

PAPER DETAILS

TITLE: Siber Güvenlik Uzmaninin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Seçilmesi

AUTHORS: Rabia YUMUSAK,Tamer EREN

PAGES: 117-130

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2666470>

Siber Güvenlik Uzmanının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Seçilmesi

Selecting A Cyber Security Specialist with Multi-Criteria Decision-Making Methods

Rabia YUMUŞAK¹ 

Tamer EREN² 

DOI:10.33461/uybisbbd.1179062

Öz

Makale Bilgileri

Makale Türü:

Araştırma Makalesi

Geliş Tarihi:

22.09.2022

Kabul Tarihi:

05.12.2022

©2022 UYBİSBBD
Tüm hakları saklıdır.



Bilgi güvenliği kişilerin, şirketlerin, kurumların ve ülkelerin maddi ve manevi zarar görmemesi için en etkin şekilde yönetilmesi gereken bir süreçtir. Endüstri 4.0 ile farklı bir boyut kazanan bilginin dijital ortama aktarılması ve dijital ortamda işlenebiliyor olması siber güvenlik konusunu kritik bir noktaya taşımaktadır. Çünkü bilginin sahibi olan kişiden ülke ölçeğine kadar güvenliğin sağlanmaması maddi kayıpların yanında geri dönüşü olmayan itibar kayıplarına da yol açmaktadır. Bu sebeplerden dolayı siber güvenlik süreçlerinin optimal bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda bu çalışmada siber güvenlik hizmeti veren bir güvenlik şirketine personel alım süreci incelenmiştir. Siber güvenlik uzmanların herhangi bir saldırı anında müdahale etmesi kritiktir. Bununla birlikte sektörde yetişmiş personel bulmak zordur. Sonuç olarak güvenlik şirketlerinin personel alımlarında süreci en iyi şekilde yönetmesi gerekmektedir. Bu ihtiyaç sonucunda problemin çok amaçlı ve çok kriterli yapısı göz önünde bulundurularak çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmıştır. Birinci aşamada Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile siber güvenlik uzmanı seçimi kriterleri değerlendirilmiştir. Toplamda 15 kriter dikkate alınmıştır. Problemin hiyerarşik yapısı çözüm yöntemi ile korunmuştur. Ardından sırala algoritması olan PROMETHEE yöntemi ile 10 aday değerlendirilmiştir. Çalışma ele alınan problem, değerlendirilen kriterler ve kullanılan yöntem entegrasyonu açısından literatüre yeni bir bakış açısı kazandırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Siber güvenlik, personel yönetimi, personel seçimi, AHP, PROMETHEE.

Article Info

Paper Type:

Research Paper

Received:

22.09.2022

Accepted:

05.12.2022

©2022 UYBİSBBD
All rights reserved.



Abstract

Information security is a process that must be managed most effectively to prevent material and moral damage to individuals, companies, institutions, and countries. The fact that the information, which has gained a different dimension with Industry 4.0, is transferred to the digital environment and can be processed in the digital domain brings the issue of cyber security to a critical point. Because the lack of security from the person who owns the information to the country scale causes irreversible reputational losses as well as financial losses, for these reasons, it is necessary to manage the cyber security processes optimally. In this context, in this study, the personnel recruitment process of a security company providing cyber security services was examined. Cyber security experts must intervene in case of any attack. However, it is not easy to find trained personnel in the sector. As a result, security companies need to manage the process in the best way in personnel recruitment. As a result of this need, multi-criteria decision-making methods were used considering the multi-purpose and multi-criteria structure of the problem. First, the criteria for cyber security expert selection were evaluated with the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. In total, 15 criteria were taken into account. The hierarchical structure of the problem is preserved by the solution method. Then, ten candidates were evaluated with the PROMETHEE method, a sort algorithm. The study brings a new perspective to the literature regarding the problem addressed, the criteria evaluated, and the method integration used.

Keywords: Cyber security, personnel management, Personnel selection, AHP, PROMETHEE.

Atıf/ to Cite (APA): Yücel, A., (2022). Siber Güvenlik Uzmanının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Seçilmesi. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 6(2), 117-130

¹ Öğr. Gör. Bilişim Güvenliği Teknolojisi, Kapadokya Meslek Yüksekokulu, Kapadokya Üniversitesi, Türkiye
rabia.yumusak@kapadokya.edu.tr.

² Prof. Dr. Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Kırıkkale Üniversitesi, Türkiye
tamereren@gmail.com.

1. GİRİŞ

Hızla gelişen teknolojiyle birlikte yeni fırsatlar sunan siber güvenlik ve altyapısında önemli gelişmeler olsa da, siber uzay tamamen güvenli olmaktan uzaktır (Shiva, Roy, & Dasgupta, 2010). Bu durum güvenlik hizmeti sunan firmaları sürekli olarak yeni gelişmeleri takip etmeye ve beraberinde personeli de bu gelişmelere adapte etmeye itmektedir. Siber güvenlik hizmeti sunan şirketler hızlı bir şekilde değişen teknoloji dünyasında ürünlerini en iyi şekilde sunabilmek ve bu ürünlerin kullanımını sürdürülebilir bir şekilde sağlamak için personel yönetimi süreçlerine ayrıca önem vermek durumundadırlar. Çünkü bütün ürünler personellerin bilgi ve becerisinin teknoloji ile harmanlanmasıyla meydana gelmektedir. Bununla birlikte siber güvenlik alanında yetişmiş personel bulmak zordur. Bu sebepten dolayı şirketler için, personel seçiminden başlayıp personelin yetiştirilme süreci, performansının değerlendirilmesi ve terfi süreçlerine kadar bütün adımları en iyi şekilde yönetmek büyük önem arz etmektedir (Furnell, Fischer, & Finch, 2017). İnsan kaynakları departmanlarında yürütülen personel yönetim süreçlerinin ilk adımı personel seçimidir. Personel yönetimindeki diğer adımların hepsi ilk adım olan personel seçimine bağlıdır. Bu durum personel seçim sürecinin kritikliğini ortaya koymaktadır. Çünkü yanlış personel seçildiğinde personelin eğitim süreçlerinden kuruma olan bağlılığına kadar olan birçok adımda olumsuz süreçler yaşanabilmektedir. Bunun yanı sıra uygulama alanı bilgi güvenliği gibi kritik bir birim olması da problemin önemini kritik noktalara taşımaktadır.

İşletmelerin temel proseslerinde biri olan personel yönetimi birçok karar sürecini içerisinde barındırmaktadır. Personel ihtiyacının belirlenmesindeki sonraki aşama olan personel seçimi süreci personel yönetimi prosesinin en kritik karar süreçleri arasında yer almaktadır. Çünkü yapılan seçim sonucunda personele bir yatırım yapılmaktadır. Yanlış personel seçimi sonucunda yapılan yatırım maliyetinin yanında zaman kaybı hatta itibar zedelenmesine kadar olumsuzluklar yaşanabilmektedir. Bu sebepten dolayı personel seçimi süreci önemlidir (Danişan, Özcan, & Eren, 2022). Problemin öneminden yola çıkarak bu çalışmada bir siber güvenlik şirketi için personel seçimi problemi ele alınmıştır.

Literatürde personel seçimi konusunda yapılmış çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar da gıda (Chuang, Hu, Liou, & Tzeng, 2020), tekstil (Danişan vd., 2022), lojistik (Nong & Ha, 2021), güvenlik (Kose, Kabak, & Aplak, 2013), turizm (Urosevic, Karabasevic, Stanujkic, & Maksimovic, 2017), hizmet sistemleri (Uslu, Yılmaz, & Yiğit, 2021) ve bu çalışmanın uygulama alanı olan bilişim teknolojileri (Raj Mishra, Sisodia, Raj Pardasani, & Sharma, 2020) gibi birçok sektör ele alınmaktadır. Farklı sektörlerde ele alınan personel seçim probleminin çözüm aşamasında çok kriterli karar verme yöntemleri tercih edilmektedir. Maêda vd. (Maêda vd., 2021) bu çalışmaları derleyerek bir literatür taraması sunmuşlardır. Bilişim teknolojilerini ele alan personel seçimi çalışmaları incelendiğinde AHP (Erdem, 2016), TOPSIS (Samanlioglu, Taskaya, Gulen, & Cokcan, 2018), ARAS (Raj Mishra vd., 2020), EDAS (Karabasevic, Zavadskas, Stanujkic, Popovic, & Brzakovic, 2018) ve SWARA (Heidary Dahooie, Beheshti Jazan Abadi, Vanaki, & Firoozfar, 2018) yöntemlerinin kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise AHP yöntemi ile siber güvenlik uzmanı seçimini etkileyen kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Ardından PROMETHEE yöntemi ile adaylar önceliklendirilmiştir. Literatürde bilişim teknolojileri alanında personel seçimi problemi ele alınmış olsa da siber güvenlik özelinde yapılan bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte çalışmada kullanılan 15 değerlendirme kriteri literatürde ilk defa birlikte kullanılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde AHP ve PROMETHEE yöntemleri anlatılmıştır. Üçüncü bölümde Siber güvenlik uzmanı seçimi problemine önerilen çözüm modelinin uygulama adımları ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur. Son olarak dördüncü bölümde çalışmanın sonuçları değerlendirilmiştir.

2. YÖNTEMLER

Siber güvenlik uzmanı seçimini etkileyen birçok kriter yer almaktadır. Bununla birlikte kriterlerin eşit öneme sahip olduğunu varsayıldığında sonuçlar etkileneceği için bu çalışmada

öncelikle kriterlerin seçim sürecine etkilerini hesaplamak için AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP yöntemi çok kriterli karar verme yöntemlerinden olup seçim problemlerinde kriter ağırlıklandırma aşamasında sıklıkla kullanıldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte kriterlerin hiyerarşik yapısı göz önünde bulundurularak AHP yöntemi kullanılmıştır. Ardından adayların değerlendirilmesi için hem kullanım kolaylığı sunması hem de problem yapısında yer alan nicel ve nitel değerlerin birlikte kullanılması şartını sağlayan PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır.

2.1. AHP Yöntemi

AHP yöntemi ilk olarak 1980 yılında, Thomas L. Saaty (Saaty, 1980) tarafından, çok kriterli kompleks problemlerin çözümü için geliştirilmiş bir yöntemdir. AHP, karar verme prosesinde nitel ve nicel kriterleri karşılaştırabilme özelliğine sahip olduğu için sıklıkla tercih edilmektedir. AHP'nin güçlü yönü, bu yöntemin sayılabilen ve sayılamayan faktörleri sistematik bir yol ile düzenlemesi ve tüm faktörleri dikkate alarak karar verme prosesinde basit ve etkin bir çözüm yolu sunmasıdır (Handfield, Walton, Sroufe, & Melnyk, 2002). Bu sebepten dolayı literatürde kriterlerin önem ağırlıklarının bulunmasında ve çeşitli seçim problemlerinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise siber güvenlik uzmanı seçimini etkileyen kriterlerin ağırlıklandırılması aşamasında AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP yöntemi sağlıktan (Deringöz, Danışan, & Tamer, 2021; Nursena, Yapıcı, Yumuşak, & Eren, 2021) enerjiye (Ozcan, Danışan, Yumuşak, & Eren, 2020; Özcan, Yumuşak, & Eren, 2021), ulaşımdan (Paçacı, Serpil, & Çubuk) bilişim teknolojilerine (Yapıcı, Oral, Yumuşak, & Eren, 2021) kadar birçok sektörde kullanılmaktadır. AHP yönteminin uygulama adımları Tablo 1'de verilmiştir (Özcan, Yumuşak, & Eren, 2019).

Tablo 1: AHP yönteminin uygulama adımları (Saaty, 1980)

Adım numarası	Açıklama
Adım 1	Karar vericinin amacını, bu amaca etki eden kriterleri ve alternatiflerin de eklenmesiyle bunlar arasındaki ilişkilerin belirlenip hiyerarşik yapının oluşturulmasını içerir.
Adım 2	Uzman kişiler tarafından tüm kriter ve alternatiflerin ikili olarak önem derecelerine göre karşılaştırılması ile gerçekleştirilir. Bu aşamada, Saaty tarafından geliştirilen 1-9 önem skalası kullanılır.
Adım 3	Oluşturulan karşılaştırma matrisi normalize edilir. Bu normalize işlemi her matristeki her değerın sütun toplamına bölünmesi ile oluşur. Böylece normalize matris elde edilir.
Adım 4	Normalize işlemi yapıldıktan sonra hiyerarşideki karşılaştırılan öğelere ilişkin öncelik veya ağırlık vektörlerinin hesaplanması yapılır.
Adım 5	Karar vericinin skaladaki değerleri tutarlı verip vermediğini ölçmek için her bir ikili karşılaştırma matrisindeki yargıların tutarlılık oranının hesaplanması gerekmektedir. Tutarlılığa yakınlık göstergesi olarak nitelendirilen “Tutarlılık indeksi (CI)” hesaplanır.
Adım 6	AHP skorlarının analizi aşamasında ise en yüksek değere sahip alternatif, en iyi alternatif olarak seçilir.

Bu çalışmada AHP yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiş olup ardından PROMETHEE yöntemi ile alternatifler değerlendirilmiştir.

2.2. PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE, Brans ve Vincle (Thakkar, 2021) tarafından 1985 yılında geliştirilen bir sıralama yöntemidir. PROMETHEE basit bir kavramdır ve kullanımı şu anda uygulama için mevcut olan diğer çok kriterli karar verme tekniklerinden daha kolaydır (Tuzkaya, Gülsün, Kahraman, & Özgen, 2010). Sınırlı sayıda alternatifi olan problemlerde, PROMETHEE çoklu ve karmaşık kriterlere göre sıralama yapmak için avantajlıdır (Dağdeviren, 2008). Ayrıca nitel ve nicel değerlerin birlikte değerlendirilmesine imkan sunun bir yöntemdir. Bu sebeplerden dolayı literatürde sıklıkla kullanılmaktadır. Literatürde enerji (Li, Xu, Wei, Bai, & Liu, 2022), sağlık (Eren, Danişan, Deringöz, & Aksüt, 2022), ulaşım (Sang, Yu, Chang, & Liu, 2022), tekstil (Danişan vd., 2022) ve bilişim teknolojileri (Taşkın, Gezik, Yumuşak, & Eren, 2022; Yaşar, Poyraz, Yumuşak, & Tamer, 2022) alanında uygulamaları bulunmaktadır. Bununla birlikte tedarikçi seçimi (Tong, Wang, & Pu, 2022), tesis yer seçimi (Ayough, Boshruai, & Khorshidvand, 2022), teknoloji seçimi (Taşkın vd., 2022) ve bu çalışmanın konusu olan personel seçimi (Dumnić, Mostarac, Ninović, Jovanović, & Buhmiller, 2022) problemlerinin çözümü için literatürde tercih edilmektedir. PROMETHEE yönteminin uygulama adımları Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2: PROMETHEE yöntemi uygulama adımları (Thakkar, 2021)

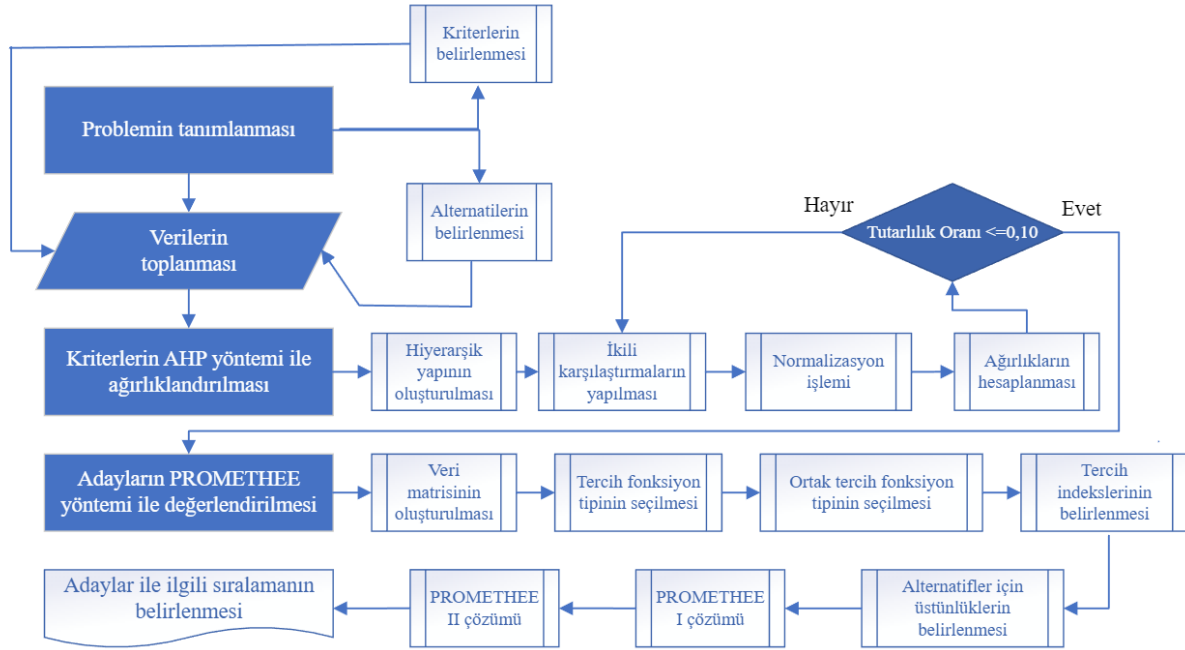
Adım numarası	Açıklama
Adım 1	Alternatifler, kriterler ve bunlara ilişkin ağırlıklar için problemin çözümünde kullanılan veri matrisi oluşturulması.
Adım 2	6 farklı tercih fonksiyonu arasından kriterlerin yapısına göre en uygun fonksiyon tipinin seçilmesi.
Adım 3	Ortak tercih fonksiyonlarının belirlenmesi.
Adım 4	Her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenmesi
Adım 5	Alternatifler için negatif Φ^- ve pozitif Φ^+ üstünlükler belirlenmesi
Adım 6	PROMETHEE I ile en iyi alternatifin belirlenmesi ve seçimi
Adım 7	PROMETHEE II ile alternatifler için tam önceliklerin belirlenmesi.

Bu çalışmada PROMETHEE yöntemi uygulama aşamasında siber güvenlik uzmanlarının sıralanması için kullanılmıştır. Uygulama ile ilgili detaylı açıklamalar üçüncü bölümde yer almaktadır.

3. UYGULAMA

Endüstri 4.0 kavramı ile birlikte hızla dijitalleşen şirketlerin bilgi güvenliğini sağlamak büyük önem arz etmektedir. Bilgi güvenliğinin öneminin her geçen gün artması ve bu problemlere karşı çözüm süreçlerine olan talebin artması, nitelikli işgücüne olan ihtiyacın artması sonucunu doğurmuştur. Bu kapsamda bu çalışmada siber güvenlik alanında hizmet veren bir şirkete personel alımı süreci incelenmiştir. Ele alınan şirkette siber güvenlik uzmanı ihtiyacı ortaya çıkmış olup bu çalışma bu sürecinin optimize edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma yedi aşamada gerçekleştirilmiş olup ilk olarak problem tanımlanması, seçimi etkileyen kriterlerin belirlenmesi ve değerlendirmeye alınacak adayların belirlenmesi aşaması gerçekleştirilmiştir. Ardından adaylar ile ilgili veriler toplanıp uzman görüşleri alınıp AHP yöntemi ile siber güvenlik uzmanı seçimini etkileyen kriterler önceliklendirilmiştir. Kriter önceliklerinin belirlenmesinin ardından PROMETHEE yöntemi ile

adaylar değerlendirilmiştir. Son olarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Uygulamanın akış şeması Şekil 1’de verilmiştir.

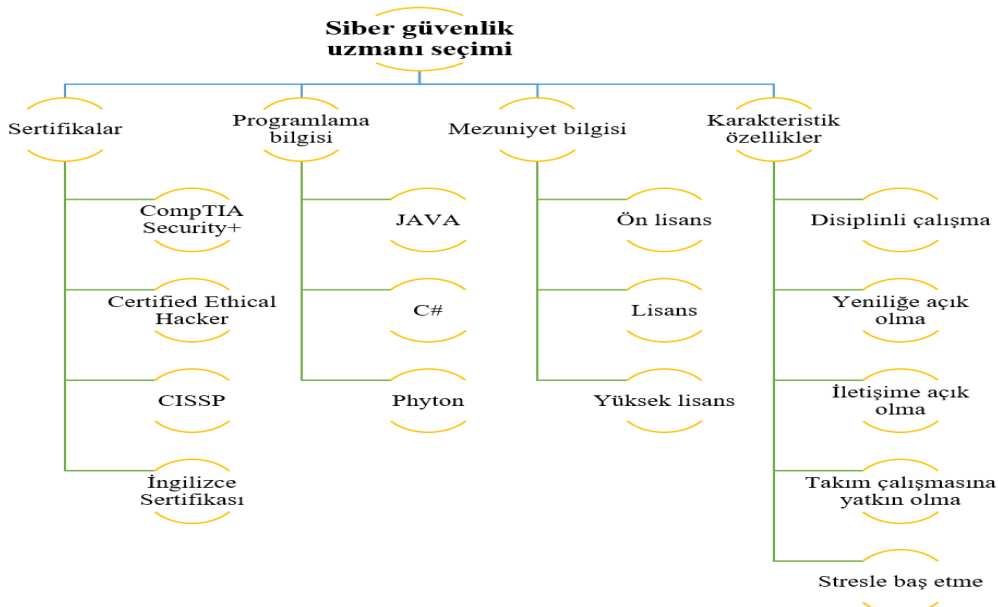


Şekil 1: Uygulama akış şeması

Uygulamanın ilk adımı problemin tanımlanmasıdır. Problemin tanımlanması Bölüm 3.1’de verilmiştir.

3.1. Problemin Tanımlanması

Bir siber güvenlik şirketi için personel alımı sürecinin yönetilmesi gerekmektedir. Bu süreçte ilk olarak personel seçimini etkileyen kriterlerin belirlenmelidir. Siber güvenlik uzmanı almak isteyen şirketin taleplerini açık bir şekilde ortaya koyması sürecin en etkin şekilde yönetilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Şirketin insan kaynakları birimi ve ilgili departmanın yöneticisi ile kriterler belirlenmiş olup siber güvenlik uzmanı seçimi problemini etkileyen kriterler Şekil 2’de verilmiştir. Bununla birlikte çalışmada 10 aday değerlendirilmiştir.



Şekil 2: Problemin şematik gösterimi

Problemin tanımlanmasının ardından kriterlerin belirlenmesi aşamasına geçilmiştir. Bu aşama Bölüm 3.2’de verilmiştir.

3.2. Kriterlerin Belirlenmesi

Siber güvenlik gibi spesifik bir alan için uzman seçimi yapılırken değerlendirme kriterlerinin doğru belirlenmesi kritik öneme sahiptir. Bu çalışma uygulamaya yönelik olduğu için sektöre hakim ve siber güvenlik alanıyla ilgili yetkinlik düzeyini belirleyebilecek uzmanların görüşleri dikkate alınmıştır. Uzmanlardan birisi siber güvenlik alanında hizmet veren şirketin kurucu ortağı olup hem sektörde hem de akademik alanda çalışmaları bulunmaktadır. İkinci uzman ise şirketin insan kaynakları biriminde çalışmaktadır. Son olarak üçüncü uzman da siber güvenlik alanında eğitimler veren bir mühendistir. Üç uzmanın görüşleri alınarak kriterler belirlenmiştir. Kriterler, kodları ve açıklamaları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3: Kriterler ve açıklamaları

Ana Kriterler	Alt kriterler	Açıklama
Sertifikalar (K1)	CompTIA Security+ (K1.1) CEH (K1.2) CISSP (K1.3) İngilizce Sertifikası (K1.4)	Siber güvenlik gibi yeni bir alanda adayların yetkinliklerini ispatlaması için bazı sertifikalara ihtiyaç duyulmaktadır. Siber güvenlik alanında en çok tercih edilen üç sertifika ve İngilizce bilgisi sertifikalar ana kriteri altında değerlendirilmiştir.
Programlama Bilgisi (K2)	JAVA (K2.1) C# (K2.2) Phyton (K2.3)	Siber güvenlik alanında yapılacak iş paketlerinde programlama bilgisi vazgeçilmez bir unsurdur. Bu sebepten dolayı JAVA, C# ve Phyton programlama dilleri değerlendirmeye alınmıştır.
Mezuniyet Bilgisi (K3)	Ön lisans (K3.1) Lisans (K3.2) Yüksek Lisans (K3.3)	İnsan kaynakları departmanları işe alım süreçlerinde adayların mezuniyet durumlarını dikkate almaktadırlar. Siber güvenlik uzmanları alanı farklı ön lisans ve lisans programları arasından yetiştirildiği için mezuniyet ana kriteri üç başlıkta incelenmiştir.
Karakteristik Özellikler (K4)	Disiplinli çalışma (K4.1) Yeniliğe açık olma (K4.2) İletişime açık olma (K4.3) Takım çalışmasına yatkın olma (K4.4) Stresle baş etme (K4.5)	Siber güvenlik uzmanları mesleki anlamda donanıma sahip olduğu kadar karakteristik özellikleri ile süreçlerin sonuçlandırılmasında iş bitirici olmaları gerekir. Bu açıdan bakılarak beş kriter karakteristik özellikler ana kriteri altında değerlendirilmiştir.

Kriterlerin belirlenmesinin ardından alternatiflerin belirlenmesi aşamasına geçilmiştir. Bu aşama Bölüm 3.3’te verilmiştir.

3.3. Alternatiflerin Belirlenmesi

Uygulamanın yapıldığı güvenlik şirketi personel alım ilanında bilgisayar mühendisliği, bilişim güvenliği teknolojisi, yönetim bilişim sistemleri, bilişim sistemleri mühendisliği ve yazılım mühendisliği bölümlerinden mezun olması şartı aramaktadır. Bununla birlikte uzman kadrosuna ihtiyaç duyulduğu için en az 3 yıl siber güvenlik alanında çalışmış olma şartı da aranmaktadır. Sektörde siber güvenlik alanında yetişmiş personel bulma sorunu olduğu için bu kriterleri sağlayan sadece 10 aday başvuru yapmıştır. Bu 10 aday, siber güvenlik uzmanı seçimi probleminde alternatifler olarak belirlenmiştir.

3.4. Verilerin Toplanması

İlana başvuru yapan 10 aday için verilerin toplanması aşaması gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada adayların özgeçmişlerinden ve özgeçmişlerinde yer alan referanslardan yararlanılmıştır. Sertifikalar, programlama bilgisi ve mezuniyet bilgisi için özgeçmiş dosyalarına başvurulurken Karakteristik özellikler için referans verilen kişilerden yardım alınmıştır. Tüm bu veri toplama süreçlerinin sonucunda Tablo 4 ortaya çıkmıştır.

Tablo 4: Veriler

	Aday 1	Aday 2	Aday 3	Aday 4	Aday 5	Aday 6	Aday 7	Aday 8	Aday 9	Aday 10
K11	var	yok	yok	yok	var	yok	yok	yok	yok	var
K12	yok	yok	yok	yok	yok	yok	var	yok	yok	yok
K13	yok	yok	yok	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
K14	var	yok	yok	var	var	yok	var	yok	var	var
K21	iyi	orta	orta	iyi	orta	orta	kötü	iyi	kötü	iyi
K22	iyi	kötü	iyi	iyi	çok iyi	iyi	iyi	iyi	orta	iyi
K23	çok iyi	iyi	orta	çok iyi	iyi	iyi	iyi	kötü	iyi	iyi
K31	yok	yok	var	yok	yok	var	yok	var	yok	yok
K32	var	var	yok	var	var	yok	var	yok	var	var
K33	var	yok	yok	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
K41	9	6	5	8	7	4	7	5	8	7
K42	7	7	9	5	3	4	3	7	5	4
K43	3	7	6	3	9	6	7	4	7	6
K44	6	4	4	7	5	5	3	9	5	2
K45	5	6	3	5	4	7	5	3	6	9

Tablo 4’te sunulan verilerin toplaması aşaması tamamlandıktan sonra kriterlerin AHP yöntemi ile ağırlıklandırılması aşamasına geçilmiştir. Bu aşama Bölüm 3.5’te verilmiştir.

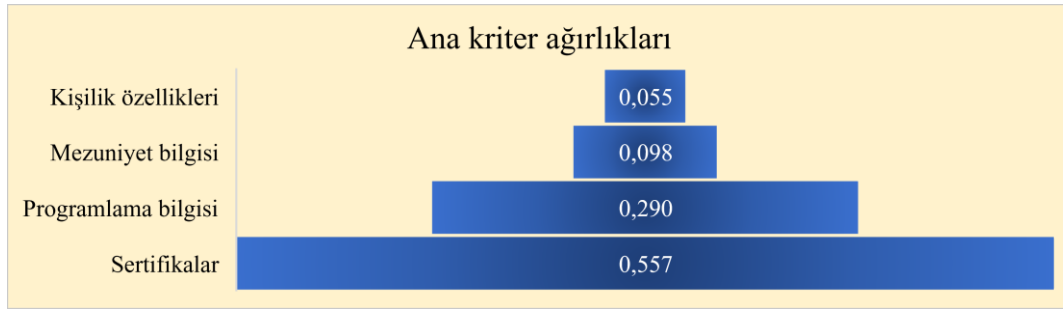
3.5. Kriterlerin AHP Yöntemi ile Önceliklendirilmesi

AHP uygulamasında ilk olarak hiyerarşik yapı oluşturulur. Bu çalışmada alternatifler AHP yöntemi ile değerlendirilmediği için hiyerarşik yapı Şekil 2’deki gibidir. AHP yönteminin sadece kriterlerin ağırlıklandırılması aşamaları kullanılmıştır. Bu aşamada veriler üç uzmandan alınmış olup değerlerinin geometrik ortalaması alınıp ortalaması tam sayı olmayan değerler için yuvarlama işlemi yapılmıştır. İlk olarak ana kriterler ağırlıklandırılmıştır. Ana kriterlerin değerlendirildiği ikili karşılaştırma matrisi Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5: Ana kriterler için ikili karşılaştırma matrisi

Ana Kriterler	Sertifikalar	Programlama bilgisi	Eğitim bilgisi	Kişilik özellikleri
Sertifikalar	1	3	5	8
Programlama bilgisi	0,333	1	4	6
Eğitim bilgisi	0,200	0,250	1	2
Kişilik özellikleri	0,125	0,167	0,500	1

Tablo 5’te verilen ikili karşılaştırma matrisi üzerinde AHP adımları uygulandığında Şekil 3’te verilen sonuçlara ulaşılmıştır. Tutarlılık oranı ise 0.083 çıkmış olup sonucun tutarlı olduğu anlaşılmaktadır.



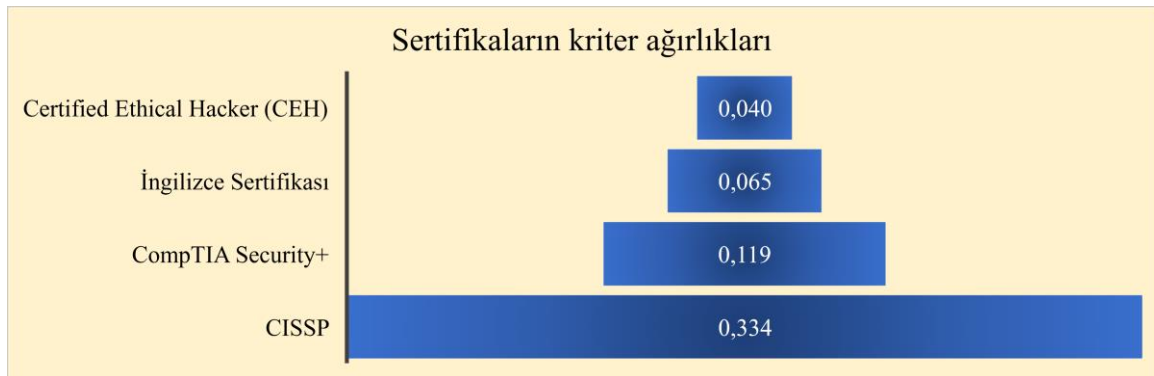
Şekil 3 : Ana kriter ağırlıkları

Ardından sırayla her ana kritere ait alt kriterler kendi arasında ikili karşılaştırmalara tabi tutulur. Sertifikalar ana kriterine ait alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6: Sertifikalar kriterleri için ikili karşılaştırma matrisi

	CompTIA Security+	Certified Ethical Hacker (CEH)	CISSP	İngilizce Sertifikası
CompTIA Security+	1	3	0,333	2
Certified Ethical Hacker (CEH)	0,333	1	0,143	0,5
CISSP	3	7	1	6
İngilizce Sertifikası	0,5	2	0,167	1

Tablo 6’da verilen ikili karşılaştırma matrisi üzerinde AHP adımları uygulandığında Şekil 4’te verilen sonuçlara ulaşılmıştır. Tutarlılık oranı ise 0.021 çıkmış olup sonucun tutarlı olduğu anlaşılmaktadır.



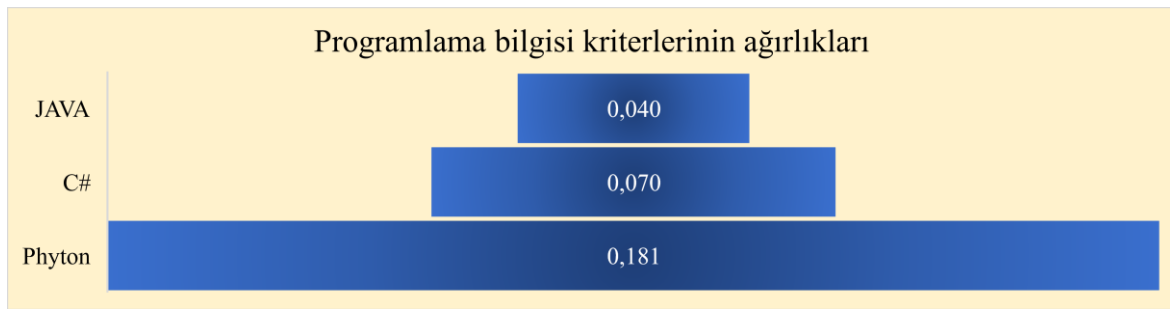
Şekil 4: Sertifikaların kriter ağırlıkları

Diğer bir ana kriter olan programlama bilgisi için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan matris Tablo 7’te verilmiştir.

Tablo 7: Programlama bilgisi kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi

	JAVA	C#	Phyton
JAVA	1	0,5	0,250
C#	2	1	0,333
Phyton	4	3	1

Tablo 7’te verilen ikili karşılaştırma matrisi üzerinde AHP adımları uygulandığında Şekil 5’te verilen sonuçlara ulaşılmıştır. Tutarlılık oranı ise 0.029 çıkmış olup sonucun tutarlı olduğu anlaşılmaktadır.



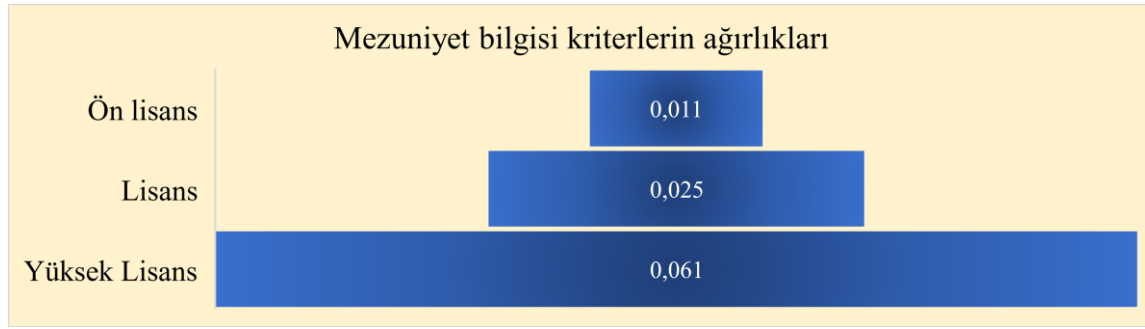
Şekil 5: Programlama bilgisinin kriterlerinin ağırlıkları

Üçüncü ana kriter olarak Mezuniyet bilgisi ele alınmıştır. Mezuniyet bilgisi ana kriterine ait alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8: Mezuniyet bilgisi kriterinin ikili karşılaştırma matrisi

	Ön lisans	Lisans	Yüksek Lisans
Ön lisans	1	0,25	0,143
Lisans	4	1	0,333
Yüksek Lisans	7	3	1

Tablo 8’de verilen ikili karşılaştırma matrisine AHP adımları uygulandığında Şekil 6’da verilen kriter ağırlıkları ortaya çıkmıştır. Tutarlılık oranı 0.054 çıkmıştır. Sonucun tutarlı olduğu tespit edilmiştir.



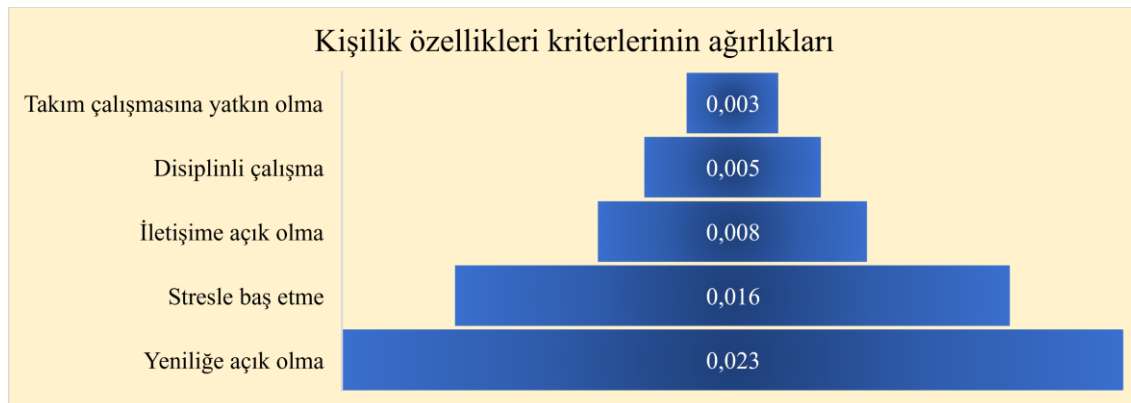
Şekil 6: Mezuniyet bilgisi kriterlerinin ağırlıkları

Son olarak kişilik özellikleri ana kriterine ait alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9: Kişilik özellikleri kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi

	Disiplinli çalışma	Yeniliğe açık olma	İletişime açık olma	Takım çalışmasına yatkın olma	Stresle baş etme
Disiplinli çalışma	1	0,167	0,50	4	0,2
Yeniliğe açık olma	6	1	3	5	2
İletişime açık olma	2	0,333	1	3	0,5
Takım çalışmasına yatkın olma	0,25	0,2	0,333	1	0,143
Stresle baş etme	5	0,5	2	7	1

Tablo 9’de verilen ikili karşılaştırma matrisine AHP yönteminin adımları uygulandığında Şekil 7’de verilen sonuçlar elde edilmiştir. Tutarlılık oranı 0.093 çıkmış olup sonucun tutarlı olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 7: Kişilik özellikleri kriterlerinin ağırlıkları

3.6. Adayların PROMETHEE Yöntemi ile Değerlendirilmesi

AHP yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi aşamasından sonra PROMETHEE yöntemi ile adaylar değerlendirilmiştir. Adaylar ile ilgili veriler Tablo 4’te yer almaktadır. Tablo 4’te sunulan

veriler ve kriter ağırlıkları kullanılarak PROMETHEE yöntemi çözülmüştür. Şekil 8’de verilen bölümde çözüm için gerekli olan kriter ağırlıkları, veriler ve kriterlerin fonksiyonları girilmiştir.

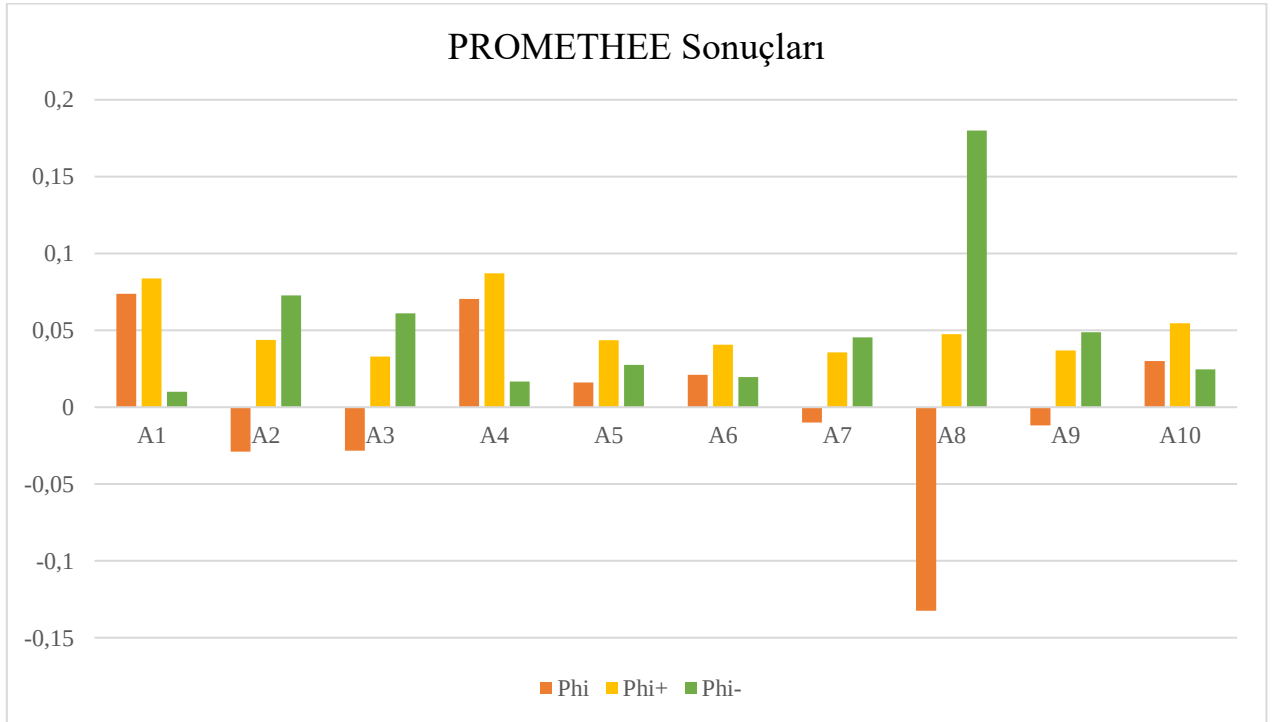
Visual PROMETHEE Academic - 01.09.22.vpg (saved)

File Edit Model Control PROMETHEE-GAIA GDSS GIS Custom Assistants Snapshots Options Help

Scenario1	K11	K12	K13	K14	K21	K22	K23	K31	K32	K33	K41	K42	K43	K44	K45
Unit	unit	unit	unit	y/h	5-point	5-point	5-point	unit	unit	unit	impact	unit	unit	unit	unit
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Preferences															
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Weight	0,12	0,04	0,33	0,07	0,04	0,07	0,18	0,01	0,03	0,06	0,01	0,02	0,00	0,02	0,02
Preference Fn.	U-shape	U-shape	U-shape	U-shape	Level	Level	Level	U-shape	U-shape	U-shape	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
- P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	2,00	2,00	2,00	n/a	n/a	n/a	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics															
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	4,00	3,00	4,00	2,00	3,00
Maximum	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	5,00	5,00	1,00	1,00	1,00	8,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Average	0,30	0,10	0,10	0,60	3,20	3,90	3,90	0,30	0,70	0,20	6,40	5,40	6,10	5,00	5,40
Standard Dev.	0,46	0,30	0,30	0,49	0,75	0,83	0,83	0,46	0,46	0,40	1,28	1,91	1,45	1,90	1,74
Evaluations															
action1	yes	no	no	yes	good	good	very good	no	yes	yes	7,00	7,00	4,00	6,00	5,00
action2	no	no	no	no	average	bad	good	no	yes	no	6,00	7,00	7,00	4,00	6,00
action3	no	no	no	no	average	good	average	yes	no	no	5,00	9,00	6,00	4,00	3,00
action4	no	no	yes	yes	good	very good	very good	no	yes	yes	8,00	5,00	5,00	7,00	5,00
action5	yes	no	no	yes	average	very good	good	no	yes	no	7,00	3,00	9,00	5,00	4,00
action6	no	no	no	no	average	good	good	yes	no	no	4,00	4,00	6,00	5,00	7,00
action7	no	yes	no	yes	bad	good	good	no	yes	no	7,00	3,00	7,00	3,00	6,00
action8	no	no	no	no	good	good	bad	yes	no	no	5,00	7,00	4,00	9,00	3,00
action9	no	no	no	yes	bad	average	good	no	yes	no	8,00	5,00	7,00	5,00	6,00
action10	yes	no	no	yes	good	good	good	no	yes	no	7,00	4,00	6,00	2,00	9,00

Şekil 8: PROMETHEE veri girişi ekranı

Şekil 8’de verilen bölüm doldurulduktan sonra PROMETHEE sonuçlarına ulaşılmıştır. 10 adayın değerlendirildiği modelden elde edilen sonuçlar Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9: PROMETHEE yönteminden elde edilen sonuçlar

Sonuçlar incelendiğinde Aday 1'in ilk sırada yer aldığı ve şirketin Aday 1'i işe alması gerektiği sonucuna varılmıştır. Ardından Aday 4 gelmektedir. Aday 4, Aday 1'in değerlerine çok yakın olduğu için güçlü bir rakip olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmada personelin maaş beklentisi dikkate alınmamıştır. Bu sebepten dolayı şirket Aday 1 ve Aday 4 arasında maaş kriterini de dikkate alarak bir seçim yapabilir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Siber güvenlik, globalleşen Dünya'da ilginin giderek arttığı ve öneminin kritik seviyelere ulaştığı bir konudur. Bununla birlikte insan faktörü siber güvenlik süreçlerinin yürütülmesinde en önemli kollarından biridir. Çünkü siber güvenlik uygulamalarında meydana gelen krizlerde konunun uzmanı olan kişilerin kritik müdahaleleri oluşabilecek maddi ve manevi kayıpların önüne geçmektedir. Bu sebepten dolayı siber güvenlik alanında personel seçimi problemi büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada siber güvenlik hizmeti veren bir şirkete uzman personel alım süreçleri ele alınmıştır. Öncelikle siber güvenlik uzmanı seçimini etkileyen kriterler literatür taraması ve uzman görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Ardında bu kriterler konunun uzmanı kişilerle AHP yöntemi uygulaması yapılarak değerlendirilmiştir. Çünkü her kriterin personel seçimini etkileme seviyesi farklıdır. Elde edilen kriter ağırlıkları sıralama algoritması olan PROMETHEE yönteminde kullanılarak adaylar değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda Aday 1'in siber güvenlik uzmanı olarak işe alınması gerektiği gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Aday 4'ün de güçlü bir aday olduğu sonucu dikkat çekmektedir. Yapılan çalışmada maaş ile ilgili kriterler dikkate alınmamıştır. Bu sebepten dolayı siber güvenlik şirketi güçlü iki aday arasında maaş politikasına en uygun olanı tercih edebilir.

Personel seçimi problemi literatürde ele alanın bir konu olmakla birlikte siber güvenlik alanında yapılmış bir uygulama bulunmamaktadır. Bu sebepten dolayı bu çalışmanın yapılan literatür taraması sonucunda ele alınan problem tanımı ve kullanılan kriterler açısından literatüre katkı sağlar nitelikte olduğu tespit edilmiştir. Siber güvenlik alanında personel seçimi ile ilgili literatür zayıftır. Literatürdeki bu eksikliği gidermek için farklı çalışmalar yapılabilir. Bu çalışmada kriterler uzman görüşleri ile belirlenmiş olup ileriki çalışmalarda bu çalışmadaki kriterler de göze alınarak yeni kriterler eklenip kriterler bazında literatüre katkısı analiz edilebilir. Örneğin ele alınan kriterler arttırılabilir. Kullanılan yöntem kombinasyonları çeşitlendirilerek sonuçlar karşılaştırılabilir. Siber güvenlik alanında personel seçimi problemi için yeni modeller önerilerek modellerin performansı değerlendirilebilir. Siber güvenlik alanı sürekli gelişen ve yeniliklerin hız kesmeden yaşandığı bir alan olduğu için personellerin eğitim planlaması yapılabilir. Son olarak siber güvenlik uzmanlarının performansları çok kriterli karar verme yöntemleri ile ölçülebilir.

KAYNAKÇA

- Ayough, A., Boshruai, S., & Khorshidvand, B. (2022). A new interactive method based on multi-criteria preference degree functions for solar power plant site selection. *Renewable Energy*, 195, 1165-1173. Elsevier.
- Chuang, Y.-C., Hu, S.-K., Liou, J. J., & Tzeng, G.-H. (2020). A data-driven MADM model for personnel selection and improvement. *Technological and Economic Development of Economy*, 26(4), 751-784.
- Dağdeviren, M. (2008). Decision making in equipment selection: An integrated approach with AHP and PROMETHEE. *Journal of intelligent manufacturing*, 19(4), 397-406. Springer.
- Danişan, T., Özcan, E., & Eren, T. (2022). Personnel Selection with Multi-Criteria Decision Making Methods in the Ready-to-Wear Sector. *Tehnički vjesnik*, 29(4), 1339-1347. Strojariski fakultet u Slavonskom Brodu; Fakultet elektrotehnike, računarstva
- Deringöz, A., Danişan, T., & Eren, T. (2021). Covid-19 takibinde giyilebilir sağlık teknolojilerinin ÇKKV yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Politeknik Dergisi*, 1-1.

- Dumnić, S., Mostarac, K., Ninović, M., Jovanović, B., & Buhmiller, S. (2022). Application of the Choquet Integral: A Case Study on a Personnel Selection Problem. *Sustainability*, 14(9), 5120. MDPI.
- Erdem, M. B. (2016). A fuzzy analytical hierarchy process application in personnel selection in it companies: A case study in a spin-off company. *Acta Physica Polonica A*, 130(1), 331-334. Institute of Physics, Polish Academy of Science.
- Eren, T., Danişan, T., Deringöz, A., & Aksüt, G. (2022). Comparison and selection of patient follow-up systems for covid-19 pandemic patients. *Fashion and Textiles*, 9(1), 1-13. SpringerOpen.
- Furnell, S., Fischer, P., & Finch, A. (2017). Can't get the staff? The growing need for cyber-security skills. *Computer Fraud & Security*, 2017(2), 5-10. Elsevier.
- Handfield, R., Walton, S. V., Sroufe, R., & Melnyk, S. A. (2002). Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytical Hierarchy Process. *European journal of operational research*, 141(1), 70-87. Elsevier.
- 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. Wiley Online Library.
- Karabasevic, D., Zavadskas, E. K., 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, 54-65.
- Kose, E., Kabak, M., & Aplak, H. (2013). Grey theory based MCDM procedure for sniper selection problem. *Grey systems: Theory and application*. Emerald Group Publishing Limited.
- Li, P., Xu, Z., Wei, C., Bai, Q., & Liu, J. (2022). A novel PROMETHEE method based on GRA-DEMA^{TEL} for PLTSs and its application in selecting renewable energies. *Information Sciences*, 589, 142-161. Elsevier.
- Maêda, N., Rodrigues, M. V. G., Ângelo, M., Moreira, L., Gomes, C. F. S., & d dos Santos, M. (2021). Bibliometric Studies on Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) Applied in Personnel Selection. *Modern Management Based on Big Data II and Machine Learning and Intelligent Systems III: Proceedings of MMBD 2021 and MLIS 2021*, 341, 119. IOS Press.
- Nong, N.-M. T., & Ha, D.-S. (2021). Application of MCDM methods to Qualified Personnel Selection in Distribution Science: Case of Logistics Companies. *Journal of Distribution Science*, 19(8), 25-35. Korea Distribution Science Association.
- Nursena, O., Yapıcı, S., Yumuşak, R., & Eren, T. (2021). Pandemi sürecinde sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi için ilaç deposu ve aşı dağıtım merkezi yeri seçimi. *Politeknik Dergisi*, 1-1.
- Ozcan, E., Danisan, T., Yumusak, R., & Eren, T. (2020). An Artificial Neural Network Model Supported With Multi Criteria Decision Making Approaches For Maintenance Planning In Hydroelectric Power Plants. *Polish Maintenance Soc.*
- Özcan, E., Yumuşak, R., & Eren, T. (2019). Risk based maintenance in the hydroelectric power plants. *Energies*, 12(8), 1502. Mdpi.
- Özcan, E., Yumuşak, R., & Eren, T. (2021). A novel approach to optimize the maintenance strategies: A case in the hydroelectric power plant. *Eksplotacja i Niezawodność*, 23(2).
- Paçacı, B., Serpil, E., & Çubuk, K. (Basımda). Çok Modlu Taşımacılığa Uygun Lojistik Merkez Yer Seçimi İçin Bir Öneri: Türkiye Uygulaması. *Politeknik Dergisi*, 1-1.
- Raj Mishra, A., Sisodia, G., Raj Pardasani, K., & Sharma, K. (2020). Multi-criteria IT personnel selection on intuitionistic fuzzy information measures and ARAS methodology. *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, 17(4), 55-68. University of Sistan and Baluchestan.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytical hierarchy process, planning, priority. Resource allocation*. RWS publications, USA.
- Samanlioglu, F., Taskaya, Y. E., Gulen, U. C., & Cokcan, O. (2018). A fuzzy AHP-TOPSIS-based group decision-making approach to IT personnel selection. *International Journal of Fuzzy Systems*, 20(5), 1576-1591. Springer.

- Sang, X., Yu, X., Chang, C.-T., & Liu, X. (2022). Electric bus charging station site selection based on the combined DEMATEL and PROMETHEE-PT framework. *Computers & Industrial Engineering*, 168, 108116. Elsevier.
- Shiva, S., Roy, S., & Dasgupta, D. (2010). Game theory for cyber security. *Proceedings of the Sixth Annual Workshop on Cyber Security and Information Intelligence Research* (ss. 1-4).
- Taşkın, E., Gezik, N., Yumuşak, R., & Tamer, E. (T.Y.). Depo Yönetiminde Endüstri 4.0 Uygulaması: Bir İşletme için RFID Teknoloji Seçimi. *Endüstri Mühendisliği*, 33(1), 194-211.
- Thakkar, J. J. (2021). Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE). *Multi-Criteria Decision Making* (ss. 119-127). Springer.
- Tong, L. Z., Wang, J., & Pu, Z. (2022). Sustainable supplier selection for SMEs based on an extended PROMETHEE II approach. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129830. Elsevier.
- Tuzkaya, G., Gülsün, B., Kahraman, C., & Özgen, D. (2010). An integrated fuzzy multi-criteria decision making methodology for material handling equipment selection problem and an application. *Expert systems with applications*, 37(4), 2853-2863. Elsevier.
- Urosevic, S., Karabasevic, D., Stanujkic, D., & Maksimovic, M. (2017). An Approach To Personnel Selection In The Tourism Industry Based On The Swara And The Waspas Methods. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 51(1).
- Uslu, Y. D., Yılmaz, E., & Yiğit, P. (2021). Developing qualified personnel selection strategies using MCDM approach: A university hospital practice. *Strategic Outlook in Business and Finance Innovation: Multidimensional Policies for Emerging Economies*. Emerald Publishing Limited.
- Yapıcı, S., Oral, N., Yumuşak, R., & Eren, T. (2021). Blokzincir Teknolojisi ile Merkezi ve Dağıtık Veri Tabanının Karşılaştırılması. *Endüstri Mühendisliği*, 32(3), 457-472.
- Yaşar, S., Poyraz, Z., Yumuşak, R., & Eren, T. (2022). ANP ve PROMETHEE Yöntemleri ile Akıllı Şehir Analizi: Ankara’da Bir Uygulama. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(1), 15-28.