



# Journal of Turkish Operations Management

## Elektrik üretim santrallerinde iş güvenliği uzmanı seçiminde hibrit bir karar modeli

Emel Erol<sup>1</sup>, Evrencan Özcan<sup>2\*</sup>, Tamer Eren<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, Türkiye  
e-mail: emeel\_90@hotmail.com, ORCID No: <https://orcid.org/0000-0001-6106-9720>

<sup>2</sup>Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, Türkiye  
e-mail: evrencan.ozcan@kku.edu.tr, ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-3662-6190>

<sup>3</sup>Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, Türkiye  
e-mail: tamereren@gmail.com, ORCID No: <http://orcid.org/0000-0001-5282-3138>

\*Sorumlu Yazar

### Makale Bilgisi

#### Makale Geçmişi:

Geliş: 20.01.2021  
Revize: 09.04.2021  
Kabul: 29.04.2021

#### Anahtar Kelimeler:

Bakım Yönetimi,  
İş Sağlığı ve Güvenliği,  
Personel Seçimi,  
Pisagor Bulanık AHP,  
TOPSIS

### Özet

Günümüzde özellikle elektrik üretim santralleri gibi sürekli üretim tesislerinde bakım prosesinin önemi giderek artmaktadır. Elektrik üretim santrallerinde yapılan bakım işlemleri süresince iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uymak ise, işin gerekliliğinin yanı sıra yasal bir zorunluluktur. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılarak bir elektrik üretim santralında bakım sürecine eşlik edecek uygun iş güvenliği uzmanını seçmektir. Bu kapsamda ilk olarak, literatürdeki çalışmalar ve uzman görüşleri ile belirlenen 8 kriter Pisagor Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (PBAHP) yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra 10 adet iş güvenliği uzmanı arasından amaca en uygun alternatif TOPSIS (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında bulunan sonuçlar problemin gerekleri ve gerçek hayatta tutarlı olarak elde edilmiştir.

## A hybrid decision making model for the selection of occupational safety specialist in power plants

### Article Info

#### Article History:

Received: 20.01.2021  
Revised: 09.04.2021  
Accepted: 29.04.2021

#### Keywords:

Maintenance Management,  
Occupational Health and Safety,  
Personnel Selection,  
Pythagorean Fuzzy AHP,  
TOPSIS

### Abstract

Nowadays, the importance of the maintenance process is increasing, especially in continuous generation facilities such as power plants. Complying with occupational health and safety measures during maintenance operations in power plants is a legal obligation as well as the necessity of the work. In this context, the aim of this study is to select the appropriate occupational safety specialist to accompany the maintenance process in a power plant using multi-criteria decision making (MCDM) methods. In this context firstly, 8 criteria determined by the studies in the literature and expert opinions were weighted via Pythagoras Fuzzy Analytical Hierarchy Process (PBAHP) method. Then, the most suitable alternative according to the goal among 10 occupational safety experts was determined by TOPSIS (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) method. The results within the scope of the study were obtained consistent with the requirements of the problem and real life.

## 1. Giriş

Enerji hayatımızın her alanında karşımıza çıkan insanlığın temel unsurlarından birisidir. Dünyada ülkelerin refah düzeyi göstergelerinden birisi de kişi başına üretilen ve tüketilen enerji miktarıdır (İncekara, 2018). Elektrik üretim santrallerinde gerçekleşen üretimin insan yaşamını doğrudan etkilediği söylenebilir. Bu doğrultuda santral içerisinde gerçekleşecek her türlü gecikme işletme için maliyetlere sebebiyet vermesinin yanı sıra insan yaşamını da olumsuz olarak etkileyebilecektir. Bu durum elektrik üretim santrallerinin ülkemiz için önemli bir noktada yer aldığını göstermektedir.

Elektrik üretim santrallerinde üretimin devam ettirilmesi ve ihtiyaç duyulan bakım-onarım işlemlerinin yürütülmesi uzmanlık, takip, denetleme gerektiren ve emek yoğun faaliyetleri içeren kompleks yapıda bir süreçtir (Özcan, Varlı ve Eren, 2017a). Ayrıca santraller yıllar içinde işletmede yüksek basınç, yüksek sıcaklık, işletme ve bakım direktiflerine uymama, operatör hataları ve metal yorgunluğu gibi bir çok zorlayıcı koşullara maruz kalırlar (Özcan, Danışan ve Eren, 2019). Bu noktada üretimde sürdürülebilirliğin devam ettirilebilmesi için de bakım süreçleri daha kritik bir hal alır.

Bakım süreci üretimin, personelin ve malzemenin bir bütün olarak yönetilmesini temel alan oldukça önemli bir süreçtir (Özcan, Danışan ve Eren, 2020). Bu süreçte meydana gelen olumsuz bir durum işletmelerde beklenen veya beklenmeyen birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. İşletmeler arasında rekabetin giderek çoğalması, bakım sürecinin iyi bir yönetim ile yönetilmesi gerektiği gerçeğini ortaya koymaktadır. Her sektör için önemli bir husus olan bakım yönetimi elektrik üretim santralleri için ayrıcalıklı olarak önem taşımaktadır.

Elektrik üretim santrallerinde gerçekleştirilen bakım-onarım faaliyetlerinin yüksek önem arz etmesi bu faaliyetlere kapsamlı ve dikkatli bir bakış açısıyla yaklaşmayı gerektirir. Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi sırasında maliyet, zaman, verimlilik gibi hususların yanı sıra çalışanların sağlık ve güvenlik koşullarına da dikkat edilmelidir. Sektör gereğince çok tehlikeli sınıfta yer alan tesislerde yapılan işlemlerde bakım sürecine bir iş güvenliği uzmanının eşlik etmesi istenmektedir. Alınacak önlemlerin önceden bilinmesi, gerekenlerin yapılması ve takibinin sağlanması için uzmandan istenen şartları sağlanması beklenir. Bu noktada da iş güvenliği uzmanı seçimi oldukça önemli bir problem haline alır. Bakım sürecine eşlik edecek uzmanın seçim probleminin planlamaya dahil edilmesi ve dikkatle çözümlenmesi gerekir.

Bu çalışmada elektrik üretim santralinde bakım sürecine eşlik edecek olan uygun iş güvenliği uzmanının seçimi yapılmıştır. Çalışacak iş güvenliği uzmanının donanımı ne kadar istenen düzeyde ise işletme için o kadar faydalı olacaktır. Öncelikli olarak iş güvenliği uzmanından beklenen 8 adet kriter literatür taraması ve üç uzman eşliğinde belirlenmiştir. Belirlenen 8 kriter dilsel ve öznel yargıları içermektedir. Bu sebeple kriterlerin ağırlıklandırılmasında diğer sezgisel setlere göre daha geniş bir aralığa sahip olan pisagor bulanık setlerden yararlanılmıştır. Pisagor Bulanık AHP yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinin ardından, elde edilen kriterler üç uzman (iki iş güvenliği uzmanı, bir elektrik üretim santralinde çalışan iş güvenliği sorumlusu) tarafından 10 adet alternatif iş güvenliği uzmanı için değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme ile karar matrisi elde edilmiştir. Alternatiflerin sıralanmasında çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisi olan literatürde bu alanda kabul görmüş TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Yöntem sonucunda alternatiflerin sıralaması gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın akışı genel olarak şu şekilde ilerlemiştir. İkinci kısımda iş güvenliği uzmanının öneminden bahsedilmiş ve uzman seçimi sırasında dikkat edilmesi gerekenler ele alınmıştır. Üçüncü bölümde problemin çözümüne ulaşmak için kullanılan yöntemler açıklanmıştır. Ardından dördüncü bölümde personel seçimi ile ilgili olarak yapılan literatür çalışmaları incelenmiş ve çalışmaların bir özeti sunulmuştur. Beşinci bölümde ele alınan problem ile ilgili olarak gerçekleştirilen uygulama geniş olarak anlatılmıştır. Son olarak altıncı bölümde sonuç kısmına yer verilmiştir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde birçok sektörde personel seçimi yapıldığı gözlemlenmektedir. Bu çalışma ile elektrik üretim santrallerinde bakım sürecine eşlik edecek olan iş güvenliği uzmanı seçimi yapılarak literatüre katkıda bulunulmuştur. Bakım planlama sürecine geniş bir perspektiften bakarak çalışanların güvenli ve sağlıklı koşullarda çalışmasını sağlayabilmek göz ardı edilemeyecek unsurdur. Bu durum ise yapılan çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

## 2. İş güvenliği uzmanı seçimi

İş sağlığı ve güvenliği aslında uzun süredir var olan bir kavram ve uygulama olmasına rağmen önemi ancak son zamanlarda anlaşılmaya başlanmıştır. İş sağlığı ve güvenliği işyerindeki çalışanların sağlıklı ve güvenilir bir ortamda çalışmasını sağlayabilmek için işyerinde olabilecek iş kazası meslek hastalığı gibi risklere karşı gerekli önlemler almayı, gerekli kişisel koruyucu ekipmanları ya da makine ekipmanlarını bulundurmaya, önleme ve

koruma işlemleri için gerekli olan tüm araç gereçleri sağlamayı öngören, temel olarak tüm bunlardan işvereni sorumlu tutarken çalışanların da kurallara uymasını isteyen bir kavramdır (Kilkış, 2010).

İşletmelerde iş sağlığı ve güvenliği işlerinin yürütülmesi için iş güvenliği uzmanına ihtiyaç duyulmaktadır. İş güvenliği uzmanı işyerinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yürütülen süreçlere dahil olur. Çalışanların sağlıklı ve güvenli bir ortamda çalışabilmesi için yapılması gerekenleri, alınması gereken önlemleri, kullanılacak ekipmanları, çalışmalar sırasında dikkat edilecek hususları belirleyerek işverene danışmanlık eder. Ayrıca belirlenen önlemlerin uygulama aşamalarını da takip ederek uygunsuz bir durum olması halinde gerekli müdahaleleri yapar.

Ülkemizde işyerlerinde işyeri hekimi ve iş güvenliği uzmanı bulundurmak yasal bir zorunluluktur. Bu noktada işletmeler tehlike sınıflarına (az tehlikeli, tehlikeli, çok tehlikeli) göre uygun iş güvenliği uzmanı bulundurmaya zorundadır. Bu zorunluluğun yanı sıra işletmelerde çalışanlar için sağlıklı bir çalışma ortamı oluşturulmasında da iş güvenliği uzmanının rolü büyüktür. Bu yüzden iş güvenliği uzmanı seçimi yapılırken beklentiler doğrultusunda işletmeye uygun personel seçimi yapılmalıdır. Özellikle bakım faaliyetleri gibi çok tehlikeli sınıfta yer alan işlemler için planlamalar yapılırken uzman seçimi mutlaka dikkate alınmalıdır. Bakım sürecine eşlik edecek olan iş güvenliği uzmanının gerekli eğitim bilgisinin olması, saha hakimiyetinin olması, bakım yönetimi bilgisinin olması, problem çözme yeteneğine sahip olup krize sebebiyet vermeden olayları çözümlenmesi vb. birçok parametre göz önünde bulundurularak sürece uygun uzman seçimi yapılmalıdır.

### 3.Yöntemler

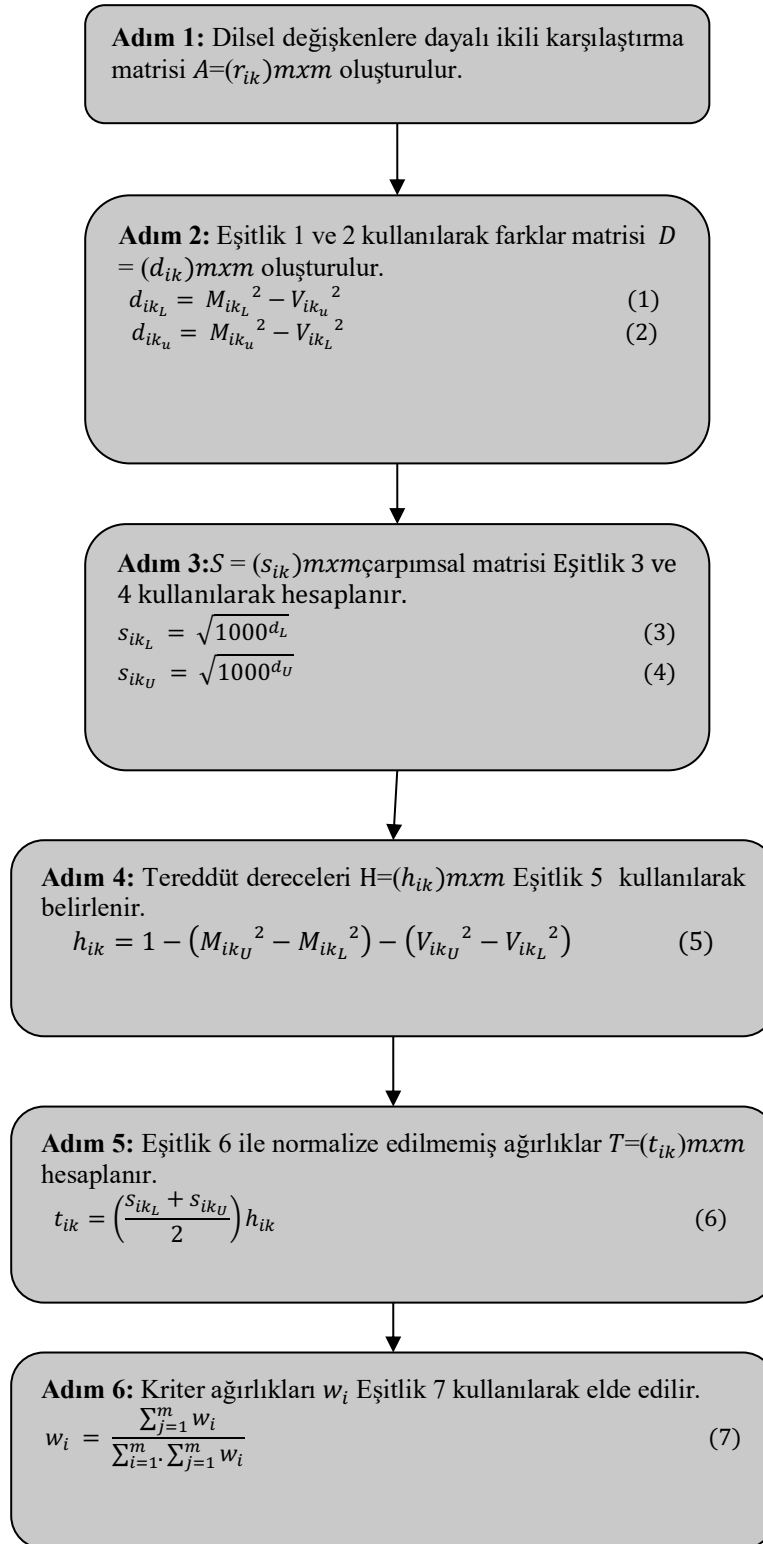
Çalışmada elektrik üretim santrallerinde bakım sürecine eşlik edecek olan iş güvenliği uzmanı seçimi için hibrit bir yaklaşım ele alınmıştır. Öncelikli olarak belirlenen 8 adet kriterin ağırlıklandırılmasında Pisagor Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin kullanılmasının sebebi diğer sezgisel bulanık setlere göre daha geniş bir alanı ele almasıdır. Kriterlerin dilsel ifadelerden oluşması sebebiyle bu yöntem kullanılarak ağırlıklarının belirlenmesi uygun görülmüştür.

Kriter ağırlıklarının belirlenmesinin ardından 10 adet alternatifin sıralanması için çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisi olan TOPSIS yöntemi seçilmiştir. TOPSIS yöntemi kullanımı basit, gerçek hayat problemlerinde rahatlıkla kullanılabilen ve gerçekçi sonuçlar üreten bir yöntemdir. Çalışmada ele alınan problem de bir gerçek hayat problemi olup gerçekçi sonuçlara ulaşmanın amaçlanması yöntemin seçiminde etkili olmuştur. Yöntemde alternatiflere sayısal değerler atanırken hem en iyi hem de en kötü alternatif dikkate alınır. İdeal çözüm faydaları büyüklerken maliyetleri en küçükleyen, negatif ideal çözüm ise tam tersi olarak maliyetleri en büyüklerken faydaları en küçükleyen çözümdür. Yöntemin temelinde ise en iyi alternatifin ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme ise en uzak olması gerektiği yer alır. Alternatifler ideal çözüme göreli olarak yakınlık değerlerinin büyükten küçüğe sıralanmasıyla tercih sırasına ulaşılır (Özcan ve Eren, 2014).

Belirlenen yöntemlerin kullanılmasıyla gerçekleştirilen bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

#### 3.1. Pisagor bulanık AHP

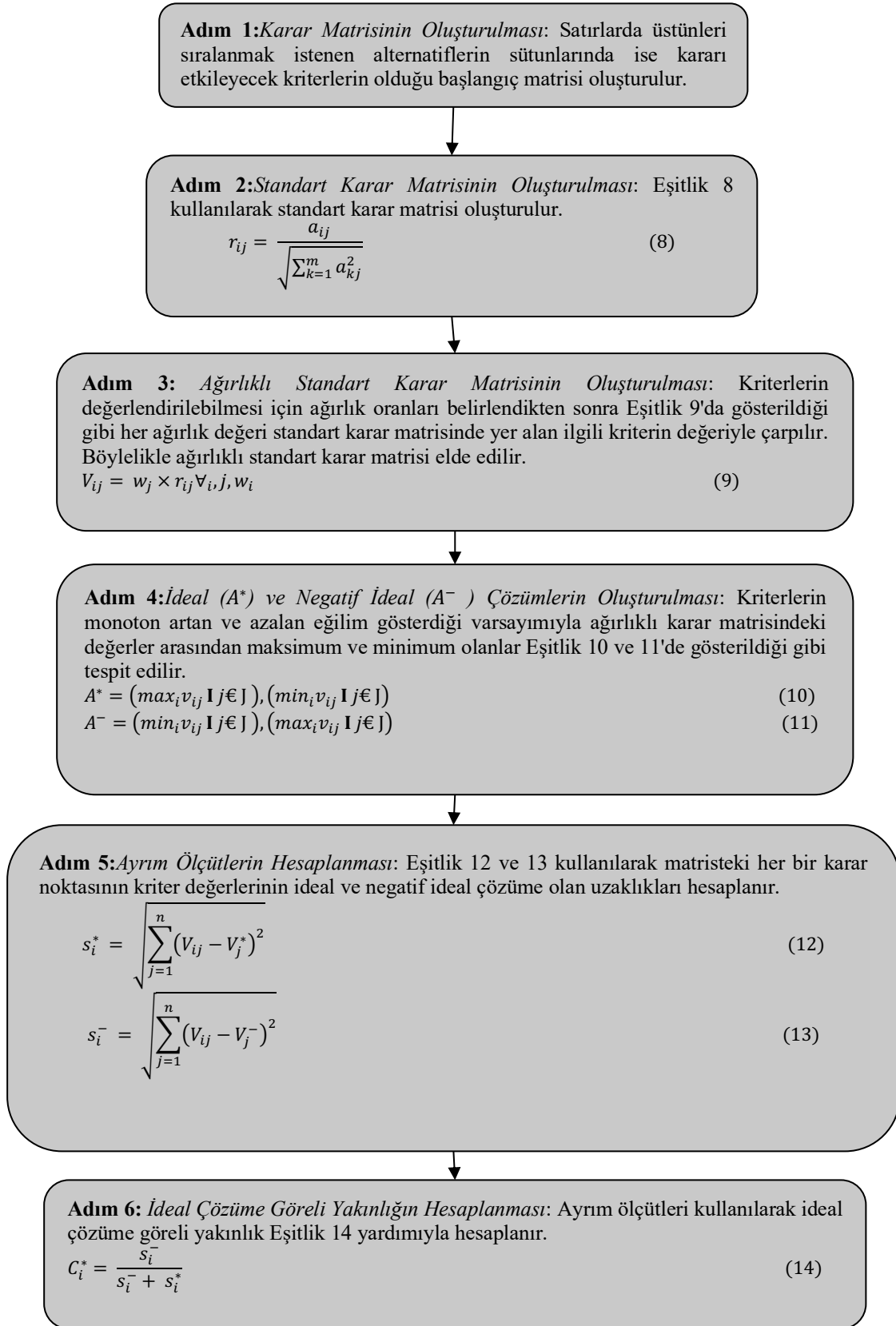
Analitik Hiyerarşi Süreci, çok kişili ve karmaşık çok kriterli problemlerin çözümünde ikili karşılaştırma esasına dayanan bir yöntemdir (Bedir ve Eren, 2015). Yöntem ile hem karar vericiler arasındaki tutarlılık sağlanır hem de basit ikili kıyaslamalar ile karar verme işini kolaylaştırır (Ecer, Kınay ve Nasiboğlu, 2018). Ancak AHP yöntemi kişilerin dilsel anlatımlarını, öznel düşüncelerini yansıtamamaktadır. Bu noktada bulanık mantık ile AHP birleştirilerek Bulanık AHP ortaya konulmuştur. AHP ile farklı olarak karşılaştırma oranlarında net değerler kullanmak yerine bir dizi değerler kullanılır (Liu ve Jin, 2012). Sezgisel bulanık kümelerin geliştirilmesiyle (Atanassov, 2016), ortaya çıkan birçok uzantıdan birisi de Yager, (2013) tarafından ortaya konulan Pisagor bulanık kümelerdir. Bu kümeler ile belirsizlikleri yüksek düzeyde bir güvenilirlikle netleştirmek amaçlanır (İlbahar, Karaşan, Cebi ve Kahraman, 2018). Şekil 1'de Pisagor AHP aşamaları verilmiştir. Bu aşamalar yazılırken Yıldız (2019) ve Bakioğlu ve Atahan (2020) çalışmalarından yararlanılmıştır.



Şekil 1. Pisagor bulanık AHP aşamaları (Yıldız, Ayyıldız, Gümüş ve Özkan, 2019; Bakioglu ve Atahan, 2020)

### 3.2. TOPSIS yöntemi

TOPSIS yöntemi çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisi olup Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında geliştirilmiştir. Problemin çözümü pozitif ideal çözüme ve negatif ideal çözüme göre alternatiflerin sıralamasıyla gerçekleştirilir (Özcan, Ünlüsoy ve Eren, 2017b). Yöntemin aşamaları Şekil 2'de verilmiştir. Aşamalar anlatılırken Özcan ve diğ., (2017b) ve Özcan, Ünlüsoy ve Eren, (2017c) çalışmalarından yararlanılmıştır.



Şekil 2. TOPSIS aşamaları (Özcan ve diğ., 2017b; Özcan ve diğ., 2017c)

$C_i^*$  değeri 0-1 aralığında bir değer alır. Değerin 1 olması ideal çözüme, 0 olması ise negatif ideal çözüme mutlak yakınlığı göstermektedir (Özcan ve diğ., 2017b).

#### 4. Literatür çalışması

Literatür çalışmaları incelendiğinde personel seçimi ile ilgili oldukça fazla çalışma olduğu gözlemlenmektedir. Hemen hemen her sektörde farklı yöntemler kullanılarak personel seçimi problemleri ele alınmıştır. Yapılan çalışmaların özeti Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Literatür özeti

Yazar	Personel Seçimi Gerçekleştirilen Sektörler	Personel Seçimi Gerçekleştirilen Pozisyonlar	Yöntemler	Yılı
Lin	Elektrik ve Makine	Elektrik Mühendisi	ANP-Bulanık Veri Zarflama	2010
Bedir ve Eren	Perakende Sektörü	Satış Danışmanı	AHP-Promethee	2015
Chang	Turizm	Halkla İlişkiler Personeli	Bulanık DELPHİ-ANP-TOPSIS	2015
Özbek ve Erol	Tekstil	Üretim Personeli	AHP-VIKOR	2016
Akar ve Çakır	Lojistik	Lojistik Operasyon Elemanı	Bulanık AHP-MOORA	2016
Koutra, Barbounaki, Kardaras ve Stadilis	Denizcilik	Yönetici	AHP	2017
Öztürk ve Toptancı	Kamu ve Özel Sektörler	İş Güvenliği Uzmanı	AHP-COPRAS-BOCR	2017
Uğur	İnşaat	Proje Müdürü	MOORA	2017
Heidary, Beheshti, Vanaki ve Firoozfar	Bilgi Teknolojisi	Bilgi Teknolojisi Uzmanı	SWARA-ARAS-G	2017
Toptancı, Karamaşa, Aytekin ve Orakçı	Maden	İş Güvenliği Uzmanı	Nötrosofik AHP-Nötrosofik TOPSIS	2018
Akça, Sönmez, Gür, Yılmaz ve Eren	Kamu Hastaneleri	Finans Yöneticisi	AAS	2018
Ulutaş, Özkan ve Tağraf	Elektrik Aksam Üretimi	Üretim Planlama Yöneticisi	Bulanık AHP-Bulanık GİA	2018
Stanujkic, Popovic, ve Brzakovic	Bilgi Teknolojisi	İş Sistemleri Uzmanı	SWARA-EDAS	2018
Karataş	Yazılım	Yazılım Personeli	Aralık Değerli Nötrosofik AHP-Aralık Değerli Nötrosofik TOPSIS	2019
Ulutaş	Mobilya	Pazarlama Yöneticisi	Entropi-MABAC	2019
Luo ve Xing	Bilgi Teknolojisi	Uzman	BWM-MABAC-PROMETHEE	2019
Arslan	Demir Çelik	Yönetici	SMART-TOPSIS	2019
Efe	Genel	İş Güvenliği Uzmanı	Bulanık AHP-Bulanık TOPSIS	2019
Kuşakçı, Ayvaz, Öztürk ve Sofu	Havacılık	Uzman Personel	Bulanık MULTIMOORA-AHP-TOPSIS	2019

Tablo 1'de verilen çalışmalar personel seçimi üzerine yapılan çalışmaların özet olarak bir kısmını oluşturmaktadır. Personel seçim problemi görüldüğü üzere turizm, bilgi teknolojisi, havacılık, denizcilik, yazılım, demir çelik,

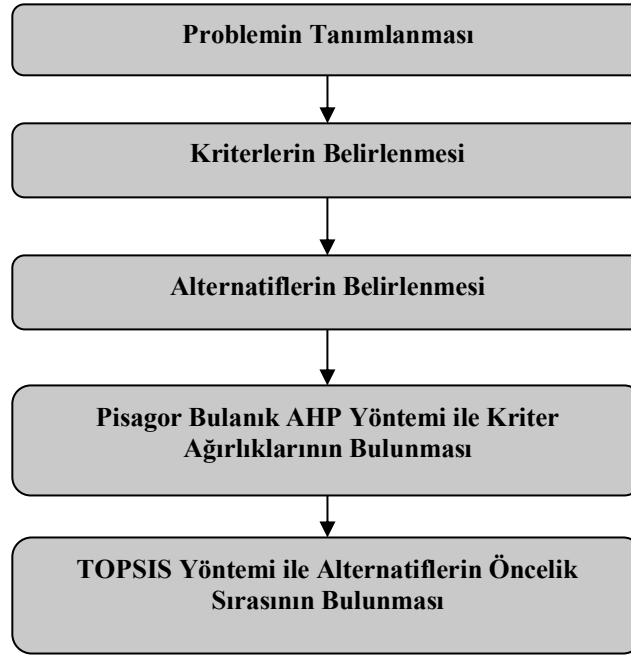
elektrik, hastane, mobilya, maden, inşaat, lojistik, tekstil, perakende vb. birçok sektörde ele alınmış bir problemdir. Lin (2010), elektrik mühendisi seçimi için ANP ve bulanık veri zarflama yönteminden yararlanmışır. Bedir ve Eren (2015), AHP ve PROMETHEE yöntemi ile perakende sektöründe bulunan bir firma için satış danışmanı seçimi yapmıştır. Chang (2015), halkla ilişkiler personelinin seçiminde bulanık DELPHI-ANP-TOPSIS yöntemini kullanmıştır. Akar ve Çakır (2016), gerçekleştirdiği çalışmada Bulanık AHP ve MOORA yöntemini kullanarak lojistik sektöründe faaliyet gösteren bir firmaya uygun lojistik operasyon elemanı seçimi yapmışlardır. Tekstil sektöründe üretim personeli seçiminde Özbek ve Erol (2016), AHP-VIKOR yöntemlerinden yararlanmışır. Uğur (2017), inşaat sektöründe hizmet bir işyeri için proje müdürü seçiminde MOORA yöntemini kullanmıştır. Bilgi teknolojisi sektöründe Heidary et al. (2017), SWARA ve ARAS-G yöntemiyle bilgi teknolojisi uzmanı, Luo ve Xing (2019), BWM-MABAC-PROMETHEE yöntemini kullanarak genel uzman ve Stanujkic et al. (2018), SWARA ve EDAS yöntemi ile iş sistemleri uzmanı seçimini gerçekleştirmişlerdir. Koutra et al. (2017) AHP yöntemi ile yönetici belirlerken, Akça ve diğ. (2018), finans yöneticisi seçiminde AAS, Ulutaş ve diğ. (2018), üretim planlama yöneticisi seçiminde Bulanık AHP-Bulanık GİA, Arslan (2019), yönetici seçiminde SMART-TOPSIS, Ulutaş (2019), pazarlama yöneticisi seçiminde Entropi-MABAC yöntemlerini tercih etmiştir. Karataş (2019), yazılım sektöründeki bir işletme için Aralık Değerli Nötrosifik AHP-Aralık Değerli Nötrosifik TOPSIS yöntemleri aracılığı ile uygun yazılım personelini seçmiştir. Kuşakçı ve diğ. (2019), Bulanık MULTIMOORA-AHP-TOPSIS yöntemleriyle havacılık sektöründe yer alan bir işyeri için uzman personel seçimi yapmıştır. Ayrıca diğer sektörlerle kıyasla fazla bir geçmişi olmayan iş güvenliği uzmanı seçimi konusunda yapılan az sayıda çalışmaların bazıları ise şöyledir. Toptancı ve diğ. (2018), maden sektörü için en uygun iş güvenliği uzmanının seçiminde Nötrosifik AHP ve Nötrosifik TOPSIS yöntemlerini bütünleşik olarak kullanmışlardır. Efe (2019), çalışmasında bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yaklaşımlarını kullanan hibrit model ile uygun iş güvenliği uzmanı seçimini gerçekleştirirken, Öztürk ve Toptancı (2017), AHP-COPRAS-BOCR yöntemleriyle kamu ve özel sektörler için iş güvenliği uzmanı seçimi yapmıştır.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde personel seçiminde bulanık setler kullanılsa da Pisagor bulanık AHP yönteminin kullanılmadığı görülmektedir. Bu çalışmada kriter ağırlıklarının belirlenmesi için Pisagor Bulanık AHP yöntemi ilk kez kullanılmıştır. Diğer sezgisel bulanık setlere göre pisagor setler daha geniş bir alanı kapsamaktadır. Ve böylece dilsel ifadeler kullanılsa da gerçek hayatla tutarlı sonuçlar elde edilmektedir.

Çalışmanın literatürde yer alan diğer çalışmalardan diğer bir farklılığı ise sektör konusunda olmuştur. Elektrik üretim santrallerinin bakımı birçok çalışma yapılmıştır. Ancak çalışmalar arasında bakım sürecinde oldukça önemli bir yeri olan çalışanların sağlıklı ve güvenli koşullarda çalışmasını yapmasını sağlayan iş güvenliği uzmanı seçimi problemi ele alınmamıştır. Bakım faaliyetleri elektrik üretim santrallerinde uzun ve kapsamlı bir süreçten oluşur. Bu süreçte çalışanlar birçok güvenlik problemiyle karşılaşabilmektedir. Bu problemlerin önceden fark edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması zaman, maliyet, verimlilik gibi konulardan avantaj sağlarken çalışanların sağlıklı ve güvenilir bir ortamda çalışmalarına olanak sağlar. Bu doğrultuda yapılan çalışmada bir elektrik üretim santralinde bakım sürecine eşlik edecek en uygun iş güvenliği uzmanı seçimi problemi ilk kez ele alınmıştır.

## 5. Uygulama

Bu çalışmada Kırıkkale'de bulunan elektrik üretim santralinde gerçekleştirilecek olan bakım sürecine eşlik edecek uygun iş güvenliği uzmanı seçimi yapılmıştır. Bakım faaliyetleri süreci boyunca çalışanların sağlıklı ve güvenli bir ortamda çalışması için gerekli ortam sağlanmak istenmiştir. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi için sürece uygun bir iş güvenliği uzmanı atanmak üzere oluşturulan problemin çözümü ele alınmıştır. Alternatiflerin değerlendirileceği 8 adet kriter Toptancı ve diğ., (2018) çalışmasının yanı sıra 3 uzman eşliğinde belirlenmiştir. Belirlenen kriterler Pisagor Bulanık AHP yöntemi kullanarak ağırlıklandırılmıştır. Kriterlerin ağırlıklandırılmasının ardından üç uzmanın 1-10'luk (10 çok uygun, 1 Hiç uygun değil diğer değerler ara değerler olacak şekilde) skalayı kullanmasıyla 10 adet alternatif değerlendirilerek karar matrisine ulaşılmıştır. Daha TOPSIS yöntemi kullanılarak sıralama işlemi gerçekleştirilmiş ve uygun alternatif belirlenmiştir. Şekil 3'te uygulama aşamaları verilmiştir.



Şekil 3. Uygulama akış şeması

### 5.1. Problemin tanımlanması

Kırıkkale'de faaliyet gösteren bir elektrik üretim santrali içerisinde genel bir bakım yapılması kararı alınmıştır. Bakım onarım faaliyetlerinin çok tehlikeli sınıfta yer alması sebebiyle bu işlemler yapılırken A ve ya B sınıfı iş güvenliği uzmanlığı sertifikası olan bir uzmanın çalışma zorunluluğu bulunmaktadır. Bu yüzden sürece eşlik edecek olan uygun iş güvenliği uzmanının seçilmesi problemi ele alınmıştır.

### 5.2. Kriterlerin belirlenmesi

Literatür araştırması ve uzmanlar eşliğinde iş güvenliği uzmanı seçimi için belirlenen kriterler ve açıklaması Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** İş güvenliği uzmanı seçim kriterleri

<i>Mesleki Bilgi-Teorik (MBT)</i>	Mesleki bilginin teorik kısmı personellerin iş sağlığı ve güvenliği açısından aldıkları eğitimi içermektedir. Kişilerin iş güvenliği uzmanı olabilmesi için iş sağlığı ve güvenliği programı mezunu, mühendislik-mimarlık fakültesi mezunu, fen edebiyat fakültelerinin fizik,kimya,biyoloji bölümü mezunu veya teknik öğretmen olmaları gerekmektedir.
<i>Mesleki Bilgi-Pratik (MBP)</i>	Mesleki bilginin diğer bölümünde ise pratik kısım yani personel deneyimleri yer almaktadır. Kişi iş sağlığı ve güvenliği sektöründe ne kadar deneyime sahipse işletme için o kadar faydalı olur.



<i>Uzmanlık Sertifikası (US)</i>	İş güvenliği sertifikaları tehlike sınıflarına göre sırasıyla C Sınıfı, B Sınıfı ve A Sınıfı olmak üzere 3 grupta sınıflandırılır. C sınıfı iş güvenliği uzmanı az tehlikeli iş yerlerine, B sınıfı iş güvenliği uzmanı tehlikeli iş yerlerine, A sınıfı iş güvenliği uzmanı çok tehlikeli iş yerlerine bakmaktadır. Ancak sahada yeterli sayıda uzman bulunmaması sebebi ile yasal bir düzenleme yapılarak C sınıfı uzmanların az tehlikeli ve tehlikeli iş yerlerine, A ve B sınıfı uzmanların az tehlikeli, tehlikeli, çok tehlikeli sınıfta yer alan iş yerlerine bakabilmelerine olanak sağlanmıştır. Elektrik üretim santrallerinde bakım işleri yapı olarak çok tehlikeli sınıfta yer alması sebebiyle burada görev yapacak iş güvenliği uzmanının A ya da B sınıfı iş güvenliği uzmanı olması yasal zorunluluktur. İkisi de uygun olmasına rağmen çok tehlikeli işyerlerinde genel olarak A sınıfı uzmanlar B sınıfı uzmanlara göre daha çok tercih edilir.
<i>Yoğun Çalışma Saatlerine Uygunluk (YÇSU)</i>	Bakım faaliyetleri bazı dönemlerde beklenmeyen problemlerle karşılaşılması sebebi ile yoğun çalışmalara ve mesai çalışmalarına sebep olmaktadır. Sürece eşlik edecek olan uzmanın bu durumlara uygun olması beklenir.
<i>Önleme, Koruma Tedbirleri Bilgisi (ÖKTB)</i>	Elektrik üretim santrallerinde gerçekleştirilen bakım faaliyetleri sırasında bir saniyelik kayıp bile oldukça büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda bakım sürecine eşlik edecek olan iş güvenliği uzmanının faaliyetler gerçekleştirilirken alınması gereken önlemlerin, verilecek iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin, kullanılacak kişisel koruyucu donanımların ve kullanılacak ekipmanların önceden sürece hazır olmasını sağlaması beklenir.
<i>Problem Çözme Yeteneği (PÇY)</i>	Personellerde aranan bu özellik bir çok unsuru içeren bir kriterdir. Bu süreçte uzmandan alınacak önlemleri bilmesi ve uygulatabilmesi, kendine güveniyle ve sorumluluk bilinciyle problemleri çözmesi, çalışanlarla etkili bir iletişim kurarak yapılması gerekenleri aktarması istenir. Ayrıca acil bir durum ile karşılaşıldığında panik ortamına sebebiyet vermeden işin gerektirdiği şekilde kriz durumunu yönetmesi beklenir.
<i>Saha Uygulamalarına Hakimiyet (SUH)</i>	İşe alınacak personelin hem elektrik üretim santrallerinde gerçekleştirilen üretim işlerine, hem bakım faaliyetlerine hem de iş sağlığı ve güvenliği işlerine hakimiyeti olmalıdır.
<i>Bakım Yönetim Bilgisi (BYB)</i>	Bakım yönetimi bakım faaliyetlerinin planlanması, yürütülmesi, denetimi, kalite kontrolü ve geliştirilmesi gibi birçok parametreyi içermektedir. Bu noktada iş güvenliği uzmanı gerek ekipman bilgisi gerekse bakım sürelerine dair bilgi ile birlikte bu geniş kapsamlı süreci yönetebilmelidir. Uzmanın bakım yönetimi hakkında bilgi sahibi olması sürecin denetlenebilirliği ve kontrol altında tutulabilmesi için önemli bir husustur.

### 5.3. Alternatiflerin belirlenmesi

Elektrik üretim santralindeki bakım sürecinde eşlik etmek isteyen 18 adet uzman başvuru yapmıştır. Başvurular arasından 3 kişi iş güvenliği uzmanlığı sertifikası olmadığı için, 5 kişi ise C (tehlikeli ve az tehlikeli iş yerlerine bakabiliyor) sınıfı uzmanlık sertifikasına sahip olduğu için elenmiştir. Kalan 10 uzman ise zorunlu olan eğitim ve sertifika şartlarını sağladığı için değerlendirmeye alınmıştır. Alternatifler belirlenen kriterler doğrultusunda değerlendirilmiştir.

#### 5.4. Değerlendirme kriterlerinin ağırlıklandırılması

Uygun iş güvenliği uzmanı seçimi için belirlenen 8 adet kriter ağırlıklandırılırken Pisagor Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. 3 uzman tarafından kriterlerin ikili karşılaştırması dilsel ifadelerle yapılmış daha sonra dilsel ifadeler ölçeklendirilmiştir. Uzmanların kriterler hakkındaki sözlü ifadelerini bulanık sayı olarak ölçeklendirmek için kullanılan on puanlık ölçek Tablo 3'te verilmiştir (Ak ve Gül, 2019).

**Tablo 3.**Dilsel değişkenlerin tanımı ve pisagor bulanık ölçekleri(Ak ve Gül,2019)

Dilsel Değişken	Arahıklı Pisagor Bulanık Sayılar			
	$\mu L$	$\mu U$	$\nu L$	$\nu U$
Kesinlikle Düşük Önemli (KD)	0	0	0,9	1
Çok Düşük Önemli (ÇD)	0,1	0,2	0,8	0,9
Düşük Önemli (D)	0,2	0,35	0,65	0,8
Ortalamanın Altında Önemli (OA)	0,35	0,45	0,55	0,65
Eşit ( E)	0,1965	0,1965	0,1965	0,1965
Ortalama Önemli (O)	0,45	0,55	0,45	0,55
Ortalamanın Üstünde Önemli (OÜ)	0,55	0,65	0,35	0,45
Yüksek Önemli (Y)	0,65	0,8	0,2	0,35
Çok Yüksek Önemli (ÇY)	0,8	0,9	0,1	0,2
Kesinlikle Yüksek Önemli (KY)	0,9	1	0	0

Tablo 2 kullanılarak üç ayrı uzmanın ayrı ayrı yaptığı dilsel ifadeler ölçeklendirilmiştir. Ardından üç değerlendirmenin geometrik ortalaması alınarak karar matrisine ulaşılmıştır. Eşitlik 1 ve 2'de verilen formüller yardımıyla farklar matrisi oluşturulmuştur. Çarpımsal matris eşitlik 3 ve 4'te yer alan işlemlerin gerçekleştirilmesi ile elde edilmiş daha sonra 5 numaralı eşitlik ile tereddüt derecelerine ulaşılmıştır. 6 numaralı eşitlik ile normalize edilmemiş ağırlıklara ulaşılmış ve en son 7 numaralı eşitlik ile Tablo 4'te yer alan kriter ağırlıkları elde edilmiştir.

**Tablo 4.** Kriter ağırlıkları

KRİTER SIRALAMASI	KRİTER AĞIRLIKLARI
BYB	0,2570
US	0,2522
PÇY	0,1294
MBT	0,1218
MBP	0,0927
SUH	0,0659
ÖKTB	0,0646
YÇSU	0,0164

Yöntem uygulaması sonucunda kriter ağırlıkları belirlenmiştir. 0,2570 ile en yüksek ağırlık bakım yönetimi kriterine ait çıkmıştır. Bakım yönetim sürecinin birçok parametreyi içinde barındıran önemli bir kriter olduğunu daha önceden söylemiştik. Bakım yönetimine dair oluşacak olan bilgi eksikliği tüm süreci olumsuz yönde etkileyebilecek bir öneme sahiptir. Bu nedenle bakım yönetimi bilgisi kriterinin en yüksek orana sahip olması şaşırtıcı olmamıştır. Hemen arkasından gelen uzmanlık sertifikası kriterinin de ağırlığı neredeyse ilk sırada yer alan kriterle yakındır. Uzmanlık sertifikasının işin gereği olmasının yanı sıra yasal bir zorunluluk olması bu kriterin önem derecesini yükseltmiştir. Devamında sırasıyla problem çözme yeteneği ve mesleki bilginin teorik olarak ele alındığı kriter gelmektedir. Bu iki kriter de ağırlık olarak birbirlerine yakın seyretmiştir. Zaten mesleki bilginin varlığının ve problem çözme yeteneğinin olmasının birbiriyle bağlantılı olarak kullanılabilir iki yetkinlik olduğu söylenebilir. Ardından 5. sırada mesleki pratik bilgi gelmektedir. Sahip olunan bilgi ve yeteneklerin deneyim ile pekiştirildiği düşünüldüğünde bu kriterin sıralamasının uygun olduğu gözlemlenmektedir. Devamında sıralamayı saha uygulamalarına hakimiyet ve önleme, koruma tedbirleri bilgisi kriterleri oluşturmaktadır. Bu iki kriterin ağırlıkları da birbirine oldukça yakındır. Kişi sahaya ne kadar hakimse yapması gerekenleri o kadar bilir

ve önleme tedbirlerini alabilir. Bu doğrultuda iki kriterimizin birbirine yakın olması yöntemin doğru sonuçlar verdiğini göstermektedir. Son olarak yoğun çalışma saatlerine uygunluk kriterinin en son sırada yer aldığı görülmektedir. Her zaman karşılaşılmayan sadece beklenmeyen durumlarda ortaya çıkan bu kriter diğerlerine göre çok daha az öneme sahiptir. Tüm değerlendirmeler sonucunda yöntemin gerçek hayat ile tutarlı olduğu gözlemlenmektedir.

### 5.5. Alternatiflerin öncelik sırasının bulunması

Elektrik üretim santrallerinde gerçekleştirilecek olan bakım faaliyetlerinde görev yapmak üzere 10 adet iş güvenliği uzmanının sıralaması TOPSIS yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Yöntemi uygularken alternatifler kriterlere göre üç uzman tarafından 1-10 'luk (10 çok uygun, 1 Hiç uygun değil diğer değerler ara değerler olacak şekilde) bir skala ile değerlendirilmiş ve daha sonra üç değerlendirmenin geometrik ortalaması alınarak Tablo 5'te verilen karar matrisi elde edilmiştir.

**Tablo 5.**Karar matrisi

Karar Matrisi	MBT	MBP	US	YÇSU	ÖKTB	PÇY	SUH	BYB
A1	7,652	4,309	10,000	7,652	6,952	4,309	7,319	5,944
A2	7,652	3,000	7,319	5,646	3,557	1,000	7,230	1,000
A3	7,652	7,319	10,000	7,612	8,320	5,944	1,000	4,932
A4	5,646	5,313	7,319	7,958	1,000	8,320	8,320	4,932
A5	5,646	4,309	7,319	5,944	7,652	1,000	1,000	4,642
A6	7,652	10,000	10,000	8,320	7,268	8,320	9,322	8,320
A7	5,646	4,309	7,319	5,944	1,000	1,000	6,604	1,000
A8	10,000	5,313	10,000	7,652	7,958	4,579	7,652	5,646
A9	6,840	6,316	7,319	5,313	9,322	7,612	7,000	1,000
A10	6,840	8,320	10,000	7,319	7,000	7,268	8,653	8,320

Karar matrisinin elde edilmesinin ardından eşitlik 8 ile standart karar matrisi oluşturulmuş ve eşitlik 9 kullanılarak Tablo 6'da verilen ağırlıklı standart karar matrisi elde edilmiştir.

**Tablo 6.** Ağırlıklı standart karar matrisi

Ağırlıklı Standart Karar Matrisi	MBT	MBP	US	YÇSU	ÖKTB	PÇY	SUH	BYB
A1	0,041	0,020	0,091	0,006	0,021	0,031	0,022	0,091
A2	0,041	0,014	0,067	0,004	0,011	0,007	0,022	0,015
A3	0,041	0,035	0,091	0,006	0,026	0,043	0,003	0,076
A4	0,030	0,025	0,067	0,006	0,003	0,060	0,025	0,076
A5	0,030	0,020	0,067	0,004	0,023	0,007	0,003	0,071
A6	0,041	0,047	0,091	0,006	0,022	0,060	0,028	0,128
A7	0,030	0,020	0,067	0,004	0,003	0,007	0,020	0,015
A8	0,053	0,025	0,091	0,006	0,024	0,033	0,023	0,087
A9	0,036	0,030	0,067	0,004	0,029	0,054	0,021	0,015
A10	0,036	0,039	0,091	0,005	0,021	0,052	0,026	0,128

Yöntemin uygulanmasına eşitlik 10 ve 11 kullanılarak ideal ve negatif ideal çözümlerin oluşturulmasıyla devam edilmiştir. Daha sonra ayırım ölçütleri eşitlik 12 ve 13 ile hesaplanmıştır. En son olarak ise eşitlik 14 ile ideal çözüme göreli yakınlıklar belirlenerek Tablo 7 'de verilen alternatif sıralamasına ulaşılmıştır.

**Tablo 7.** Alternatif sıralaması

SIRA	Alternatif
1	A6
2	A10
3	A8
4	A1
5	A3
6	A4
7	A5
8	A9
9	A2
10	A7

Alternatiflerin sıralanmasının uygunluğunun daha net görülebilmesi için oluşturulan sıralama ve karar matrisindeki değerler kullanılarak Tablo 8 oluşturulmuştur.

**Tablo 8.** Alternatif sıralamasının uygunluğu

	MBT	MBP	US	YÇSU	ÖKTB	PÇY	SUH	BYB
A6	4 Yıl	10 Yıl	A	8,320	7,268	8,320	9,322	8,320
A10	4 Yıl	8 Yıl	A	7,319	7,000	7,268	8,653	8,320
A8	5 Yıl	5 Yıl	A	7,652	7,958	4,579	7,652	5,646
A1	4 Yıl	4 Yıl	A	7,652	6,952	4,309	7,319	5,944
A3	4 Yıl	7 Yıl	A	7,612	8,320	5,944	1	4,932
A4	2 Yıl	5 Yıl	B	7,958	1	8,320	8,320	4,932
A5	2 Yıl	4 Yıl	B	5,944	7,652	1	1	4,642
A9	4 Yıl	6 Yıl	B	5,313	9,322	7,612	7,000	1
A2	4 Yıl	3 Yıl	B	5,646	3,557	1	7,230	1
A7	2 Yıl	4 Yıl	B	5,944	1	1	6,604	1

Yöntem uygulanmasından sonra elde edilen sıralama detaylı olarak Tablo 7'de verilmiştir. Görüldüğü gibi sıralamada bakım yönetim bilgisi yüksek olan personeller üst sıralarda yer alırken bakım yönetim bilgisi olmayan personeller son sıralarda yer almıştır. Uzmanlık sertifikası olarak ise seçimler öncelik olarak A sınıfı uzmanlık belgesi olan personellere verilmiştir. Yoğun çalışma saatlerine uygunluk kriteri genel olarak bütün çalışanlarda olmasına rağmen kriter ağırlığının düşük olması sebebiyle sıralamada çok fazla belirleyici olmamıştır. A6 alternatifi ilk sırada yer almıştır personelin özellikleri göz önünde bulundurulduğunda uygun olduğu görülmektedir. Aynı şekilde A7 alternatifi de en son sırada yer almaktadır. Bu personelde önemli kriterlerin eksikliği gözlemlenmektedir. Genel olarak tabloya bakıldığında kriter ağırlıkları ve önem derecelerine göre tutarlı bir sıralama olduğu gözlemlenmektedir.

## 6. Sonuç ve tartışma

Bakım onarım faaliyetleri tüm işletmeler için oldukça önem taşıyan bir süreçtir. İşletmeler maliyetlerinin minimize etmek isterken kar maksimizasyonu sağlamayı hedefler. Bu amaçların yanında dikkate alınması gereken diğer bir unsur ise çalışanların sağlıklı ve güvenilir bir ortamda çalışabilmesini sağlamaktır. Bu ortamın sağlanması hem çalışanların güvenliğini sağlamayı hem de verimli bir çalışma sürecini beraberinde getirir.

Elektrik üretim santralleri gibi kapsamlı olan işletmeler için her geçen zamanın önemi oldukça fazladır. Bu yüzden bakım süreçleri planlanırken her durum detaylı olarak düşünülür. Sürecin bir parçası olan iş sağlığı ve güvenliğinin

sağlanmasında da gerekli dikkat sağlanmalıdır. Bu noktada sürece eşlik edecek olan iş güvenliği uzmanının yetkinliklerinin işe ve amaca uygun olması gerekmektedir.

Bu çalışma ile Kırıkkale'de faaliyet gösteren bir elektrik üretim santralının bakım sürecine eşlik edecek olan iş güvenliği uzmanının seçimi yapılmıştır. Planlanan bakım sürecinde iş güvenliği uzmanından beklenen ve bu kapsamda değerlendirilen kriterler literatür çalışması ve 3 uzman eşliğinde oluşturulmuştur. Kriter ağırlıkları bulunurken Pisagor Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Öncelikle kriterler 3 uzman tarafından birbirleriyle ikili olarak dilsel ifadelerle karşılaştırılmıştır. Uzmanların dilsel olarak yaptığı değerlendirmeler ölçeklendirildikten sonra geometrik ortalamaları alınarak karar matrisine ulaşılmıştır. Daha sonra Pisagor Bulanık AHP yöntemi ile kriter ağırlıklandırması gerçekleştirilmiştir. Yapılan işlemler sonucunda Bakım Yönetimi Bilgisi kriterinin 0,2570 ile ilk sırada yer aldığı hemen ardından 0,2522 ile Uzmanlık Sertifikası (A-B) kriterinin geldiği görülmüştür. En son sırayı ise 0,0164 ile Yoğun Çalışma Saatlerine Uygunluk kriteri almıştır.

Kriter ağırlıklarının belirlenmesinin ardından 10 adet alternatif personel yine 3 uzman tarafından değerlendirilmiştir. Uzmanlar değerlendirmelerini yaparken 1-10'luk (10 çok uygun, 1 Hiç uygun değil diğer değerler ara değerler olacak şekilde) skalayı kullanmışlardır. Yapılan değerlendirmelerin geometrik ortalaması alınarak karar matrisi oluşturulmuş ve TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. Yöntemin sonucunda bir alternatif sıralamasına ulaşılmıştır. A6 alternatifi en uygun alternatif olurken A7 alternatifi ise en uygunsuz alternatif olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma ile literatürde olan diğer çalışmalara farklılık olarak personel seçimi için belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılmasında Pisagor bulanık AHP seçilmiştir. Bunun yanı sıra diğer önemli farklılık ise elektrik üretim santrallerinde bakım faaliyetleri için daha önce ele alınmayan iş güvenliği uzmanı seçim probleminin ele alınması olmuştur. Ele alınan problem ile çalışanların sağlıklı ve güvenli bir ortamda bakım faaliyetlerini tamamlayabilmesi amaçlanmıştır. İlerleyen süreçlerde farklı sektörlerde de çalışanların sağlık ve güvenlik koşulları dikkate alınarak çalışmalara yapılabilir.

### Araştırmacıların katkısı

Bu araştırmada; Emel EROL, bilimsel yayın araştırması, verilerin toplanıp analiz edilmesi, yöntem uygunluk araştırması, yöntemin uygulanması ve yorumlanması, sonucun yorumlanması ve makalenin oluşturulması; Evrencan ÖZCAN, bilimsel yayın araştırması, makale sürecinin tamamının yönetimi ve kontrolü, yöntem uygulamaların doğruluk kontrolü, makale sıralamasının oluşumu; Tamer EREN, bilimsel yayın araştırması yeterliliğinin incelenmesi, yöntem uygunluk incelemesi, uygulama süreç incelemesi, sonuçların incelenmesi ve genel makale incelemesi; konularında katkı sağlamışlardır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması meydana gelmemiştir.

### Kaynakça

Akar, G. S. ve Çakır, E. (2016). Lojistik Sektöründe Bütünleştirilmiş Bulanık AHP-MOORA Yaklaşımı İle Personel Seçimi. Yönetim Ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 14(2), 185-199. doi:<http://dx.doi.org/10.11611/JMER855>

Akça, N., Sönmez, S., Gür, Ş., Yılmaz, A. ve Eren, T. (2018). Kamu Hastanelerinde Analitik Ağ Süreci Yöntemi İle Finans Yöneticisi Seçimi. Optimum: Journal Of Economics & Management Sciences/Ekonomi Ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 5(2), 133-146. doi:<https://doi.org/10.17541/optimum.390536>

Ak, M. F., ve Gül, M. (2019). AHP-TOPSIS İntegration Extended With Pythagorean Fuzzy Sets For İnformation Security Risk Analysis. Complex And Intelligent Systems, 5(2), 113-126. doi:<https://doi.org/10.1007/s40747-018-0087-7>

Arslan, H. M. (2019). SMART-TOPSIS Hibrit Yöntemi İle Personel Seçimi: Demir-Çelik İşletmelerinde Bir Uygulama. 4. In Traders Uluslararası Ticaret Kongresi Kongre Kitabı, 130- 141, Sakarya. Erişim adresi:[https://intraders.sakarya.edu.tr/sites/intraders.sakarya.edu.tr/file/The\\_4th\\_InTraders\\_International\\_Conference\\_On\\_International\\_Trade\\_Proceeding\\_Book2.pdf#page=131](https://intraders.sakarya.edu.tr/sites/intraders.sakarya.edu.tr/file/The_4th_InTraders_International_Conference_On_International_Trade_Proceeding_Book2.pdf#page=131)

- Atanassov, K. (2016). Intuitionistic Fuzzy Sets. *International Journal Bioautomation*, 20(1), 1-6. Retrieved from: <https://search.proquest.com/scholarly-journals/intuitionistic-fuzzy-sets/docview/2410423496/se-2?accountid=16369>
- Bakioglu, G. ve Atahan, A. O. (2020). AHP İntegrated TOPSIS And VIKOR Methods With Pythagorean Fuzzy Sets To Prioritize Risks İn Self-Driving Vehicles. *Applied Soft Computing*, 106948, 2-53. doi:<https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106948>
- Bedir, N. ve Eren, T. (2015). AHP-PROMETHEE Yöntemleri Entegrasyonu İle Personel Seçim Problemi: Perakende Sektöründe Bir Uygulama. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 4(4), 46-58. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/ssrj/issue/22475/240405>
- Chang, K. L. (2015). The Use Of A Hybrid MCDM Model For Public Relations Personnel Selection. *Informatica*, 26(3), 389-406. doi:<https://doi.org/10.15388/Informatica.2015.54>
- Ecer, F., Kınay, A. ve Nasiboğlu, E., (2018). AHP Yöntemi İle Engelli Bireye Sahip Ailelerin Standart Hayat Şartlarına Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Finansal Desteğin Belirlenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(3), 687704. doi:<https://doi.org/10.30798/makuiibf.428401>
- Efe, Ö. F. (2019). Hibrid Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Temelinde İş Güvenliği Uzmanı Seçimi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(2), 639-649. doi:<https://doi.org/10.18185/erzifbed.468763>
- Heidary Dahooie, J., Beheshti Jazan Abadi, E., Vanaki, A. S. & Firoozfar, H. R. (2018). Competency-Based IT Personnel Selection Using A Hybrid SWARA and ARAS-G Methodology. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 28(1), 5-16. doi:<https://doi.org/10.1002/hfm.20713>
- Hwang, C.L. & Yoon K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. New York: Springer-Verlag. doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>
- İlbahar, E., Karışan, A., Cebi, S. ve 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. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.025>
- İncekara, Ç. Ö. (2018). Ülkemizdeki Enerji Santral Yatırımlarının AHP Yöntemi İle Değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33(4), 185-196. doi:<https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.525228>
- Karataş, P. Ç. (2019). Aralık Değerli Nötrosifik AHP Ve Aralık Değerli Nötrosifik TOPSIS Yöntemleri İle Personel Seçimi. *Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara*. Erişim adresi: <http://hdl.handle.net/20.500.12416/3984>
- Kılıkış, İ. (2010). İş Sağlığı Ve Güvenliğinin Sağlanmasında İş Güvenliği Uzmanlığı. *Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa*. Erişim adresi: <http://hdl.handle.net/11452/8849>
- Koutra, G., Barbounaki, S., Kardaras, D. & Stalidis, G. (2017). A Multi Criteria Model For Personnel Selection İn Maritime Industry İn Greece. In *2017 IEEE 19th Conference on Business Informatics (CBI)*, IEEE, Vol. 1, pp. 287-294. doi:<https://doi.org/10.1109/CBI.2017.52>
- Kuşakcı, A. O., Ayvaz, B., Öztürk, F. ve Sofu, F. (2019). Bulanık Multimoora İle Personel Seçimi: Havacılık Sektöründe Bir Uygulama. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(1), 96-110. doi:<https://doi.org/10.28948/ngumuh.516835>
- Lin, H. T. (2010). Personnel Selection Using Analytic Network Process And Fuzzy Data Envelopment Analysis Approaches. *Computers & Industrial Engineering*, 59(4), 937-944. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cie.2010.09.004>
- Liu, P. D. & Jin, F., (2012). The Trapezoid Fuzzy Linguistic Bonferroni Mean Operators And Their Application To Multiple Attribute Decision Making. *Scientia Iranica*, 19(6), 1947-1959. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scient.2012.06.028>
- Luo, S. Z., & Xing, L. N. (2019). A Hybrid Decision Making Framework for Personnel Selection Using BWM, MABAC and PROMETHEE. *International Journal of Fuzzy Systems*, 21(8), 2421-2434. doi:<https://doi.org/10.1007/s40815-019-00745-4>
- Özbek, A. ve Erol, E. (2016). Analitik Hiyerarşi Süreci Ve VIKOR Yöntemleriyle İşgören Seçimi: Tekstil Sektöründe Bir Uygulama. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(1), 93-108. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/181157>

- Özcan, E. C., ve Eren, T. (2014). Bakım Planlamasında Topsis Yöntemi Uygulaması: Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali Örneği. *International Journal Of Engineering Research And Development*, 6(2). doi:<https://doi.org/10.29137/umagd.346087>
- Özcan, E. C., Varlı, E. ve Eren, T. (2017a). Hidroelektrik Santrallerde Vardiya Çizelgeleme Problemleri İçin Hedef Programlama Yaklaşımı. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 363-370. doi:<https://doi.org/10.17671/gazibtd.347609>
- Özcan, E. C., Ünlüsoy, S. ve Eren, T. (2017b). ANP Ve TOPSIS Yöntemleriyle Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Yatırım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 5(2), 204-219. doi:<https://doi.org/10.15317/Scitech.2017.82>
- Özcan, E. C., Ünlüsoy, S. ve Eren, T. (2017c). A Combined Goal Programming–AHP Approach Supported With TOPSIS For Maintenance Strategy Selection In Hydroelectric Power Plants. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 78, 1410-1423. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.039>
- Özcan, E., Danişan, T. ve Eren, T. (2019). Hidroelektrik Santrallerin En Kritik Elektriksel Ekipman Gruplarının Bakım Stratejilerinin Optimizasyonu İçin Matematiksel Bir Model Önerisi. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 25(4), 498-506. doi:<https://doi.org/10.5505/pajes.2018.38455>
- Özcan, E., Danişan, T. ve Eren, T. (2020). A Hybrid Model Proposal For Maintenance Scheduling In Hydropower Plants. *Journal Of The Faculty Of Engineering And Architecture Of Gazi University*, 35(4), 1815-1827. doi:<https://doi.org/10.17341/gazimmfd.602774>
- Öztürk, Z. K. ve Toptancı, Ş. (2017). An Integrated Mcdm Model For Occupational Safety Specialist Selection. *Journal Of Business Research Turk*, 9(4), 419-435. doi:<https://doi.org/10.20491/isarder.2017.339>
- Stanujkic, D., Popovic, G. & Brzakovic, M. (2018). An Approach To Personnel Selection In The It Industry Based On The Edas Method. *Transformations in Business & Economics*, 17(2), 44. Retrieved from:[https://www.researchgate.net/publication/325485131\\_An\\_Approach\\_to\\_Personnel\\_Selection\\_in\\_the\\_IT\\_Industry\\_Based\\_on\\_the\\_EDAS\\_Method](https://www.researchgate.net/publication/325485131_An_Approach_to_Personnel_Selection_in_the_IT_Industry_Based_on_the_EDAS_Method)
- Toptancı, Ş., Karamaşa, Ç., Aytekin, A. ve Orakçı, E. (2018). Nötrosofik AHP ve Nötrosofik TOPSIS Bütünleşik Modeli: Personel Seçiminde Bir Uygulama. 19. Uluslararası EYİ Sempozyumu Tam Metin Bildiri Kitabı, 819-834, İstanbul
- Uğur, L. O. (2017). MOORA Optimizasyon Yaklaşımı İle İnşaat Proje Müdürü Seçimi: Çok Kriterli Bir Karar Verme Uygulaması. *Politeknik dergisi*, 20(3).717-723. doi:<https://doi.org/10.2339/politeknik.339408>
- Ulutaş, A. (2019). Entropi ve MABAC Yöntemleri İle Personel Seçimi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 13(19), 1552-1573. doi:<https://doi.org/10.26466/opus.580456>
- Ulutaş, A., Özkan, A. M. ve Tağraf, H. (2018). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Ve Bulanık Gri İlişkisel Analizi Yöntemleri Kullanılarak Personel Seçimi Yapılması. *Electronic Journal of SocialSciences*, 17(65), 223-232. doi:<https://doi.org/10.17755/esosder.317209>
- Yager, R.R. (2013). Pythagorean Fuzzy Subsets. In: *IFSA World Congressand NAFIPS Annual Meeting (IFSA/NAFIPS)*. 2013 Joint IEEE, pp. 57–61. doi:<https://doi.org/10.1109 / IFSA-NAFIPS.2013.6608375>
- Yıldız, A., Ayyıldız, E., Gümüş, A. T. ve Özkan, C. (2019). Ülkelerin Yaşam Kalitelerine Göre Değerlendirilmesi İçin Hibrit Pisagor Bulanık AHP-TOPSIS Metodolojisi: Avrupa Birliği Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 1383-1391. doi:<https://doi.org/10.31590/ejosat.658021>