçin [33], kurumsal kaynak planlaması seçiminde, Çınaroğlu [34], yeni girişimlerin sektör bazında değerlendirilmesinde, Akbulut [35], Borsa İstanbul çimento sektörü firmalarının finansal performans analizinde, Orhan vd. [36], Türkiye de dahil olmak üzere 30 ülkenin Covid-19 ile mücadele performansını değerlendirmede, Demirtaş [37], Türkiye'de yer alan üniversitelerin rektörlerinin sosyal medya kullanımlarını değerlendirmede, Simic vd. [38], toplu taşıma hizmetlerinin fiyatlandırılmasında, Altıntaş [39], Avrupa ülkelerinin inovasyon performanslarını değerlendirmede, Chattopadhyay vd. [40], Hindistan'da demir çelik endüstrisinde en uygun tedarikçiyi belirlemede, Ghosh vd. [41], Hindistan'da yer alan turizm web sitelerinin değerlendirilmesinde MABAC yöntemini kullanmışlardır.

MABAC yöntemi çözüm adımları aşağıda özetlenmiştir:

### Adım 1: Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması (X)

İlk adımda  $m$  tane alternatif,  $n$  tane kriter göre değerlendirilir.

$$X = [X_{ij}]_{m \times n} = \begin{matrix} & K_1 & K_2 & \dots & K_n \\ A_1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ A_2 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ A_m & x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{matrix} \quad (6)$$

### Adım 2: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi (N)

$$N = \begin{matrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mn} \end{matrix} \quad (7)$$

Normalize edilmiş matrisin elemanları fayda ve maliyet türü olmasına göre Eşitlik (8) ve (9) yardımıyla hesaplanır [25]:

Fayda türü kriterler için Eşitlik (8) kullanılır.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \quad (8)$$

Maliyet türü kriterler için ise Eşitlik (9) kullanılır.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^+}{x_i^- - x_i^+} \quad (9)$$

Karar matrisinde yer alan  $x_i^+$  sütunlardaki maksimum değeri,  $x_i^-$  ise sütunlardaki minimum değerleri göstermektedir [26].

### Adım 3: Ağırlıklı Karar Matrisinin Elde Edilmesi

Ağırlıklı karar matrisi Eşitlik (10) yardımı ile elde edilir.

$$v_{ij} = w_i * (n_{ij} + 1) \quad (10)$$

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

Eşitlik (11) kullanılarak tüm kriterlerin sınır yakınlık alanı değerleri hesaplanır.

$$g_i = \left( \prod_{j=1}^m v_{ij} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (11)$$

Eşitlik (11)'deki  $m$  değeri karar alternatif sayısını,  $v_{ij}$  değerleri ise 3. adımda hesaplanan ağırlıklı değerleri ifade etmektedir. Tüm kriterler için  $g_i$  değeri hesaplandıktan sonra Eşitlik (12)'de verilen  $n \times 1$  boyutlu Sınır Yakınlık Alanı Matrisi (G) elde edilir [33].

$$G = \begin{matrix} K_1 & K_2 & \dots & K_n \\ g_1 & g_2 & \dots & g_n \end{matrix} \quad (12)$$

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

Eşitlik (13) yardımıyla her bir alternatifin sınır yakınlık alanına uzaklığı hesaplanır.

$$Q = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{m1} & q_{n2} & \dots & q_{mn} \end{bmatrix} \quad (13)$$

Eşitlik (13)'teki  $q_{ij}$  değerleri, ağırlıklı karar matrisi elemanları ile sınır matrisi elemanlarının farkı alınarak Eşitlik (14)'te ifade edilen şekilde hesaplanır [33].

$$Q = V - G$$

$$= \begin{bmatrix} v_{11} - g_1 & v_{12} - g_2 & \dots & v_{1n} - g_n \\ v_{21} - g_1 & v_{22} - g_2 & \dots & v_{2n} - g_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} - g_1 & v_{n2} - g_2 & \dots & v_{mn} - g_n \end{bmatrix} \quad (14)$$

Bu hesaplamalar sonrasında,  $A_i$  alternatifi, sınır yakınlık alanına olan uzaklığına göre konumlandırılır. Eşitlik (15)'te gösterildiği üzere, bir alternatif üç 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 [32].

$$A_i \in \begin{cases} G^+ & \text{eğer } q_{ij} > 0 \\ G & \text{eğer } q_{ij} = 0 \\ G^- & \text{eğer } q_{ij} < 0 \end{cases} \quad (15)$$

#### Adım 6: Alternatiflerin Sıralanması ve Seçimi

Tüm alternatifler için sınır yakınlık alanına uzaklık  $q_{ij}$  değerleri toplanarak Eşitlik 16'da görüldüğü gibi  $S_i$  değerleri hesaplanır. En yüksek  $S_i$  değerine sahip alternatif, en iyi alternatif olarak belirlenir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n q_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (16)$$

### 2.3. Tamsayı Programlama Yöntemi (Integer Programming Method)

Tamsayı programlama yöntemi bir doğrusal programlama yöntemidir. Doğrusal programlama problemlerinde sonuç her zaman tam sayı çıkmayabilmektedir fakat atama, çizelgeleme, üretim miktarlarını hesaplama gibi bazı problemlerin çözümünde sonucun tam sayı çıkması istenmektedir. Sonucunun tam sayı çıkması beklenen doğrusal programlama problemlerinde tamsayı programlama tekniği kullanılmaktadır [42].

Tamsayı programlama yöntemleri; saf tamsayı, karma tamsayı ve 0-1 tamsayı olmak üzere üç türe sahiptir. Eğer problemde bütün değişkenlerin tam sayı olması bekleniyorsa saf tamsayı programlama, sadece bazı değişkenlerin tam sayı olması bekleniyorsa, karma tamsayı programlama, tüm değişkenlerin 0 ya da 1

olması bekleniyorsa, 0-1 tamsayı programlama yöntemi kullanılmaktadır [43].

Tamsayı programlama yöntemleri ile ilgili literatürde, gemi çizelgeleme [44], jeneratör bakım programı çizelgeleme [45], işgücü planlaması [46, 47], hemşireler için vardiya planlama [48], toplu taşıma hizmetlerinin planlaması [49], cerrahi servisinin planlaması [50], elektrik enerjisi talebini planlama [51], kömür ocağı için uzun vadeli üretim planlaması ve üretim çizelgelemesi [52], ameliyathane çizelgelemesi [53], ortak kaynak kullanan makinelerin çizelgenmesi [54], ders çizelgeleme [55, 56], personel çizelgeleme [57], basketbol karşılaşması organizasyonunda personel çizelgeleme [58], bir üretim işletmesinde çalışanların uzaktan çalışma modelinin oluşturulması [59], Covid-19 pandemisi sebebiyle hastanelerdeki sağlık çalışanlarının vardiya planlaması [60], ders programı oluşturma [61], makine çizelgeleme [62], jenerik serbest rotalı hava sahasında uçaklar arasındaki çakışmaları belirleme ve çözüme [63] gibi birçok çalışma bulunmaktadır.

Doğrusal programlama problemlerinde üç tane bileşen vardır [64]:

- Amaç fonksiyonu,
- Kısıtlayıcı fonksiyonlar,
- Pozitif kısıtlama

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

$$Z_{max/min} = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (17)$$

Kısıtlayıcı fonksiyonlar, maksimizasyon problemlerinde Eşitlik 18'de verildiği gibi ifade edilir:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (18)$$

Minimizasyon probleminde ise Eşitlik 19'daki gibi gösterilir:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (19)$$

Karar değişkenlerinin negatif olamayacağını belirten pozitif kısıtlama ise matematiksel olarak Eşitlik 20'de görüldüğü şekilde ifade edilir.

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (20)$$

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

### 3. UYGULAMA (APPLICATION)

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 beklemedik 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 faaliyet gösteren bir üretim işletmesinin 18 departmanı ve şehir dışında bulunan 8 bölge müdürlüğü için bir iç denetim takvimi oluşturulmuştur. Bu amaçla, ÇKKV ve tamsayı programlama yöntemlerinden yararlanılmıştır. Öncelikle, işletmede denetim biriminde çalışan üç karar verici tarafından denetim takvimi oluşturulurken dikkat edilmesi gereken kriterler belirlenmiştir. Bu çalışmada yer alan üç 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 üç karar verici (KV<sub>1</sub>, KV<sub>2</sub>, KV<sub>3</sub>) tarafından değerlendirilmiş ve FUCOM yöntemi 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

ve iç denetim ile ilgili yayınları dikkate alarak oluşturmuşlardır. Bu kriterler, Çizelge 1’de kriter numarası ile gösterilmiştir.

Birinci kriter olan denetime gidilecek birimin oluşturacağı maliyetin seçilme nedeni incelendiğinde, 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. Bu sebeple, yönetim birimi fazla maliyet oluşturabilecek denetimlerin daha kısa sürede tamamlanmasını talep edebilmektedirler. 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. İç denetçiler önceki denetim raporunda yer verilen bulgulara göre denetime ayrılması gereken zaman hakkında öngöründe bulunabilmekte ve hangi denetime öncelik verilmesi gerektiği konusunda da bir fikre sahip olabilmektedirler. Üçüncü kriterin seçilme nedeni, ERP sistemini etkin kullanabilen çalışanların sistemde daha az hata yaptıklarının düşünülmesidir. 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 isteyebilirler. Ayrıca sisteme işlenmemiş olan verinin değiştirilmesi ve silinmesi daha kolaydır, suistimale daha açık bir durumdur. ERP sistemi yapılan değişiklik ve silme işlemlerinin log kayıtlarını tutmakta ve saklamakta olduğu için sistemde kayıtlı olan verilerin kimler tarafından değiştirildiğini veya silindiği gösterebilmektedir. Dördüncü kriter, denetlenen birimin risk farkındalığı olarak belirlenmiştir. Çalışanların, kendi birimleri ve şirketleri ile ilgili riskleri önceden tespit etmesi ve bu konuda önlemler alması büyük fırsatlar yaratabilmektedir. Fakat risk farkındalığı

Çizelge 1. Kriterler (Criteria)

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

kaç hafta sürmesi gerektiği belirlenerek, tamsayı programlama yöntemi ile ilgili denetimler takvime atanmıştır.

İlk olarak, 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

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. 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 [65] şirketlerde eğitim seviyesinin artmasının beklenen aksine suistimalin artmasına sebep olduğu belirtilmiştir. Yedinci kriter de denetime gidilecek birim çalışanlarının kıdem yılıdır. "Bir Suiistimalcinin Profili" [66] isimli, 2020 yılında KPMG'nin yayımlanmış olduğu raporda, şirketlerdeki suistimalci çalışanların genellikle 10 yıl ve üzeri kıdeme sahip olduğu belirtilmiştir. Bu sebeple karar vericiler çalışanların kıdem yılını da yedinci kriter olarak eklemiştir. Sekizinci kriter yönetimin ilgili birim için denetim talep etme sıklığıdır. Yönetim Kurulu, şirketteki tüm süreçlere hâkim olduğu için denetçileri yönlendirebilir, riskli gördükleri alanlarda daha uzun incelemeler yapmasını isteyebilir ya da yıl içerisinde birden fazla kez denetim görevi için yetkilendirebilirler. Sonuncu 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 suistimalin olma ihtimalini azaltacaktır.

### 3.1. FUCOM Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi (Determining the Criteria Weights with FUCOM Method)

Şirketin iç denetim departmanında yer alan üç iç denetçinin belirlediği kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde FUCOM yönteminden yararlanılmıştır. FUCOM yöntemi 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 karar verici Çizelge 1' de yer alan kriterleri, kendi bilgi, deneyim, önceki iş ve denetim tecrübelerine göre bir önem sırasına koymuşlardır. Karar vericiler tarafından sıralanan kriterler, aşağıda Çizelge 2'de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.** Karar Vericilerin Kriter Sıralamaları (Ranking of criteria by decision makers)

Kriter Numarası	Karar Vericilerin Sıralamaları		
	KV <sub>1</sub>	KV <sub>2</sub>	KV <sub>3</sub>
K <sub>1</sub>	7	7	6
K <sub>2</sub>	1	2	1
K <sub>3</sub>	4	4	3
K <sub>4</sub>	3	6	4
K <sub>5</sub>	6	5	7
K <sub>6</sub>	8	9	8
K <sub>7</sub>	9	8	9
K <sub>8</sub>	5	3	5
K <sub>9</sub>	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. Çizelge 3'te üç karar vericilerin ikili karşılaştırmalarına yer verilmiştir.

Çizelge 3'te yer alan Karar Verici 1'in ikili karşılaştırmasına göre en önemli kriter K<sub>2</sub> olup, K<sub>2</sub> kriteri K<sub>9</sub> ve K<sub>4</sub> kriterlerinden 2 kat, K<sub>3</sub> kriterinden 3 kat, K<sub>8</sub> kriterinden 4 kat, K<sub>5</sub> ve K<sub>1</sub> kriterlerinden 5 kat, K<sub>6</sub> kriterinden 6 kat ve K<sub>7</sub> kriterinden 7 kat önemlidir. Karar Verici 2'nin ikili karşılaştırmalarına göre en önemli kriter K<sub>9</sub> olup, K<sub>9</sub> kriteri K<sub>2</sub>, K<sub>8</sub> ve K<sub>3</sub> kriterlerinden 2 kat, K<sub>5</sub> ve K<sub>4</sub> kriterlerinden 3 kat, K<sub>1</sub> kriterinden 4 kat, K<sub>7</sub> ve K<sub>6</sub> kriterlerinden ise 5 kat önemlidir. Karar Verici 3'ün ikili karşılaştırmalarına göre ise en önemli kriter K<sub>2</sub> olup, K<sub>9</sub> kriteri ile aynı önem derecesine sahip olduğu, K<sub>3</sub> ve K<sub>4</sub> kriterine göre 2 kat, K<sub>8</sub> ve K<sub>1</sub> kriterine göre 3 kat, K<sub>5</sub> ve K<sub>6</sub> kriterine göre 4 kat, K<sub>7</sub> kriterine göre 6 kat önemlidir.

**Adım 3:** Kriterlerin Karşılaştırmalı Önceliklerinden Yararlanılarak Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması:

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

TTS( $\chi$ ) değerleri 0'a eşit çıkmıştır. Üç karar verici için hesaplanan kriter ağırlıkları Çizelge 4'te sunulmuştur

**Çizelge 3.** Karar vericilerin ikili karşılaştırma sonuç (Pairwise comparison of decision makers)

Karar Verici 1		Karar Verici 2		Karar Verici 3	
Kriter Numarası	Karşılaştırmalı Öncelikler	Kriter Numarası	Karşılaştırmalı Öncelikler	Kriter Numarası	Karşılaştırmalı Öncelikler
K <sub>2</sub>	1	K <sub>9</sub>	1	K <sub>2</sub>	1
K <sub>9</sub>	2	K <sub>2</sub>	2	K <sub>9</sub>	1
K <sub>4</sub>	2	K <sub>8</sub>	2	K <sub>3</sub>	2
K <sub>3</sub>	3	K <sub>3</sub>	2	K <sub>4</sub>	2
K <sub>8</sub>	4	K <sub>5</sub>	3	K <sub>8</sub>	3
K <sub>5</sub>	5	K <sub>4</sub>	3	K <sub>1</sub>	3
K <sub>1</sub>	5	K <sub>1</sub>	4	K <sub>5</sub>	4
K <sub>6</sub>	6	K <sub>7</sub>	5	K <sub>6</sub>	4
K <sub>7</sub>	7	K <sub>6</sub>	5	K <sub>7</sub>	6

**Çizelge 4.** Kriter ağırlıklarının ortalaması (Average of criteria weights)

Kriter Numarası	Kriter Ağırlıkları			Ortalama
	KV <sub>1</sub>	KV <sub>2</sub>	KV <sub>3</sub>	
K <sub>1</sub>	0.061	0.066	0.077	0.068
K <sub>2</sub>	0.304	0.131	0.231	0.222
K <sub>3</sub>	0.101	0.131	0.115	0.116
K <sub>4</sub>	0.152	0.087	0.115	0.118
K <sub>5</sub>	0.061	0.087	0.058	0.069
K <sub>6</sub>	0.051	0.052	0.058	0.054
K <sub>7</sub>	0.043	0.052	0.038	0.045
K <sub>8</sub>	0.076	0.131	0.077	0.095
K <sub>9</sub>	0.152	0.262	0.231	0.215

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

Tüm Karar Vericiler için Excel Solver ile kriter ağırlıkları belirlendikten sonra tüm kriterler için aritmetik ortalama ile ağırlıkların ortalaması alınmıştır. 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 [17, 18, 67, 68]. Bu sebeple, bu çalışmada da aritmetik ortalamanın kullanılması tercih edilmiştir. Kriter ağırlıklarının ortalaması Çizelge 4’te sunulmuştur.

#### **3.2. MABAC Yönteminin Uygulanması** (Application of MABAC Method)

Bu çalışmada, planlanacak departman denetimlerinin en riskliden en risksize 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 oluşturmaya denetimlere göre daha uzun sürmesinin planlanması öngörülmüştür. Denetim planlaması yapılacak alternatifler ve kriterler altında aldıkları değerler Çizelge 5’te karar matrisinde gösterilmiştir. Bu karar matrisi oluşturulurken, denetime gidilecek birimin maliyeti (K<sub>1</sub>) kriterinde, tüm denetim alternatiflerinin beş iş günü için bütçelenen denetim maliyetleri gösterilmiştir. Şehir dışı denetimler için konaklama, ulaşım, yeme-içme giderleri gibi giderler dikkate alınırken aynı fabrika binasında bulunan departmanların denetimlerinde ise herhangi bir gider oluşmadığı için maliyetleri 0 olarak belirlenmiştir. MABAC yöntemi uygulandıktan sonra en yüksek puan alan denetimlere ayrılacak süre daha çok olacağı için bu kriterin minimum olması arzu edilmektedir. Önceki dönem denetim raporunda yer alan yüksek ve çok yüksek riskli bulgu sayısı kriterinde (K<sub>2</sub>) önceki denetim raporlarından yararlanılarak tüm denetim raporlarındaki toplam yüksek ve çok yüksek riskli bulgu sayısı belirlenmiş ve toplam bulgu sayısına oranlanmıştır. Bu oranlama sonucunda çıkan yüzdelik dilimler, en yüksek puan 10, en düşük puan 1 olacak şekilde puanlanmıştır. MABAC yönteminde bu kriterin maksimum olması beklenmektedir. Çalışanların ERP yetkinlikleri (K<sub>3</sub>) ile

ilgili kriter puanlanırken insan kaynakları birimi tarafından takip edilen yetkinlik bazı 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. MABAC yöntemi ile sıralama yapılırken ERP yetkinliği kriterinin minimum olması beklenmektedir. Denetlenecek birimin risk farkındalığı kriteri (K<sub>4</sub>) puanlanırken, işletmede çalışan üç iç denetçinin şirkette daha önce geçirdiği denetimler ve deneyimlerinden yararlanılmıştır. Denetçiler tarafından departmanda çalışan kişilerin risk bilgisi, önceki denetim raporlarında değerlendirilmiş ve 1-10 arası puan ölçeği kullanılarak tüm alternatifler değerlendirilmiştir. MABAC yöntemi ile sıralama yapılırken risk farkındalığı kriterinin minimum olması hedeflenmiştir. Önceki denetim dönemi bulgularının kapanma sıklığı ve birimlerin aksiyon alma hızı kriteri (K<sub>5</sub>) değerlendirilirken işletmedeki denetçilerin görüşlerinden yararlanılmıştır. 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. Denetime gidilecek birimin eğitim seviyesi (K<sub>6</sub>) kriteri 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 suistimaller yaptığı görülmüştür. Denetime gidilecek departmanın kıdem yılı kriteri (K<sub>7</sub>) 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 suistimal yaptığı görülmektedir. Yönetim biriminin ilgili departmanlar için denetim talepleri (K<sub>8</sub>), önceki yıllar da

Çizelge 5. MABAC yöntemi karar matrisi (Decision matrix of MABAC method)

Alternatifler	Alternatif İsmi	Min.	Maks.	Min.	Min.	Min.	Max.	Max.	Max.	Min.
		K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>
A <sub>1</sub>	Satış ve Pazarlama	0	7	6	7	7	4	11	7	6
A <sub>2</sub>	Planlama	500	4	8	6	6	6	4	6	7
A <sub>3</sub>	Satın Alma	0	5	7	6	7	4	4	8	8
A <sub>4</sub>	Üretim	500	7	7	8	5	6	6	8	6
A <sub>5</sub>	Kalite	500	2	6	10	9	5	3	5	8
A <sub>6</sub>	Bilgi Teknolojileri	500	2	10	9	8	6	3	4	9
A <sub>7</sub>	İnsan Kaynakları	0	3	6	7	6	5	4	8	5
A <sub>8</sub>	Mühendislik Birimleri	500	6	6	6	6	7	7	5	7
A <sub>9</sub>	Lojistik ve Sevkiyat	200	8	5	5	5	3	20	10	4
A <sub>10</sub>	Özlük ve Bordro	0	2	6	4	8	5	5	9	5
A <sub>11</sub>	İdari İşler	200	1	5	5	7	6	5	4	6
A <sub>12</sub>	Muhasebe	0	2	8	8	10	6	7	7	9
A <sub>13</sub>	Finans	0	3	6	6	6	5	5	9	7
A <sub>14</sub>	Bütçe ve Finansal Raporlama	0	2	9	9	9	8	5	3	10
A <sub>15</sub>	İSG	0	3	7	10	10	6	8	5	8
A <sub>16</sub>	Güvenlik	200	4	5	8	9	2	6	5	7
A <sub>17</sub>	Bakım ve Onarım	500	6	7	7	7	4	9	8	7
A <sub>18</sub>	İhracat	500	4	7	7	6	7	9	6	5
A <sub>19</sub>	Bölge 1 (şehir dışı)	3500	4	6	6	8	4	3	5	8
A <sub>20</sub>	Bölge 2 (şehir dışı)	5000	3	8	5	7	5	3	6	6
A <sub>21</sub>	Bölge 3 (şehir dışı)	3500	3	7	8	6	4	7	4	7
A <sub>22</sub>	Bölge 4 (şehir dışı)	4000	3	7	7	7	5	4	5	6
A <sub>23</sub>	Bölge 5 (şehir dışı)	0	7	6	7	7	4	11	7	6
A <sub>24</sub>	Bölge 6 (şehir dışı)	500	4	8	6	6	6	4	6	7
A <sub>25</sub>	Bölge 7 (şehir dışı)	0	5	7	6	7	4	4	8	8
A <sub>26</sub>	Bölge 8 (şehir dışı)	500	7	7	8	5	6	6	8	6

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. MABAC yönteminde bu kriterin maksimum olması beklenmektedir. Son kriter olan denetlenecek birimin iç kontrol yapısı (K<sub>9</sub>), denetçilerin önceki denetim tecrübeleri, deneyimleri, ERP sistemi bilgisi, yapılan denetimlerde kurulu olan iç kontrol ortamının etkin çalışıp çalışmaması gibi durumlar göz önüne alınarak ve 1-10 skalası kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu kriterin MABAC yönteminde minimum olması beklenmektedir.

MABAC yöntemi karar matrisi Çizelge 5'te görüldüğü gibi elde edildikten sonra, maksimum olması beklenen kriterler için Eşitlik (8), minimum olması beklenen kriterler için ise Eşitlik (9)'dan yararlanarak normalize karar matrisi oluşturulmuştur. Normalize karar matrisi Çizelge 6'da gösterilmiştir. Normalizasyon işlemi sonrasında Eşitlik (10) yardımıyla ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilmiş ve Çizelge 7'de sunulmuştur.

Ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisinden bir sonraki adım sınır yakınlık alanı matrisinin oluşturulmasıdır. Sınır yakınlık alanı değerleri Eşitlik (11)'den yararlanılarak hesaplanmış ve Çizelge 8'de sınır yakınlık alanı matrisi gösterilmiştir.

Alternatiflerin sıralanmasından bir önceki adımda, Eşitlik (14) kullanılarak sınır yakınlık alanına olan uzaklıklar hesaplanmış ve elde edilen değerler Çizelge 9'da gösterilmiştir.

MABAC yönteminin son adımında Eşitlik (16)'dan yararlanılarak tüm alternatifler sıralanır. Çizelge 10'da alternatiflerin sıralamasına yer verilmiştir. MABAC yöntemi ile alternatiflerin sıralamasına göre en riskli departmanın lojistik ve sevkiyat birimi olduğu, en düşük belirtilen risklere karşı aldıkları önlemler, risk ile ilgili yapılan çalışmalara ve toplantılara katılımları riske sahip birimin ise bütçe ve finansal raporlama departmanı olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada, 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 0-1 tam sayılı programlama yönteminden yararlanılmıştır.

Çizelge 6. Normalize karar matrisi (Normalized decision matrix)

Alternatifler	Min.	Maks.	Min.	Min.	Min.	Max.	Max.	Max.	Min.
	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>
A <sub>1</sub>	1.000	0.857	0.800	0.500	0.600	0.333	0.526	0.571	0.571
A <sub>2</sub>	0.900	0.429	0.400	0.667	0.800	0.667	0.158	0.429	0.429
A <sub>3</sub>	1.000	0.571	0.600	0.667	0.600	0.333	0.158	0.714	0.286
A <sub>4</sub>	0.900	0.857	0.600	0.333	1.000	0.667	0.263	0.714	0.571
A <sub>5</sub>	0.900	0.143	0.800	0.000	0.200	0.500	0.105	0.286	0.286
A <sub>6</sub>	0.900	0.143	0.000	0.167	0.400	0.667	0.105	0.143	0.143
A <sub>7</sub>	1.000	0.286	0.800	0.500	0.800	0.500	0.158	0.714	0.714
A <sub>8</sub>	0.900	0.714	0.800	0.667	0.800	0.833	0.316	0.286	0.429
A <sub>9</sub>	0.960	1.000	1.000	0.833	1.000	0.167	1.000	1.000	0.857
A <sub>10</sub>	1.000	0.143	0.800	1.000	0.400	0.500	0.211	0.857	0.714
A <sub>11</sub>	0.960	0.000	1.000	0.833	0.600	0.667	0.211	0.143	0.571
A <sub>12</sub>	1.000	0.143	0.400	0.333	0.000	0.667	0.316	0.571	0.143
A <sub>13</sub>	1.000	0.286	0.800	0.667	0.800	0.500	0.211	0.857	0.429
A <sub>14</sub>	1.000	0.143	0.200	0.167	0.200	1.000	0.211	0.000	0.000
A <sub>15</sub>	1.000	0.286	0.600	0.000	0.000	0.667	0.368	0.286	0.286
A <sub>16</sub>	0.960	0.429	1.000	0.333	0.200	0.000	0.263	0.286	0.429
A <sub>17</sub>	0.900	0.714	0.600	0.500	0.600	0.333	0.421	0.714	0.429
A <sub>18</sub>	0.900	0.429	0.600	0.500	0.800	0.833	0.421	0.429	0.714
A <sub>19</sub>	0.300	0.429	0.800	0.667	0.400	0.333	0.105	0.286	0.286
A <sub>20</sub>	0.000	0.286	0.400	0.833	0.600	0.500	0.105	0.429	0.571
A <sub>21</sub>	0.300	0.286	0.600	0.333	0.800	0.333	0.316	0.143	0.429
A <sub>22</sub>	0.200	0.286	0.600	0.500	0.600	0.500	0.158	0.286	0.571
A <sub>23</sub>	0.700	0.286	0.800	0.667	0.400	0.500	0.263	0.286	0.714
A <sub>24</sub>	0.200	0.571	0.200	0.333	0.800	0.500	0.211	0.857	0.571
A <sub>25</sub>	0.700	0.429	0.600	0.500	0.800	0.500	0.000	0.714	1.000
A <sub>26</sub>	0.100	0.429	0.000	0.667	0.600	0.500	0.474	0.143	0.571

Çizelge 7. Ağırlıklı normalize karar matrisi (Weighted normalized decision matrix)

Alternatifler	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>
A <sub>1</sub>	0.068	0.190	0.093	0.059	0.041	0.018	0.024	0.054	0.123
A <sub>2</sub>	0.061	0.095	0.046	0.079	0.055	0.036	0.007	0.041	0.092
A <sub>3</sub>	0.068	0.127	0.070	0.079	0.041	0.018	0.007	0.068	0.061
A <sub>4</sub>	0.061	0.190	0.070	0.039	0.069	0.036	0.012	0.068	0.123
A <sub>5</sub>	0.061	0.032	0.093	0.000	0.014	0.027	0.005	0.027	0.061
A <sub>6</sub>	0.061	0.032	0.000	0.020	0.027	0.036	0.005	0.014	0.031
A <sub>7</sub>	0.068	0.063	0.093	0.059	0.055	0.027	0.007	0.068	0.153
A <sub>8</sub>	0.061	0.158	0.093	0.079	0.055	0.045	0.014	0.027	0.092
A <sub>9</sub>	0.065	0.222	0.116	0.098	0.069	0.009	0.045	0.095	0.184
A <sub>10</sub>	0.068	0.032	0.093	0.118	0.027	0.027	0.009	0.081	0.153
A <sub>11</sub>	0.065	0.000	0.116	0.098	0.041	0.036	0.009	0.014	0.123
A <sub>12</sub>	0.068	0.032	0.046	0.039	0.000	0.036	0.014	0.054	0.031
A <sub>13</sub>	0.068	0.063	0.093	0.079	0.055	0.027	0.009	0.081	0.092
A <sub>14</sub>	0.068	0.032	0.023	0.020	0.014	0.054	0.009	0.000	0.000
A <sub>15</sub>	0.068	0.063	0.070	0.000	0.000	0.036	0.016	0.027	0.061
A <sub>16</sub>	0.065	0.095	0.116	0.039	0.014	0.000	0.012	0.027	0.092
A <sub>17</sub>	0.061	0.158	0.070	0.059	0.041	0.018	0.019	0.068	0.092
A <sub>18</sub>	0.061	0.095	0.070	0.059	0.055	0.045	0.019	0.041	0.153
A <sub>19</sub>	0.020	0.095	0.093	0.079	0.027	0.018	0.005	0.027	0.061
A <sub>20</sub>	0.000	0.063	0.046	0.098	0.041	0.027	0.005	0.041	0.123
A <sub>21</sub>	0.020	0.063	0.070	0.039	0.055	0.018	0.014	0.014	0.092
A <sub>22</sub>	0.014	0.063	0.070	0.059	0.041	0.027	0.007	0.027	0.123
A <sub>23</sub>	0.047	0.063	0.093	0.079	0.027	0.027	0.012	0.027	0.153
A <sub>24</sub>	0.014	0.127	0.023	0.039	0.055	0.027	0.009	0.081	0.123
A <sub>25</sub>	0.047	0.095	0.070	0.059	0.055	0.027	0.000	0.068	0.215
A <sub>26</sub>	0.007	0.095	0.000	0.079	0.041	0.027	0.021	0.014	0.123

**Çizelge 8.** Sınır yakınlık alanı matrisi (Matrix of border approximate areas)

	<b>K<sub>1</sub></b>	<b>K<sub>2</sub></b>	<b>K<sub>3</sub></b>	<b>K<sub>4</sub></b>	<b>K<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>6</sub></b>	<b>K<sub>7</sub></b>	<b>K<sub>8</sub></b>	<b>K<sub>9</sub></b>
<b>g<sub>i</sub></b>	0.116	0.307	0.183	0.175	0.106	0.081	0.056	0.136	0.316

**Çizelge 9.** Sınır yakınlık alanına uzaklıklar matrisi (Distance matrix from border approximate area)

<b>Alternatifler</b>	<b>K<sub>1</sub></b>	<b>K<sub>2</sub></b>	<b>K<sub>3</sub></b>	<b>K<sub>4</sub></b>	<b>K<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>6</sub></b>	<b>K<sub>7</sub></b>	<b>K<sub>8</sub></b>	<b>K<sub>9</sub></b>
A <sub>1</sub>	0.019	0.105	0.025	0.002	0.004	-0.009	0.012	0.012	0.021
A <sub>2</sub>	0.012	0.010	-0.021	0.022	0.018	0.009	-0.005	-0.001	-0.009
A <sub>3</sub>	0.019	0.041	0.002	0.022	0.004	-0.009	-0.005	0.026	-0.040
A <sub>4</sub>	0.012	0.105	0.002	-0.018	0.031	0.009	0.000	0.026	0.021
A <sub>5</sub>	0.012	-0.054	0.025	-0.057	-0.024	0.000	-0.007	-0.015	-0.040
A <sub>6</sub>	0.012	-0.054	-0.067	-0.038	-0.010	0.009	-0.007	-0.028	-0.071
A <sub>7</sub>	0.019	-0.022	0.025	0.002	0.018	0.000	-0.005	0.026	0.052
A <sub>8</sub>	0.012	0.073	0.025	0.022	0.018	0.018	0.003	-0.015	-0.009
A <sub>9</sub>	0.016	0.136	0.049	0.041	0.031	-0.018	0.033	0.053	0.083
A <sub>10</sub>	0.019	-0.054	0.025	0.061	-0.010	0.000	-0.002	0.039	0.052
A <sub>11</sub>	0.016	-0.086	0.049	0.041	0.004	0.009	-0.002	-0.028	0.021
A <sub>12</sub>	0.019	-0.054	-0.021	-0.018	-0.037	0.009	0.003	0.012	-0.071
A <sub>13</sub>	0.019	-0.022	0.025	0.022	0.018	0.000	-0.002	0.039	-0.009
A <sub>14</sub>	0.019	-0.054	-0.044	-0.038	-0.024	0.027	-0.002	-0.042	-0.101
A <sub>15</sub>	0.019	-0.022	0.002	-0.057	-0.037	0.009	0.005	-0.015	-0.040
A <sub>16</sub>	0.016	0.010	0.049	-0.018	-0.024	-0.027	0.000	-0.015	-0.009
A <sub>17</sub>	0.012	0.073	0.002	0.002	0.004	-0.009	0.007	0.026	-0.009
A <sub>18</sub>	0.012	0.010	0.002	0.002	0.018	0.018	0.007	-0.001	0.052
A <sub>19</sub>	-0.028	0.010	0.025	0.022	-0.010	-0.009	-0.007	-0.015	-0.040
A <sub>20</sub>	-0.049	-0.022	-0.021	0.041	0.004	0.000	-0.007	-0.001	0.021
A <sub>21</sub>	-0.028	-0.022	0.002	-0.018	0.018	-0.009	0.003	-0.028	-0.009
A <sub>22</sub>	-0.035	-0.022	0.002	0.002	0.004	0.000	-0.005	-0.015	0.021
A <sub>23</sub>	-0.001	-0.022	0.025	0.022	-0.010	0.000	0.000	-0.015	0.052
A <sub>24</sub>	-0.035	0.041	-0.044	-0.018	0.018	0.000	-0.002	0.039	0.021
A <sub>25</sub>	-0.001	0.010	0.002	0.002	0.018	0.000	-0.012	0.026	0.114
A <sub>26</sub>	-0.042	0.010	-0.067	0.022	0.004	0.000	0.010	-0.028	0.021

**Çizelge 10.** MABAC yöntemi ile alternatiflerin sıralaması (Ranking of alternatives with MABAC method)

<b>Alternatifler</b>	<b>Alternatif İsmi</b>	<b>S<sub>i</sub></b>	<b>Sıralama</b>
A <sub>9</sub>	Lojistik ve Sevkiyat	0.424	1
A <sub>1</sub>	Satış ve Pazarlama	0.191	2
A <sub>4</sub>	Üretim	0.189	3
A <sub>25</sub>	Bölge 7 (şehir dışı)	0.157	4
A <sub>8</sub>	Mühendislik Birimleri	0.146	5
A <sub>10</sub>	Özlük ve Bordro	0.131	6
A <sub>18</sub>	İhracat	0.119	7
A <sub>7</sub>	İnsan Kaynakları	0.115	8
A <sub>17</sub>	Bakım ve Onarım	0.108	9
A <sub>13</sub>	Finans	0.089	10
A <sub>3</sub>	Satın Alma	0.060	11
A <sub>23</sub>	Bölge 5 (şehir dışı)	0.051	12
A <sub>2</sub>	Planlama	0.034	13
A <sub>11</sub>	İdari İşler	0.024	14
A <sub>24</sub>	Bölge 6 (şehir dışı)	0.020	15
A <sub>16</sub>	Güvenlik	-0.018	16
A <sub>20</sub>	Bölge 2 (şehir dışı)	-0.034	17
A <sub>22</sub>	Bölge 4 (şehir dışı)	-0.047	18
A <sub>19</sub>	Bölge 1 (şehir dışı)	-0.053	19
A <sub>26</sub>	Bölge 8 (şehir dışı)	-0.072	20
A <sub>21</sub>	Bölge 3 (şehir dışı)	-0.093	21
A <sub>15</sub>	İSG	-0.137	22
A <sub>12</sub>	Muhasebe	-0.158	23
A <sub>5</sub>	Kalite	-0.159	24
A <sub>6</sub>	Bilgi Teknolojileri	-0.253	25
A <sub>14</sub>	Bütçe ve Finansal Raporlama	-0.259	26

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. Çizelge 11’de denetimlerin kaç hafta sürmesi gerektiği gösterilmiştir. 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. Tüm haftalar için gerekli denetim atamaları Excel Solver ile yapıldıktan sonra Çizelge 12’de oluşturulan denetim planı alternatif numaraları ile gösterilmiştir. Genel denetim toplantıları ve eğitimler için bir alternatif numarası olmadığı için G/E şeklinde kısaltılmıştır.

Çizelge 12’de elde edilen denetim planına göre ilk denetimin lojistik ve sevkiyat (A<sub>9</sub>) 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 A<sub>9</sub>, A<sub>1</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>25</sub>, A<sub>8</sub>, A<sub>10</sub> ve A<sub>18</sub> 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.

#### 4. SONUÇ (CONCLUSION)

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 çalışmada bir üretim işletmesinin tüm birimlerinin süreç ve risk bazlı denetim planının oluşturulmasına yönelik ÇKKV ve tamsayı programlama yöntemlerinin kullanılmasıyla oluşturulan bir denetim takvimi oluşturulmuştur.

Bu çalışmada, 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 yayımlar dikkate alınmıştır. Belirlenen kriterlerin ağırlıkları üç karar vericinin değerlendirmeleri ile FUCOM yöntemi 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 MABAC yöntemi ile belirlenmiştir. MABAC yönteminde FUCOM yöntemi ile belirlenen kriter ağırlıklarına göre şirketteki tüm birimler en yüksek riskli departmandan en düşük riskli departmana göre

Çizelge 11. Denetim planı süreleri (Durations of audit plans)

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

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 tam sayılı programa 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 eğitim için takvim ortasında ve takvim sonunda olmak üzere genel denetim toplantısı ve eğitim planlamasına yer verilmiştir. Tam sayılı programlama yöntemi kullanılırken denetimi 4 hafta, 3 hafta, 2 hafta ve 1 hafta sürmesi planlanan departmanlar için belirlenen kısıtlar yardımıyla denetim planı oluşturulmuştur. Tam sayılı programlama yardımıyla oluşturulan denetim takvimi 2022 yılının ocak ayından başlayarak 2023 yılının mayıs ayında son bulacak şekilde belirlenmiştir.

Bu çalışmanın özgün yönleri arasında, iç denetim ile ilgili takvim planlaması yapılmasına yönelik ÇKKV ve tamsayı programlama yöntemlerinin kullanıldığı bir

çalışmanın literatürde bulunmaması ve iç denetim ile ilgili literatürde yeterli sayıda uygulama içeren çalışmanın bulunmaması sayılabilir. Ayrıca diğer bir özgün yanı da diğer ÇKKV yöntemlerine göre daha yeni sayılan FUCOM ve MABAC yöntemlerinin tam sayılı programlama yöntemi ile entegre edildiği bir çalışma olmasıdır.

Çalışmada oluşturulan denetim planı, 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 ve denetim için ne kadar süre planlanacağı hakkında yönetim ve denetim departmanlarının sürekli bir araya gelerek mutabık kalması gerekmektedir. Ancak bu çalışmada önerilen yaklaşım yardımıyla gidilecek denetim ve sürelerinin belli olması sayesinde denetim biriminin olağan akışında denetim planına devam edebileceği düşünülmektedir. Yönetim kurulu üyeleri oluşturulan mevcut planın uygulanabilir olduğunu, sadece bir suiistimal şüphesi

**Çizelge 12.** Oluşturulan denetim planı (Created audit plan)

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

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 sınırlı ve özel inceleme denetimi gibi ani ve beklenmedik durumlarda değiştirilmeye gerek duyulabilmesidir. Bu sebeple yıl ortasında ve yıl sonunda 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.

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 planı işletmede sadece iç denetim için değil farklı birimlerin farklı işleri için de uygulanabilir. Ayrıca gelecek çalışmalarda, farklı ÇKKV yöntemleri ile tam sayılı programlamanın entegre edildiği yaklaşımlarla denetim planı oluşturularak elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir.

#### ETİK STANDARTLARIN BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

#### YAZARLARIN KATKILARI (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

**Müge AKAY ÖZEN:** Fikrin oluşması, tasarımın yapılması, literatür taraması, uygulamanın yapılması ve makalenin yazılması başlıklarında katkı sunmuştur.

**Nilfen KUNDAKCI:** Fikrin oluşması, elde edilen sonuçların değerlendirilmesi, yazım denetimi ve içerik açısından makalenin kontrol edilmesi başlıklarında katkı sunmuştur.

#### ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Özer, A. "Risk Odaklı İç Denetim ve Bir Uygulama". *Doktora Tezi*, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, (2008).
- [2] Akyel, R. "Yönetimde iç kontrol, iç denetim ve dış denetim fonksiyonlarının birbirleri ile ilişkileri ve Türk kamu yönetiminde uygulanmalarının değerlendirilmesi". *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 1-21, (2010).
- [3] Koçak, SY, Kavakoğlu, T. "İl özel idarelerinde iç denetim sisteminin değerlendirilmesine ilişkin bir araştırma". *Sayıştay Dergisi*, 77, 119-148, (2010).
- [4] Arslan, MC. İç Denetim ve Türkiye'de Büyükşehir Belediyelerinin İç Denetim Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma. *Doktora Tezi*, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, (2013).
- [5] Türedi, H, Zor, Ü, Gürbüz, F. "Risk odaklı iç denetim". *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (66), 1-20, 2015.
- [6] Günşen, MH. "Örnek bir iç denetim uygulaması: tedavi sürecinin faturalandırılması süreci". *Denetçim*, (9), 74-86, (2016).
- [7] Pamučar, D, Stević, Ž, Sremac, S. "A new model for determining weight coefficients of criteria in MCDM models: full consistency method (FUCOM)". *Symmetry*, 10(9), 393, (2018).
- [8] Prentkovskis, O, Erceg, Ž, Stević, Ž, Tanackov, I, Vasiljević, M, Gavranović, M. "A New methodology for improving service quality measurement: Delphi-FUCOM-SERVQUAL Model". *Symmetry*, 10(12), 757, (2018).
- [9] Fazlollahtabar, H, Smailbašić, A, Stević, Ž. "FUCOM method in group decision-making: selection of forklift in a warehouse". *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 2(1), 49-65, (2019).
- [10] Ibrahimović, FI, Kojić, SL, Stević, ŽR, Erceg, ŽJ. "Making an investment decision in a transportation company using an integrated FUCOM-MABAC model". *Tehnika*, 74(4), 577-584, (2019).
- [11] Badi, I, Abdulshahed, A. "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, (2019).
- [12] Arslan, N. HTEA tabanlı FUCOM & KEMIRA-M Entegre Yöntemi ile Sağlık Sektöründe Risk Değerlendirme. *Yüksek Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2020).
- [13] Demir, G, Bircan, H. "Kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden BWM ve FUCOM yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir uygulama". *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(2), 170-185, (2020).
- [14] Stević, Ž, Brković, N. "A novel Integrated FUCOM-MARCOS model for evaluation of human resources in a transport company". *Logistics*, 4(1), 4, (2020).
- [15] Özdağoğlu, A, Keleş, MK, Genç, V. "FUCOM ve PROMETHEE yöntemleri ile ticari araç seçimi: peyzaj firmasında bir uygulama". *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel Sayı), 231-253, (2021).
- [16] Hoan, P, Ha, Y. "ARAS-FUCOM Approach for VPAF fighter aircraft selection". *Decision Science Letters*, 10(1), 53-62, (2021).
- [17] Ayçin, E, Aşan, H. "İş zekası uygulamaları seçimindeki kriterlerin önem ağırlıklarının FUCOM yöntemi ile belirlenmesi". *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(2), 195-208, (2021).



- [18] Ecer, F. "FUCOM subjektif ağırlıklandırma yöntemi ile rüzgâr çiftliği yer seçimini etkileyen faktörlerin analizi". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(1), 24-34, (2021).
- [19] Atçı, SH, Atalay, K. "Web sitesi tasarım aşamasındaki kriterlerin önem derecelerinin bulanık FUCOM ile belirlenmesi". *Journal of Turkish Operations Management*, 6(1), 1010-1027, (2022).
- [20] Gökler, SH. "Hibrit FUCOM-Pareto Analizi-Rastgele Orman yöntemi kullanılarak COVID-19 onaylanmış vaka sayısının tahmin edilmesi". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 32458, (2022).
- [21] Uma, S. "An integrated multi-criteria decision-making model for cloud service provider selection". *International Journal of Decision Support System Technology (IJDSST)*, 14(1), 1-18, (2022).
- [22] Rehman, O, Ali, Y, Sabir, M. "Risk Assessment and mitigation for electric power sectors: a developing country's perspective". *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 36, 100507, (2022).
- [23] Genç, V, Özdağoğlu, A, Keleş, MK. "Otomobil motor yağı alternatiflerinin FUCOM, MAIRCA, MABAC ve BWM yöntemleri ile değerlendirilmesi". *Journal of Transportation and Logistics*, 7(1), 55-82, (2022).
- [24] Sofuoğlu, M. A. "Fuzzy applications of FUCOM method in manufacturing environment." *Politeknik Dergisi*, 23(1), 189-195, (2020)
- [25] Pamučar, D, Ćirović, G. "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, (2015).
- [26] Bakır, M. "SWARA ve MABAC yöntemleri ile havayolu işletmelerinde eWOM'a dayalı memnuniyet düzeyinin analizi". *İzmir İktisat Dergisi*, 34 (1), 51-66., (2019).
- [27] Yu, SM, Wang, J, Wang, JQ. "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, (2017).
- [28] Shi, H, Liu, HC, Li, P, Xu, XG "An integrated decision making approach for assessing healthcare waste treatment technologies from a multiple stakeholder". *Waste Management*, 59, 508-517, (2017).
- [29] Gigović, L, Pamučar, D, Božanić, D, Ljubojević, S. "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, (2017).
- [30] Vesković, S, Stević, Ž, Stojić, G, Vasiljević, M, Milinković, S. "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, (2018).
- [31] Biswas, TK, Das, MC. "Selection of commercially available electric vehicle using fuzzy AHP-MABAC". *Journal of The Institution of Engineers (India): Series C*, 100(3), 531-537, (2019).
- [32] Ulutaş, A. "Entropi ve MABAC yöntemleri ile personel seçimi". *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 13(19), 1552-1573, (2019).
- [33] Ayçin, E. "Kurumsal kaynak planlama (KKP) sistemlerinin seçiminde MACBETH ve MABAC yöntemlerinin bütünlük olarak kullanılması". *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 33(2), 533-552, (2019).
- [34] Çınaroğlu, E. "Yenilikçi girişimlere ait faaliyetlerin entropi destekli MABAC yöntemi ile değerlendirilmesi". *Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 9(1), 111-135, (2020).
- [35] Akbulut, OY. "Finansal performans ile pay senedi getirisi arasındaki ilişkinin bütünlük CRITIC ve MABAC ÇKKV teknikleriyle ölçülmesi: Borsa İstanbul çimento sektörü firmaları üzerine ampirik bir uygulama". *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 40, 471-488, (2020).
- [36] Orhan, M, Mutlu, HT. "Ülkelerin covid-19 pandemisine karşı mücadelesinin CRITIC tabanlı MABAC yöntemiyle değerlendirilmesi". *Nicel Bilimler Dergisi*, 3(2), 173-189, (2021).
- [37] Demirtaş, MC. "Üniversite rektörlerinin sosyal medya kullanımlarının MABAC yöntemi ile değerlendirilmesi". *Öneri Dergisi*, 17(57), 102-147, (2022).
- [38] Simic, V, Gokasar, I, Deveci, M, Karakurt, A. "An Integrated CRITIC and MABAC based type-2 neutrosophic model for public transportation pricing system selection". *Socio-Economic Planning Sciences*, 80, 101157, (2022).
- [39] Altıntaş, FF. "Avrupa ülkelerinin enerji inovasyonu performanslarının analizi: MABAC ve MARCOS yöntemleri ile bir uygulama". *İşletme Akademisi Dergisi*, 3(2), 188-216, (2022).
- [40] Chattopadhyay, R, Das, PP, Chakraborty, S. "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, (2022).
- [41] Ghosh, S, Chakraborty, S, Chakraborty, S. "An integrated IRN-SWARA-MABAC-based approach for evaluation of tourism websites of the Indian states". *Opsearch*, 1-44, (2022).
- [42] Patır, S. "Tam sayılı programlama ve Malatya Maksan Transformatör işletmesine bir uygulama". *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(1), 193-206, (2009).
- [43] Sezen, HK. "Tamsayı doğrusal programlama yaklaşımı kullanılarak en yüksek üretim kapasitesinin belirlenmesi". *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(1-2), 159-169, (1991).
- [44] Appelgren, LH. "Integer programming methods for a vessel scheduling problem". *Transportation Science*, 5(1), 64-78, (1971).
- [45] Dopazo, JF, Merrill, HM. "Optimal generator maintenance scheduling using integer programming",

- IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, 94(5), 1537-1545, (1975).
- [46] Beaumont, N. "Scheduling staff using mixed integer programming". *European Journal of Operational Research*, 98(3), 473-484, (1997).
- [47] Çevik, O. "Tam sayılı doğrusal programlama ile işgücü planlaması ve bir uygulama". *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(1), 157-171, (2006).
- [48] Millar, HH, Kiragu, M. "Cyclic and non-cyclic scheduling of 12 h shift nurses by network programming", *European Journal of Operational Research*, 104(3), 582-592, (1998).
- [49] Fügenschuh, A. "Solving a school bus scheduling problem with integer programming". *European Journal of Operational Research*, 193(3), 867-884, (2009).
- [50] Marques, I, Captivo, ME, Vaz Pato, M. "An integer programming approach to elective surgery scheduling", *OR spectrum*, 34(2), 407-427, (2012).
- [51] Özcan, EC, Erol, S. "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, (2013).
- [52] Karaöz, B. Maden Üretim Planlaması ve Çizelgelenmesi Üzerine Bir Tam Sayılı Programlama Önerisi: Kar Maden Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, (2014).
- [53] Çekiç, B. "Ameliyathanelerin çizelgelenmesi, bir karışık tamsayı programlama yaklaşımı". *Verimlilik Dergisi*, (2), 7-28, (2015).
- [54] Akyol, E, Saraç, T. "Paralel makina çizelgeleme problemi için bir karma tamsayı programlama modeli: ortak kaynak kullanımı". *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 5(3), 109-126, (2017).
- [55] Phillips, AE, Walker, CG, Ehrgott, M, Ryan, DM. "Integer programming for minimal perturbation problems in university course timetabling". *Annals of Operations Research*, 252(2), 283-304, (2017).
- [56] Tassopoulos, IX, Iliopoulou, CA, Beligiannis, GN. "Solving the Greek school timetabling problem by a mixed integer programming model", *Journal of the Operational Research Society*, 71(1), 117-132, (2020).
- [57] Koçtepe, S, Bedir, N, Eren, T, Gür, Ş. "Organizasyon görevlileri için personel çizelgeleme probleminin 0-1 tam sayılı programlama ile çözümü", *Ekonomi İşletme ve Yönetim Dergisi*, 2(1), 25-46, (2018).
- [58] Koçtepe, S, Alakaş, HM, Gür, Ş, Eren, T. "Basketbol karşılaşmasında görevli organizasyon personellerinin 0-1 tam sayılı programlama yöntemi ile çizelgelenmesi". *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(2), 44-53, (2019).
- [59] Akay, M, Kundakcı, N. "ÇKKV ve tamsayı programlama yöntemleri ile bir üretim işletmesinde uzaktan çalışma modelinin oluşturulması". *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 24(2), 548-568, (2021).
- [60] Akyol, DE., Hayırlıoğlu, A, Taştan, B, Demirsoy, B, Sarı, M. "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, (2022).
- [61] Tükenmez, İ, Şahin, YB. "Akademik unvan temelli tercihlere ve sapmalara dayalı ders çizelgeleme modeli-Endüstri Mühendisliği Bölümü Örneği". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(4), 547-558, (2022).
- [62] Bakır M., Sebatlı-Sağlam A. ve Çavdur F., "Bağılantısız paralel parti üretimi yapan makine çizelgeleme probleminin karışık-tamsayı programlama ile çözümü", *Politeknik Dergisi*, 26(2): 653-663, (2023).
- [63] Kaplan Z., Çetek C. ve Saraç T., "Jenerik serbest rotalı hava sahasında kesikleştirme tekniği kullanılarak çakışmaların çözülme problemi için karma tamsayı doğrusal programlama modeli", *Politeknik Dergisi*, DOI: 10.2339/politeknik.1293137
- [64] Alan, MA, Yeşilyurt, C. "Doğrusal programlama problemlerinin excel ile çözümü", *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(1), 152-155, (2004).
- [65] *ACFE*, İş Suistimali ve İstismar Üzerine Uluslara Rapor 2020 Küresel Suistimal Çalışması, (2020).
- [66] *KPMG*, Bir Suistimalcinin Profili, (2020).
- [67] Đalić, I, Stević, Ž, Erceg, Ž, Macura, P, Terzić, S. "Selection of a distribution channel using the integrated FUCOM-MARCOS model", *International Review*, (3-4), 80-96, (2020).
- [68] Akar, GS. "Tedarik zincirlerinde sürdürülebilir imalatın önündeki engelleyici faktörlerin tam tutarlılık yöntemiyle (FUCOM) değerlendirilmesi". *Bucak İşletme Fakültesi Dergisi*, 5(2), 298-318, (2022).