



## Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının değerlendirilebilmesi için AHP ve ANP yöntemleri ile ölçütlerin belirlenmesi: Türkiye Örneği

### Determination of criteria with AHP and ANP methods for the evaluation of occupational health and safety practices in forest fires: The Case of Turkey

Burcu Tezcan<sup>1</sup>, Tamer Eren<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Kırıkkale, Türkiye.

Sorumlu yazar:

\*Tamer EREN

E-mail:

tamereren@gmail.com

Gönderim Tarihi:

07/06/2024

Kabul Tarihi:

06/08/2024

Atıf:

Tezcan, B., Eren, T. 2024. Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının değerlendirilebilmesi için AHP ve ANP yöntemleri ile ölçütlerin belirlenmesi: Türkiye Örneği. Ağaç ve Orman, 5(2): 98-105. DOI: 10.59751/agacorman.1497688

#### Özet

Çalışmada, Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) Yöntemleri kullanılarak Türkiye’de meydana gelen orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliğinde (İSG) en önemli ölçütlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Eğitim ve sağlık kontrol faaliyetleri, iş kazası istatistikleri, risk değerlendirme istatistikleri, iş sağlığı ve güvenliği faaliyetleri ana ölçüt olarak belirlenmiştir. Alt ölçütler ise orman yangınından etkilenen çalışan sayısı, iş kazası sıklık oranı, iş kazası ağırlık oranı, orman yangın risklerinin belirlenmesi, yangın çıkış noktalarının belirlenmesi, yangın davranışının analiz edilmesi, İSG kontrolü, düzeltici faaliyetler, önleyici faaliyetler, tehlikeli ortam tespitleri, iş sağlığı ve güvenliği eğitimi, periyodik sağlık kontrolleri, acil durum senaryolarının tatbikatı, ekipler arasındaki etkili iletişim ve yangın söndürme ekiplerine uygun ekipmanın verilmesidir. Toplamda 4 ana ölçüt ve 15 alt ölçüt Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Analitik Ağ Prosesi (AAP) yöntemleri kullanılarak 8 uzman tarafından değerlendirilmiştir. Bu uzmanlar Orman Genel Müdürlüğünde çalışmaktadır. İki yöntemden elde edilen sonuçlara göre İSG eğitimi ilk sıradır. Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği performansının değerlendirilmesi İSG uzmanlarına, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) yöneticilerine ve gelecekteki çalışmalara ışık tutacaktır.

**Anahtar kelimeler:** AAP, AHP, İSG, Orman yangını.

#### Abstract

In this study, it was aimed to determine the most important criteria in occupational health and safety in forest fires occurring in Turkey using Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods. Training and health control activities, occupational accident statistics, risk assessment statistics, and occupational health and safety activities were determined as the main criteria. The sub-criteria are the number of employees affected by forest fires, occupational accident frequency rate, occupational accident severity rate, determination of forest fire risks, determination of fire exit points, analyzing the spread of fire, OHS control, corrective actions, preventive actions, hazardous environment determinations, occupational health and safety training, periodic health checks, drills of emergency scenarios, effective communication between teams and providing appropriate equipment to fire fighting teams. In total, 4 main criteria and 15 sub-criteria were evaluated by 8 experts using Analytic Hierarchy Process (AHP) and Analytic Network Process (ANP) methods. These experts work at the General Directorate of Forestry. According to the results obtained from the two methods, OHS training ranks first. In addition, the evaluation of occupational health and safety (OHS) performance in forest fires will shed light on OHS experts, General Directorate of Forestry (OGM) Managers, and future studies.

**Keywords:** ANP, AHP, OHS, wildfire.

## 1. Giriş

Akdeniz bölgesinden Marmara bölgesine kadar uzanan sahil şeridinde toplam 12 milyon hektarlık alan, birinci derece yangın tehlikesi sınıfındadır (Akay vd., (2008). Ormancılık faaliyetleri arasında en tehlikeli iş orman yangınları ile mücadeledir. Bu mücadelede yangın üçgeni olarak ifade edilen ısı kaynağı, yanıcı madde, oksijenden eskiden sadece yanıcı maddeye müdahale edilir iken son zamanlarda suyla yangına, kimyasal ile oksijene müdahale edilmeye başlamıştır. Bu nedenle, kullanılan araç ve gerecin sayısında artış olduğundan müdahale aşamasında oluşacak tehlikelerin sayısında artış

meydana gelmiştir (Sayın vd., (2014). Bu aşama, görevli personelin çalışma ortamı, güvenliği ve sağlığı açısından tehdit oluşturmaktadır (Akay ve Yenilmez 2007). Dolayısıyla orman yangınlarına müdahale etkin ve güvenilir olarak yürütülmelidir. Yangınla mücadele ekibinde bulunan personel sağlıklı, doğa koşullarına ve zorlu araziye karşı dayanıklı ve teknik açıdan donanımlı olmalıdır (Akay vd., 2008).

Başkar Doğan, (2021) çalışmasında orman yangınlarından dolayı meydana gelen iş kazalarının önlenmesi için yeni geliştirilen modeller ve uygulamaların kullanılmasını, yangında görev alan işçilerin teknolojiye uygun kişisel koruyucu donanımı kullanmasını, orman yangınlarında meydana gelen

kazaların azaltılmasını ve iş güvenliğinin ön plana çıkarılmasını dikkate almıştır. Sayın vd., (2014) çalışmalarında iş sağlığı ve güvenliğinde dikkate alınması gereken riskler, tehlikeler ve önlemleri belirleyip OGM'ne öneriler sunmuşlardır. Riskleri ve tehlikeleri tespit ederken kalitatif yöntem kullanmışlardır. Gümüş ve Yılmaz, (2011) çalışmasında orman yangınında çalışan işçilerin çalışma ortamlarını incelemişlerdir. Anket uygulaması yaparak başlıca sebepler belirlemişlerdir. Ankette özellikle iş sağlığı ve güvenliği, birikimsel yorgunluk, mesleki memnuniyet hakkında sorulara yer vermişlerdir. Elde edilen verilerle istatistiksel analiz yapmışlardır. Yangında çalışan işçilerin ısıya dayanıklı koruyucu kıyafet ve ekipman kullanmadığını tespit etmişlerdir. Çalışmada inşaat sektöründe yüksekte düşme kazalarını etkileyen kriterlerin önceliklendirilmesini ele almıştır. Çalışmada DEMATEL ve AAP yöntemleri kullanılmıştır. Sonuçlara göre inşaatların güvensiz koşullarının azaltılması ve organizasyonel faktörlere önem verilmesi gerektiği belirlenmiştir. Podgórski, (2015) çalışmasında iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin operasyonel performansını ölçmek için önde gelen temel performans göstergelerinin seçimi için AHP yöntemi kullanmıştır. Sonuç olarak meydana gelen tehlikelerin türlerine, sanayi sektörüne ve işletmenin büyüklüğüne yer vermiştir.

Bu çalışmada, Türkiye'nin orman yangınlarındaki iş sağlığı ve güvenliği alanındaki uygulamalarını değerlendirmek için ÇÖKV yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma performans ölçümünün hangi ölçütlere bağlı olduğunu tespit etmeyi ve iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu değerlendirmelerle belirlenen ölçütlere göre uygulamaların güçlü ve zayıf yönlerine ilişkin bilgiler sağlanmış olacak ve bu konudaki iyileştirmelere katkı sağlayacaktır.

Türkiye'de sıkça meydana gelen orman yangınları hem doğal ekosistemlere hem de yangınla mücadele eden çalışanlara ciddi zararlar vermektedir. Orman yangınları ağaçları, bitki örtüsünü ve hayvan yaşamını yok ederek büyük çevresel kayıplara yol açmaktadır. Ayrıca yangınla mücadele eden itfaiyeciler, orman işçileri ve gönüllüler, yüksek sıcaklık, yoğun duman ve fiziksel yaralanmalar gibi tehlikelerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle yangınların önlenmesi, hızlı müdahale stratejilerinin geliştirilmesi ve yangın sonrası iyileştirme çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Etkili yangın söndürme ekipmanlarının kullanımı, personelin eğitimi ve orman bakımının düzenli olarak yapılması, yangın riskini azaltmak için alınması gereken önlemler arasındadır. Yangınla mücadelede çalışanların güvenliğini sağlamak, iş sağlığı ve güvenliği performansını değerlendirmek, yangınların etkilerini en aza indirmek için kritik bir adımdır. Bu çalışma, Türkiye'deki orman yangınlarına yönelik iş sağlığı ve güvenliği performansını değerlendirmeyi amaçlayan yeni ve önemli bir girişimi temsil etmektedir. Bu girişim, yangınla mücadele eden personelin güvenliğini artırmayı ve orman yangınlarının yol açtığı zararları azaltmayı hedeflemektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

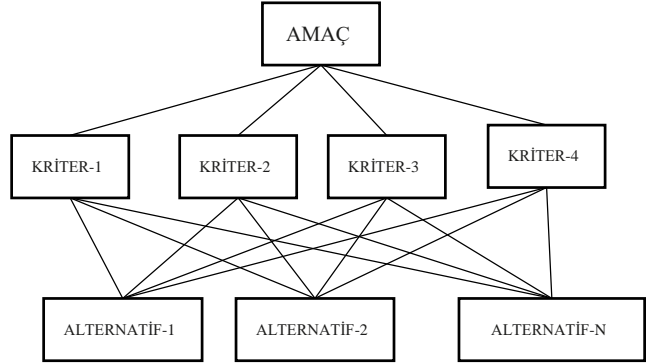
Çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Analitik Ağ Süreci (AAP) kullanılarak karar verme süreçleri incelenmiştir. Karar verme de probleminin yapısı ve ilgili kriterler belirlenerek kriterler ve

alternatifler arasındaki bağlantılar tanımlanmalıdır. Aşağıda yöntemin adımları verilmiştir.

### 2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi

AHP, ÇÖKV yöntemlerinde en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Saaty, (1987) tarafından geliştirilen hem niceliksel hem de niteliksel bir yöntem olan AHP, belirsizlik içeren ÇÖKV problemlerinde karar vericinin sahip olduğu tecrübelerini, bilgisini ve sezgisini verecek olduğu karara dahil ederek çözüme ulaştırır (Chen ve Wang, 2010; Tezcan vd., 2023). Bu nedenle AHP yönteminde kararların doğruluğu ve kalitesi, büyük ölçüde karar vericilerin deneyim ve bilgi birikimine bağlıdır. (Ecer, 2014).

AHP hiyerarşisi genellikle hedefleri, ölçütleri ve alternatifleri içeren üç bölümden oluşmaktadır (Pal vd., 2013). Özellikle özneliliğin bulunduğu problemlerde daha etkin bir karar verme yöntemi ve aşamalı yapıda alt ölçütlerin bulunduğu problemlerin çözümüne uygundur (Görener vd., 2012). Bir karar verme probleminin AHP ile çözülebilmesi için gerçekleştirilmesi gereken adımlar (Kara vd., 2023) Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. AHP hiyerarşik yapısı (Supçiller ve Çapraz, 2011).  
Figure 1. AHP hierarchical structure (Supçiller ve Çapraz, 2011).

Bu çalışmada orman yangınlarındaki iş sağlığı ve güvenliği performansında etkili olan ölçütlerin hiyerarşik yapısı oluşturulmuştur (Şekil 2).

Bu çalışmada, Türkiye'de bir orman yangını meydana geldiğinde iş sağlığı ve güvenliği performansının ölçütlere göre önceliklendirilmesi için iki yöntem kullanılmış olup Şekil 3'te özetlenmiştir. Literatür çalışmaları dikkate alındığında orman yangınlarındaki İSG çalışmaları AHP ve AAP yöntemleri kullanılarak (Oral vd., 2020; Tezcan & Eren, (2022) karşılaştırılmıştır.

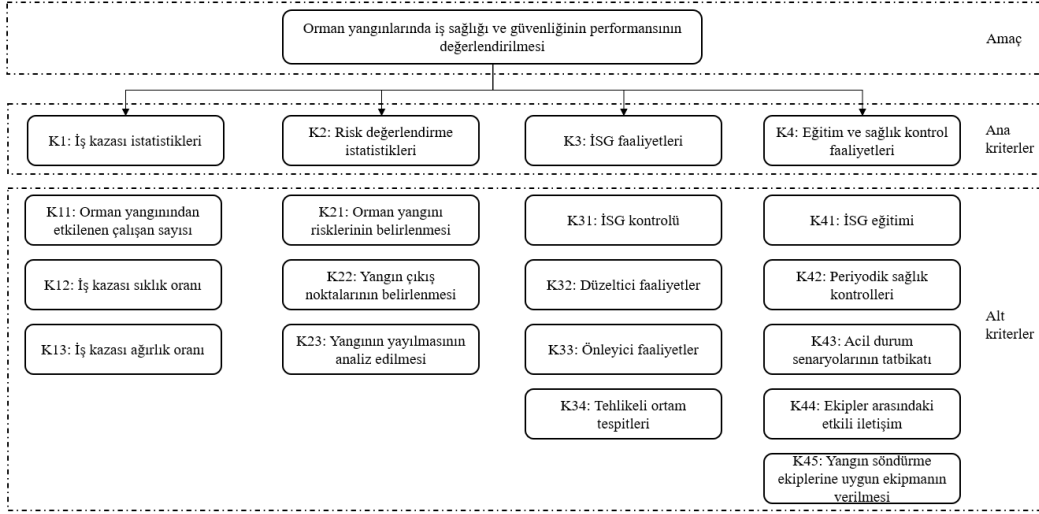
**Adım 1:** Bu çalışma Türkiye'de sıkça meydana gelen orman yangınlarının, yangınla mücadele eden çalışanların iş sağlığı ve güvenliği üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlanmaktadır. Orman yangınlarında can kayıplarını, yaralanmaları ve yangınların neden olduğu zararları azaltmak için etkili stratejiler geliştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda AHP ve ANP kullanılarak, yangınla mücadelede iş sağlığı ve güvenliği performansının değerlendirilmesi hedeflenmektedir.

**Adım 2:** Hiyerarşik yapı oluşturulur.

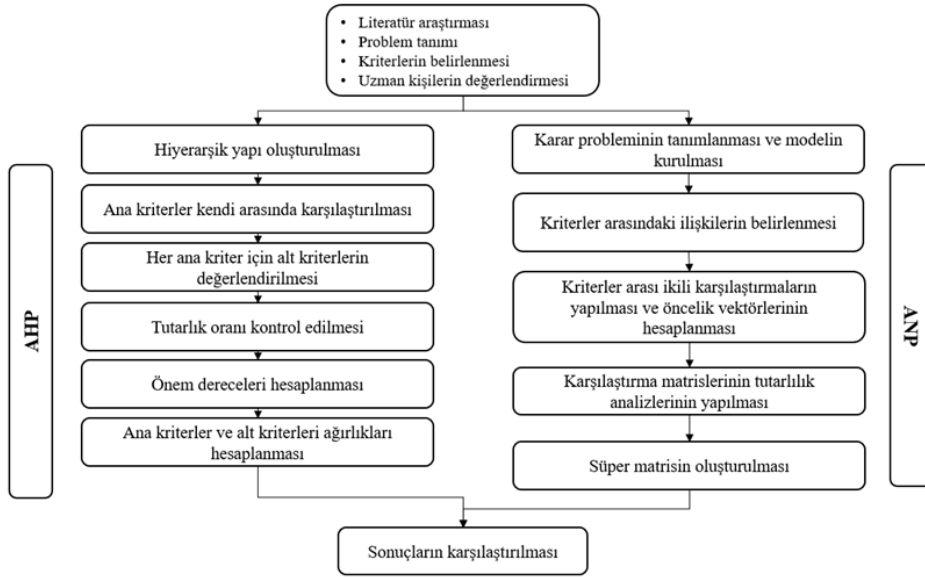
İş sağlığı ve güvenliğinde önemli ölçütlerin belirlenmesi için hem uzman görüşlerinin farklılıkları hem de nitel görüşlerin

rasyonelleştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada orman yangınları iş sağlığı ve güvenliği konusunda 8 uzman karar verici ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu uzmanlar Bölge Müdürlükleri'nde çalışmaktadır. Bunun yanı sıra literatürdeki

araştırmalar da incelenmiştir. Tablo 1'de uzman ekibin bilgileri verilmiştir. Uzman ekip mühendislerden oluşmaktadır.



Şekil 2. Hiyerarşik yapı.  
Figure 2. Hierarchical structure.



Şekil 3. Çalışma iş akış şeması.  
Figure 3. Work workflow chart.

Tablo 1. Uzman ekibin işyeri ve tecrübe yılları.  
Table 1. Workplace and years of experience of the expert team.

Uzman kişi no	Müdürlükler	Tecrübe yılları
U1	Ağaçlandırma Şube Müdürlüğü	25
U2	Ekosistem Hizmetleri Şube Müdürlüğü	21
U3	Planlama ve Değerlendirme Şube Müdürlüğü	18
U4	Orman İdaresi ve Planlama Şube Müdürlüğü	23
U5	Orman Yangınlarıyla Mücadele Şube Müdürlüğü	30
U6	Orman Zararlılarıyla Mücadele Şube Müdürlüğü	19
U7	Personel Şube Müdürlüğü	14
U8	Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü	12

Uzmanlar ile yüz yüze görüşme sonrasında orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliğinde etkili olan ölçütler dört ana grupta toplanmıştır: iş kazası istatistikleri, risk değerlendirme istatistikleri, İSG faaliyetleri, eğitim ve sağlık kontrolü faaliyetleri. Alt ölçüt grubu ise 15 olarak belirlenmiştir. Bunlar; orman yangınından etkilenen çalışanların sayısı, bu iş kazasının sıklık oranı, iş kazasının ağırlık oranı, orman yangını risklerinin belirlenmesi, yangın çıkış noktalarının belirlenmesi, yangının davranışının analiz edilmesi, İSG kontrolü, düzeltici faaliyetler, önleyici faaliyetler, tehlikeli ortam tespitleri, İSG

eğitimi, periyodik sağlık kontrolleri, acil durum senaryolarının tatbikatı, ekipler arasındaki etkili iletişim ve yangın söndürme ekiplerine uygun ekipmanın verilmesidir. Bu ana ve alt ölçütler literatürden faydalanılarak açıklanmıştır (Tablo 2).

**Adım 3:** Kare matris (ikili karşılaştırma) oluşturulur. Tablo 3 incelenip nxn matris kurulur. Anket yapılarak n(n-1)/2 tane ikili karşılaştırma yapılır ve bu karşılaştırmalar için Tablo 4'te verilen ölçek kullanılır.

Tablo 2. Ölçütlerin açıklaması (Küçükarslan vd., 2023) .  
Table 2. Description of the criteria (Küçükarslan et al., 2023).

Ölçüt	Alt ölçütler	Açıklaması
İş kazası istatistikleri (K1)	Orman yangınından etkilenen çalışanların sayısı (K11)	Orman yangınları sırasında etkilenen çalışanların sayısıdır. Etkilenen kişilerin durumu, sağlık durumları ve güvenli bir şekilde tahliyeleri önemlidir.
	İş kazasının sıklık oranı (K12)	Orman yangınlarındaki iş kazalarının sıklığını ölçer. Belirli sürede meydana gelen iş kazası sayısını dikkate alır.
	İş kazasının ağırlık oranı (K13)	Meydana gelen iş kazalarının ciddiyetini ifade eder; iş kazalarının neden olduğu yaralanmanın veya zararın şiddetini ölçer.
Risk Değerlendirme istatistikleri (K2)	Orman yangını risklerinin belirlenmesi (K21)	Orman yangını risklerini tanımlamayı amaçlar. Olası tehlikeler ve risk faktörleri belirlenerek yangın öncesi planlama ve hazırlık yapılır.
	Yangın çıkış noktalarının belirlenmesi (K22)	Bir yangının başlangıç noktalarını belirlemeyi amaçlar. Yangının nasıl başladığını anlaması, yangının kontrol altına alınması ve benzer olayların önlenmesi için kritik önemdedir.
	Yangının davranışının analiz edilmesi (K23)	Yangın davranışının şeklinin anlaşılması, yangın söndürme ekiplerinin ve diğer ilgili personelin müdahalesini planlamak için kritiktir. Yapılan analiz yangının kontrol altına alınması ve yangından etkilenen alanların tahmin edilmesi açısından önemlidir.
İSG Faaliyetleri (K3)	İSG kontrolü (K31)	Çalışma ortamındaki risklerin belirlenmesi ve kontrol altına alınması sürecini ifade eder ve potansiyel tehlikelerin önceden tespit edilmesini ve önlemlerin alınmasını içerir.
	Düzeltilici faaliyetler (K32)	Meydana gelen iş sağlığı ve güvenliği sorunlarının hızlı bir şekilde giderilmesini ifade eder. Bu faaliyetler olayların tekrarlanmasını önlemeye yöneliktir.
	Önleyici faaliyetler (K33)	Potansiyel riskleri önceden belirleyerek, gelecekteki olumsuz olayları önlemeyi hedefler. Önleyici faaliyetler, riskleri azaltıcı tedbirleri içerir.
	Tehlikeli ortam tespitleri (K34)	Çalışma ortamındaki potansiyel tehlikelerin belirlenmesini ifade eder; kimyasal, fiziksel veya biyolojik tehlikeleri içerebilir.
Eğitim ve sağlık kontrol faaliyetleri (K4)	İSG eğitimi (K41)	Çalışanlara yangın güvenliği, acil durum prosedürleri ve diğer İSG konularında eğitim verilmesini içerir.
	Periyodik sağlık kontrolleri (K42)	Çalışanların düzenli aralıklarla sağlık kontrollerine tabi tutulmasını içerir. Yangınla mücadelede yer alan personelin sağlık durumu önemlidir.
	Acil durum senaryolarının tatbikatı (K43)	Orman yangını gibi acil durum senaryolarının düzenli takip edilmelidir. Tatbikat, ekiplerin acil durumları etkili bir şekilde yönetmesini sağlar.
	Ekipler arasında etkili iletişim (K44)	Yangın söndürme ekipleri ve diğer acil durum birimleri arasında eşgüdümü ve bilgi paylaşımını ifade eder.
	Yangın söndürme ekiplerine uygun ekipmanın verilmesi (K45)	Yangın söndürme araçları, giyim ve diğer koruyucu donanımları kapsar.

Tablo 3. Ölçütlerin ikili karşılaştırma matrisi (Kara vd., 2023).  
Table 3. Pairwise comparison matrix of criteria (Kara et al., 2023).

	Ölçüt 1	Ölçüt 2...	Ölçüt n
Ölçüt 1	$W_1/W_1$	$W_1/W_2...$	$W_1/W_n$
Ölçüt 2	$W_2/W_1$	$W_2/W_2$	$W_2/W_n$
Ölçüt n	$W_n/W_1$	$W_n/W_2$	$W_n/W_n$

Tablo 4. Önem dereceleri (Tezcan vd., 2019).  
Table 4. Severity levels (Tezcan et al., 2019).

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit önem
3	Orta derecede önemli olması
5	Kuvvetli düzeyde önem
7	Çok kuvvetli düzeyde önem
9	Aşırı düzeyde önem
2,4,6,8	Ortalama değerler

**Adım 4:** Yerel ve küresel ağırlıklar belirlenir. Her ölçütün karşılaştırma vektörü vardır. Karşılaştırma matrisinde her bir ölçütün öncelik matrisi kurulur. Eşitlik (1) matris  $A = (a_{ij})$ , Eşitlik (2)  $a_{ij} = a_{jk} = a_{ik}$  ve Eşitlik (3) asal özdeğer ( $\lambda_{max}$ ), (n)'ye eşit ise tutarlıdır (Tezcan vd., 2020).

Öz değer formülü Tezcan vd., (2019):

$$A_W = \begin{bmatrix} 1 & \frac{w_2}{w_1} \dots & \frac{w_n}{w_1} \\ \frac{w_2}{w_1} & 1 \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} = n w \quad (1)$$

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}, \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

$$A_W = \lambda_{max} W \quad (3)$$

Eşitlik (4) Tutarlılık indeksi (CI) hesaplanır Oral vd., (2020).

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (4)$$

Eşitlik (5) Tutarlılık oranı hesaplanır Oral vd., (2020).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5)$$

RI: Rastgele değer indeksini ifade etmekte olup rassal göstergelerin verildiği Tablo 5'teki değerler kullanılır.

Tablo 5. Rassal göstergeler (Oral vd., 2020).  
Table 5. Random indicators (Oral et al., 2020).

n	Rassallık göstergesi
1	0
2	0
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49

Ağırlık değerinin tutarlılık oranı 0,1'den küçük olmalıdır (Tezcan ve Eren, 2022).

## 2.2. Analitik Ağ Prosesi (AAP) yöntemi

Analitik Ağ Prosesi (AAP), karmaşık karar verme süreçlerinde kullanılan çok kriterli bir karar verme yöntemidir. Bu yöntem, karar verme sürecindeki faktörler arasındaki bağımlılık ve geri besleme ilişkilerini dikkate alarak, doğrusal olmayan ilişkileri modellemeye olanak tanır. AAP'nin temel amacı çeşitli ölçütler arasındaki ilişkileri daha gerçekçi bir şekilde analiz etmektir. Bu yöntem, özellikle birden fazla kriterin önemli olduğu ve kararların birbiri üzerinde doğrudan veya dolaylı etkiler yaratabileceği durumlarda uygundur. Karar vericilere farklı seçenekleri değerlendirme ve en uygun seçeneği belirleme konusunda kapsamlı bir çerçeve sunar. Bu sayede, daha bilinçli ve etkili kararlar alınmasına yardımcı olur. AAP yönteminin adımları (Yaşar vd., 2022; Tezcan ve Eren, 2024) aşağıda verilmiştir:

**Adım 1:** Problem tanımlandıktan sonra model oluşturulur. Amaç tespit edilir. Ana ölçütler, alt ölçütler ve alternatifler belirlenir.

**Adım 2:** Etkileşimler belirlenir. Ölçütlerin ilişkileri belirlenir. Ölçütler arasında geri bildirimler varsa ilişkilendirilir.

**Adım 3:** İkili karşılaştırma matrisi oluşturulup öncelik vektörü hesaplanır. Uzmanlar skala değerleri ile karşılaştırmalar yapar. Yerel vektör,  $A.w = \lambda_{max}.w$  hesaplanır. Bu hesaptan öz vektör bulunur. İkili karşılaştırma matrisi A, öz vektör w,  $\lambda_{max}$  ise A karşılaştırma matrisinin maksimum öz değeridir. Öz vektör normalleştirilir.

**Adım 4:** Tutarlılık analizi. Her matris için tutarlılık oranı ( $CR = CI / RI$ ) hesaplanır.  $CR < 0,10$  ise ikili karşılaştırma tutarlıdır; büyük ise tutarsızdır (İlbahar vd., 2018).

**Adım 5:** Süper matris Eşitlik (6) kurulur. Küresel önceliklerin elde edilmesi için yerel öncelik vektörleri süper matrisin kolonuna yazılır. Her matrisin bölümü sistemin içerisinde iki ölçüt arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir (Güven vd., 2024).

Süper Matris

Hedef (H)

$$W = \text{Ölçütler (K)} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_{ij} & 0 & 0 \\ 0 & W_{ij} & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Alternatifler

Süper matrisin kuvveti alınarak ölçütler arasındaki ilişki hesaplanır. Önem ağırlığını bir noktada eşitlemek için süper

matrisin  $(2n+1)$ . Kuvveti alınır.  $(n)$  değeri büyük bir sayı ve rastgele seçilir. Elde edilen matrise limit süper matris denir.

**Adım 6:** Alternatif seçimi. Limit matrisinde alternatiflerin ya da ölçütlerin önem ağırlıkları belirlenir. Seçim probleminde alternatifler arasında maksimum ağırlık en iyi gösterir. Ağırlık probleminde maksimum ağırlık en iyi ölçüttür (Budak, 2014; Oral vd., 2020).

### 3. Bulgular

#### 3.1. AHP yönteminden elde edilen sıralama

Uzmanlar tarafından ölçütler değerlendirilmiş ve her uzman için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bu değerlendirme AHP yönteminin tercih ölçüğü ile yapılmış olup Tablo 6'da ölçüt ağırlıkları ve sıralaması verilmiştir.

Tablo 1. AHP yöntemi ile ölçüt ağırlıklarının elde edilmesi.  
Table 6. Obtaining criterion weights using the AHP method.

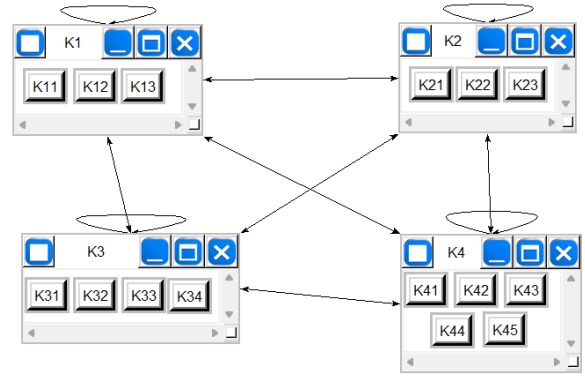
Kriter	Yerel ağırlık	Sıralama	Küresel ağırlık	Sıralama
<b>K1</b>	<b>0.1611</b>			
K11	0.5390	1	0.0868	4
K12	0.2973	2	0.0479	8
K13	0.1638	3	0.0264	14
<b>K2</b>	<b>0.0960</b>			
K21	0.8190	1	0.0786	5
K22	0.1810	3	0.0174	15
K23	0.3175	2	0.0305	11
<b>K3</b>	<b>0.2771</b>			
K31	0.1611	3	0.0446	10
K32	0.0960	4	0.0266	13
K33	0.4658	1	0.1291	2
K34	0.2771	2	0.0768	6
<b>K4</b>	<b>0.4658</b>			
K41	0.4162	1	0.1939	1
K42	0.0624	5	0.0291	12
K43	0.2618	2	0.1219	3
K44	0.0986	4	0.0459	9
K45	0.1611	3	0.0750	7

Tablo 6 incelendiğinde yerel ağırlıklara göre her ana kriter kendi içinde sıralanmıştır. Küresel ağırlıklara göre tüm kriterlerin sıralaması elde edilmiştir. İlk dört sırada 0.1939 oranla İSG eğitimi (K41), 0.1291 oranla önleyici faaliyetler (K33), 0.1219 oranla acil durum senaryolarının tatbikatı (K43), 0.0868 oranla orman yangınından etkilenen çalışanların sayısı (K11) yer almaktadır. Bu durum, orman yangınlarıyla mücadelede en öncelikli olarak çalışanların yangın güvenliği konularında eğitim almalarının önemini vurgular. Yangın riskini azaltmak için önleyici faaliyetler ve acil durum senaryolarının tatbikatı yapılmalıdır. Ayrıca, yangından etkilenen çalışanların sayısını minimize etmek, can kayıplarını ve yaralanmaları en aza indirmek açısından kritik öneme sahiptir. Beşinci sırada 0.0786 oranla orman yangını risklerinin belirlenmesi (K21), altıncı sırada 0.0768 oranla tehlikeli ortam tespitleri (K34) yer almaktadır. Yedinci sırada 0.1611 oranla yangın söndürme ekiplerine uygun ekipmanın verilmesi (K45), sekizinci sırada 0.2973 oranla iş kazasının sıklık oranı (K12) ve

dokuzuncu sırada 0.0986 oranla ekipler arasında etkili iletişim (K44) bulunmaktadır. Onuncu sırada 0.0446 oranla İSG kontrolü (K31), on birinci sırada yangının davranışının analiz edilmesi (K23), on ikinci sırada 0.0291 oranla periyodik sağlık kontrolleri (K42), on üçüncü sırada 0.0266 oranla düzeltici faaliyetler (K32) ve son olarak on dördüncü sırada 0.1638 oranla iş kazasının ağırlık oranı (K13) yer almaktadır. Bu sıralama, orman yangınlarıyla mücadelede hangi kriterlerin daha öncelikli olduğunu ve her bir kriterin göreceli önemini göstermektedir. Orman yangını risklerinin belirlenmesi ve tehlikeli ortam tespitleri, yangın öncesinde alınması gereken önemli önlemler arasındadır. Yangın söndürme ekiplerine uygun ekipman verilmesi ve ekipler arasında etkili iletişim, yangın sırasında etkin müdahaleyi sağlar. İş kazasının sıklık ve ağırlık oranları, çalışanların güvenliğini sağlamak için dikkat edilmesi gereken kritik faktörlerdir. Diğer yandan, periyodik sağlık kontrolleri ve İSG kontrolleri, uzun vadede çalışanların sağlığını ve güvenliğini koruma açısından önemlidir. Bu değerlendirme, orman yangınlarıyla mücadelede bütüncül ve etkili bir strateji geliştirmek için yol gösterici olabilir.

#### 3.2. AAP yönteminden elde edilen sıralama

8 uzmanın yorumları doğrultusunda, orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği performansında önemli ölçütlerin bağlantısı, etkileşimleri ve ilişkilerinin ağ yapısı oluşturulmuştur (Şekil 4). Bu ağ yapısı Super Decisions programı ile çözülmüştür. Ölçütlerin önem derecelerinin hesaplanması için ağ yapısındaki ölçütlerin etkileşimleri göz önüne alınarak ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuş ve elde edilen ölçüt ağırlıkları Tablo 7'de sunulmuştur.



Şekil 4. Ağ yapısı.

Figure 4. Network structure.

Tablo 7 incelendiğinde kriterlerin öncelik sıralaması orman yangınlarıyla mücadelede hangi faktörlere daha fazla önem verilmesi gerektiğini göstermektedir. En yüksek öneme sahip olan İSG eğitimi (K41), 0.1956 ağırlıkla birinci sırada yer alıyor. Bu durum, iş sağlığı ve güvenliği eğitiminin, çalışanların yangın anında nasıl hareket edeceklerini bilmeleri ve güvenliklerini sağlamaları açısından en kritik faktör olduğunu ortaya koyuyor. İkinci sırada önleyici faaliyetler (K33), 0.1295 ağırlıkla yer almakta ve yangın öncesi alınması gereken tedbirlerin önemini vurgulamaktadır. Üçüncü sırada yer alan acil durum senaryolarının tatbikatı (K43), 0.1227 ağırlıkla çalışanların yangın anında etkin ve hızlı bir şekilde müdahale et-

meleri için yapılan tatbikatların gerekliliğini gösteriyor. Dördüncü sırada bulunan orman yangınından etkilenen çalışanların sayısı (K11), 0.0864 ağırlıkla, yangınların çalışanlar üzerindeki doğrudan etkisini azaltma gerekliliğini belirtirken, beşinci sıradaki tehlikeli ortam tespitleri (K34), 0.0768 ağırlıkla, yangın riskini azaltmak için tehlikeli ortamların belirlenmesinin önemini vurguluyor. Yangın söndürme ekiplerine uygun ekipmanın verilmesi (K45), 0.0747 ağırlıkla altıncı sırada yer alarak, yangın söndürme ekiplerinin etkin müdahale yapabilmesi için uygun ekipman sağlanmasının gerekliliğini gösteriyor. Yedinci sırada orman yangını risklerinin belirlenmesi (K21), 0.0596 ağırlıkla yer alıyor ve yangın risklerinin önceden belirlenmesi gerektiğini ifade ediyor. Sekizinci sırada bulunan iş kazasının azaltılması gerektiğini vurguluyor. Dokuzuncu sırada ekipler arasında etkili iletişim (K44), yangın sırasında koordinasyonu artırarak müdahalenin etkinliğini sağlıyor. Onuncu sırada yer alan İSG kontrolü (K31), 0.0444 ağırlıkla iş sağlığı ve güvenliği kontrollerinin önemini vurgularken, on birinci sıradaki periyodik sağlık kontrolleri (K42), 0.0289 ağırlıkla çalışanların sağlık durumlarının düzenli olarak kontrol edilmesi gerektiğini belirtiyor. On ikinci sırada düzeltici faaliyetler (K32), 0.0265 ağırlıkla, sorunların çözümü için yapılan düzeltici faaliyetlerin önemini vurguluyor. On üçüncü sırada yer alan iş kazasının ağırlık oranı (K13), 0.0262 ağırlıkla iş kazalarının ciddiyetinin azaltılması gerektiğini gösteriyor. Son olarak, on dördüncü sırada bulunan yangının davranışının analiz edilmesi (K23) ise, 0.0228 ağırlıkla yangının nasıl davrandığının analiz edilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bu sıralama, orman yangınlarına karşı alınması gereken önlemler ve stratejiler hakkında bilgi verirken, hangi kriterlere öncelik verilmesi gerektiğini de açıkça ortaya koymaktadır.

Tablo 2. AAP yöntemi ile ölçüt ağırlıklarının elde edilmesi.  
Table 7. Obtaining criterion weights with the AAP method.

Kriter	Yerel ağırlık	Sıralama	Küresel ağırlık	Sıralama
<b>K1</b>	<b>0.1601</b>			
K11	0.5396	1	0.0864	4
K12	0.2970	2	0.0475	8
K13	0.1634	3	0.0262	13
<b>K2</b>	<b>0.0954</b>			
K21	0.6250	1	0.0596	7
K22	0.1365	3	0.0130	15
K23	0.2385	2	0.0228	14
<b>K3</b>	<b>0.2772</b>			
K31	0.1601	3	0.0444	10
K32	0.0954	4	0.0265	12
K33	0.4673	1	0.1295	2
K34	0.2772	2	0.0768	5
<b>K4</b>	<b>0.4673</b>			
K41	0.4185	1	0.1956	1
K42	0.0618	5	0.0289	11
K43	0.2625	2	0.1227	3
K44	0.0973	4	0.0454	9
K45	0.1599	3	0.0747	6

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliğinin değerlendirilmesi için ölçütlerin belirlenmesine odaklanmıştır. Bu bağlamda iyi analiz, etkin planlama, tehlikelerin öngörülmesi, doğru ekipman kullanımı ve mevzuat dikkate alınmalıdır. Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği performansını değerlendirmede doğrudan uzman görüşlerinin alınması, iş sağlığı ve güvenliği riskinin var olması durumunda ise nitel ve nicel özellik gösteren ölçütlerin ÇÖKV yöntemleri ile değerlendirilmesi ve sonuçların karşılaştırılarak tutarlı bir durumu oluşturmak esastır.

Çalışmada, orman yangınlarına ait iş sağlığı ve güvenliğini değerlendirmede en önemli ölçüt olarak İSG eğitimi bulunmuştur. İSG eğitimleri orman yangını ile mücadele eden OGM ve hatta itfaiye görevlilerinin bilinçlenmelerini sağlar, yangın sırasında çalışanların riskleri değerlendirmelerine yardımcı olur ve etkili müdahale stratejilerini geliştirmelerine katkı sağlayarak hem çalışanların güvenliğini hem de doğal kaynakları korur.

Bir orman yangını büyük felaketlere yol açabilir. Araştırmada önerilen model ile yapılan karşılaştırmalar ve uzman kişilerin görüşleri doğrultusunda İSG eğitimi (K41) ilk sıradadır. Bu ölçütü takip eden önleyici faaliyetler, acil durum senaryolarının tatbikatı ve orman yangınından etkilenen çalışanların sayısıdır. AAP yönteminde tehlikeli ortam tespitleri, yangın söndürme ekiplerine uygun ekipmanın verilmesi ve orman yangını risklerinin belirlenmesi ölçütlerinin sıralamasında farklılık vardır. Bunun nedeni araştırmada tercih edilen ölçütlerin orman yangınları esnasında iş sağlığı ve güvenliği açısından en fazla etkisi olanlar arasından seçilmesidir. Ayrıca periyodik sağlık kontrolleri, düzeltici faaliyetler, iş kazasının ağırlık oranı ve yangının davranışının analiz edilmesi ölçütlerinin sıralamasındaki farklılık kabul edilebilirdir. Çünkü iş sağlığı ve güvenliğine etki eden en önemli ölçütler çalışmamızda dikkate alınmıştır.

Uzmanların hem deneyimleri hem de değerlendirmeleri sonucunda ÇÖKV yöntemleri kullanılarak karşılaştırma yapılmıştır. Önerilen analizde orman yangınında iş sağlığı ve güvenliği performansının değerlendirilmesinin yanı sıra karşılaştırma yapılabileceğini de göstermiştir. Böylece gerçek hayat, yani OGM'nin yangın önleme ve mücadele çalışmaları ile tutarlı sonuçlar elde edildiği ispatlanmıştır.

Çalışmanın bilime katkısı ise orman yangınının meydana gelmesinden önce İSG eğitimini vermenin önemli olduğunu göstermesidir. Bu durumda yangın söndürme teknikleri, risk değerlendirmesi ve güvenli tahliye süreçleri gibi konularda bilinci artırarak, çalışanların orman yangınları sırasında güvenli bir şekilde hareket etmelerine yardımcı olur. Bu sayede hem çalışanların güvenliği hem de orman ve diğer doğal ekosistemlerin korunması sağlanabilir.

Gelecekte yapılacak olan karar verme çalışmaları uzman kurum ve kişiler tarafından desteklenmelidir. Bu durum dikkate alınarak çeşitli ÇÖKV yöntemleri kullanılabilir ve çalışmalara bulanık kümeler de dahil edilebilir

## Teşekkür

Bu makalenin oluşturulmasında Orman Genel Müdürlüğü'nde görev yapan uzmanlara değerli katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

## Yazar katkıları

Fikir: B.T., T.E.; Tasarım: B.T., T.E.; Yönetim: B.T., T.E.; Veri Toplama: B.T.; Analizler: B.T.; Literatür taraması: B.T.; Kaleme Alma: B.T., T.E.; Son Kontrol: T.E.

## Etik kurul izni

Bu çalışmada etik kurul izni gerekmemektedir.

## Kaynaklar

Akay, A. E., Serin, H., & Yenilmez, N. (2008). Orman yangınları ile mücadelede kullanılan helikopterlerde görev yapan pilotların ve diğer personelin sağlık ve iş güvenliği sorunlarının incelenmesi. 14. *Ulusal Ergonomi Kongresi, Trabzon*, 425–433.

Akay, A. E., & Yenilmez, N. (2007). Orman yangınları ile mücadelede çalışan işçilerin sağlık ve iş güvenliği sorunlarının incelenmesi: Alanya Orman İşletme Müdürlüğü örneği. 13. *Ulusal Ergonomi Kongresi*, 6–8.

Başkar Doğan, Ö. (2021). *Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği*.

Budak, S. N. (2014). PROMETHEE ve ANP çok kriterli karar verme yöntemleri: Ankara sağlık bakanlığı hastanelerinde uygulama. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara*.

Chen, M. K., & Wang, S.-C. (2010). The critical factors of success for information service industry in developing international market: Using analytic hierarchy process (AHP) approach. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 694–704. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.06.012>

Ecer, F. (2014). A Hybrid Banking Websites Quality Evaluation Model Using AHP and COPRAS-G: A Turkey Case. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(4), 757–782. <https://doi.org/10.3846/20294913.2014.915596>

Güven, E., Pınarbası, M., Alakas, H. M., & Eren, T. (2024). Evaluation of natech criteria in organized industrial zones: An application for Kırıkkale province. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 91, 105379. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2024.105379>

Görener, A., Toker, K., & Uluçay, K. (2012). Application of Combined SWOT and AHP: A Case Study for a Manufacturing Firm. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 58, 1525–1534. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.1139>

Gümüş, S., & Yılmaz, T. (2011). Orman yangın işçilerinde işçi sağlığı ve güvenlik verilerinin tespitine yönelik araştırma. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormanlık Dergisi*, 7(1), 1–9.

İlbahar, E., Karaşan, A., Cebi, S., & Kahraman, C. (2018). A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using

Pythagorean fuzzy AHP & fuzzy inference system. *Safety Science*, 103, 124–136. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.025>

Kara, M., Yumuşak, R., & Eren, T. (2023). Anız Yangınlarına Müdahale için İtfaiye Drone Seçimi: Giresun Örneği. *Journal of Aviation Research*, 5(1), 1–15. <https://doi.org/10.51785/jar.1180613>

Küçükarslan, A. B., Köksal, M., & Ekmekçi, I. (2023). A Model Proposal for Measuring Performance in Occupational Health and Safety in Forest Fires. *Sustainability*, 15(20), 14729. <https://doi.org/10.3390/su152014729>

Oral, N., Yumuşak, R., & Eren, T. (2020). AHP VE ANP Yöntemleri ile Tehlikeli Madde Depo Yeri Seçimi: Kırıkkale İlinde Bir Uygulama. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 115–124. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.744734>

Pal, O., Gupta, A. K., & Garg, R. K. (2013). Supplier selection criteria and methods in supply chains: A review. *International Journal of Economics and Management Engineering*, 7(10), 2667–2673.

Podgórski, D. (2015). Measuring operational performance of OSH management system—A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators. *Safety science*, 73, 146–166.

Sayın, S., Güney, C., & Abdullah, S. (2014). Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği. *Turkish Journal of Forestry*, 15(2), 168–175.

Supçiller, A., & Çapraz, O. (2011). AHP-TOPSIS yöntemine dayalı tedarikçi seçimi uygulaması. *Istanbul University Econometrics and Statistics e-Journal*, 13, 1–22.

Tezcan, B., Alakaş, H. M., Özcan, E., & Eren, T. (2023). Afet Sonrası Geçici Depo Yeri Seçimi ve Çok Araçlı Araç Rotalama Uygulaması: Kırıkkale İlinde Bir Uygulama. *Politeknik Dergisi*, 26(1), 13–27. <https://doi.org/10.2339/politeknik.906704>

Tezcan, B., & Eren, T. (2022). Orman Yangınına Sebep Olan Kriterlerin Bulanık Ortamda Değerlendirilmesi. *Journal of Polytechnic*, 1. <https://doi.org/10.2339/politeknik.1138806>

Tezcan, B., & Eren, T. (2024). Bulanık Ortamda Proje Yöneticisi Seçimi: Savunma Sanayi Firmasında Bir Uygulama. *SAVSAD Savunma ve Savaş Araştırmaları Dergisi*, 34(1), 153–168. <https://doi.org/10.54078/savsad.1193540>

Tezcan, B., Özcan, N. A., Özcan, E., & Eren, T. (2020). Deprem sonrası mobil hizmet tesisi seçim problemi için çok kriterli bir karar modeli önerisi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 12(2), 753–763. <https://doi.org/10.29137/umagd.732978>

Tezcan, B., Tamer, E., Özcan, E., & Gür, Ş. (2019). Bir tekstil işletmesinde çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile personellerin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*, 8(2), 1–20.

Yaşar, S., Poyraz, Z., Yumuşak, R., & Eren, T. (2022). ANP ve PROMETHEE Yöntemleri ile Akıllı Şehir Analizi: Ankara'da Bir Uygulama. *Gazi Journal of Engineering Sciences*, 8(1), 15–28. <https://doi.org/10.30855/gmbd.2022.01.02>