

AFAD Yönetim Döngüsünün Depreme Uyarlanarak Riskleri Azaltmadaki Etkisinin ANP Yöntemi ile Analizinin Yapılması, Sağlık ve Güvenliğe Etkisinin Yorumlanması

Güler AKSÜT^{1*}

¹İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye

*¹ guleraksut@hotmail.com.

(Geliş/Received: 26/06/2025)

Kabul/Accepted: 16/09/2025)

Öz: Türkiye, kuzeyde Avrasya levhası ile güneyde kuzeybatı ve kuzeye hareket eden Arabistan ve Afrika levhaları arasında yer almaktadır. Ülkemizde levha içi aktif fayların sebep olduğu çok sayıda deprem meydana gelmektedir. Hasara ve can kayıplarına neden olabilen depremlerin büyüklükleri ise beş ve daha büyük olanlardır. Yapılan bu çalışma da doğal afetler arasında en zararlı ve felaketli doğa olayı olan depremlerin önlenmesine engel olunmasa da proaktif yaklaşım sergileyerek çalışanların ve toplumun diğer kesiminin sağlık ve güvenliklerini sağlamada etkili olması amacıyla yapılmıştır. Çalışmada ANP yöntemi kullanılmıştır. Afet yönetim döngüsünde yer alan azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirmeden oluşan birbirine bağlı faaliyetleri kriter olarak belirlenerek bu kriterlerin birbiri ve alt kriterler içerisindeki ilişkileri dikkate alınarak uzman görüşleri doğrultusunda önem ağırlıkları belirlenmiştir. En yüksek ağırlığı 0,186417 ile risk değerlendirme oluşturmuştur. Yapılan çalışma afet yönetim planının uygulanmasında önceliklerin belirlenmesiyle depremin neden olduğu sağlık, güvenlik, sosyal, ekonomik ve çevresel kayıp ve zararların etkilerini azaltmaya veya önlemeye katkı sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Sağlık ve güvenlik, deprem, ANP.

Analysis of the Effect of AFAD Management Cycle on Reducing Risks by Adapting to Earthquake with ANP Method and Interpretation of its Effect on Health and Safety

Abstract: Türkiye is located between the Eurasian plate in the north and the Arabian and African plates in the south, which move northwest and north. Many earthquakes caused by active intraplate faults occur in our country. Earthquakes that can cause damage and loss of life are those with magnitudes five and greater. This study was carried out with the aim of not preventing earthquakes, which are the most harmful and disastrous natural events among natural disasters, but to be effective in ensuring the health and safety of employees and other parts of society by taking a proactive approach. ANP method was used in the study. The interconnected activities of reduction, preparation, intervention and recovery in the disaster management cycle were determined as criteria and the relationships between these criteria and the sub-criteria were taken into account and their importance weights were determined in line with expert opinions. Risk assessment had the highest weight of 0.186417. The study will contribute to reducing or preventing the effects of health, security, social, economic and environmental losses and damage caused by the earthquake by determining the priorities in the implementation of the disaster management plan.

Key words: Health and safety, earthquake, ANP.

1. Giriş

Depremler, Yerkabuğunun kırılması neticesinde meydana gelen enerjinin sismik dalgalar halinde yayılarak yüzey kırılması, yer sarsıntısı, yapılara ve insan yerleşimlerinde potansiyel hasara neden olan jeolojik olaylardır [1]. Öngörülemez yapıları ve potansiyel olarak yıkıcı sonuçları nedeniyle dünya çapında mağduriyete sebebiyet verir [2]. Depremler önenebilir olmasa da erken tahmin, daha dayanıklı altyapı ve acil durum hazırlığı gibi önlemlerle felaketle ilişkili ölümleri ve yaralanmaları azaltılabilir. Bu nedenle, beklenmeyeni öngörmek ve en kötü senaryolarla başa çıkmaya hazır olmak önemlidir. Aynı derecede önemli olan, felaketler meydana geldiğinde gereken hızlı müdahaledir; bu, can kaybını ve yaralanmaların ciddiyetini önemli ölçüde azaltabilir [3].

Birbirine bağlı önleme, hazırlık, müdahale ve iyileştirme aşamalarından oluşan afet yönetim döngüsü faaliyetlerinin bir sürekliliği vardır [4]. Tehlike kaynaklı potansiyel hasarı azaltmak ve önlemek, afet mağdurlarına gerekli yardımı hızlıca ulaştırmak, etkili ve süratli bir iyileşme sağlamak afet yönetiminin hedeflerindendir [5].

Ülkemizin jeopolitik konumu göz önüne alındığında özellikle deprem gibi insan hayatını ciddi boyutlarda etkileyen bir afet karşısında işverenlerin çalışanların iş sağlığı ve güvenliğini sağlamak adına yapması gereken birtakım yükümlülükleri de vardır [6]. Sadece afet müdahale ve kurtarma aşamalarına (yani afet kriz yönetimi) odaklanılması azaltma ve hazırlık aşamalarına (yani afet risk yönetimi) yeterli özen ve dikkat gösterilmemesi

* Sorumlu yazar: guleraksut@hotmail.com. Yazarların ORCID Numarası: ¹ 0000-0002-3637-1335

Türkiye’de bugüne kadar farklı sorunlara yol açmıştır [7]. Yapılan çalışma da afet yönetim döngüsünde yer alan azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirmeden oluşan birbirine bağlı faaliyetleri kriter olarak belirleyip bu kriterlerin birbiri ve alt kriterler içerisindeki ilişkileri dikkate alınarak her bir kriterin önem ağırlığı belirlenerek gerek çalışanların gerekse halkın ölüm ve yaralanma riskinin önlenmesi ya da azaltılması hedeflenmiştir.

Literatürde deprem afetinin yönetim döngüsü aşamaları ile ilgili yapılmış çalışmalar mevcuttur.

Caymaz vd., [7] çalışmalarında kapsamlı ve stratejik düzeyde uygun bir afet yönetim modelini Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi standartlarına uygun olarak hazırlayarak gereksiz can kayıplarını, ulusal ve kişisel varlık ve mülklere verilen zararı önlemeyi hedeflemişlerdir. Wang ve Wei [8] depremi algılamak için minimum maliyetli bir dedektör tasarlamayı hedeflemişlerdir. Zhang vd., [9] araştırmalarında arama kurtarma ekibi yerine çökmüş binalara yiyecek, su, iletişim sistemi vb malzemeleri ulaştırmaları için robot kullanılması üzerine çalışmışlardır. Auclair vd. [10] çalışmalarında 11 farklı ülkeden 104 Kentsel Arama ve Kurtarma ekibi üyesinin katıldığı bir anketin sonuçlarını kullanarak bir deprem erken uyarı sisteminin, kurtarma ekiplerinin artçı şokların neden olduğu harabelerin çökmesi nedeniyle korunma ihtiyaçlarının ne ölçüde karşılanabileceğini belirlemek üzere yapılandırmışlardır. Kasnesis vd. [11] çalışmalarında, giyilebilir bir cihaz, bir baz istasyonu, bir mobil uygulama ve bir bulut tabanlı altyapı içeren derin öğrenme destekli bir uygulamayla enkaz altında kalan kişilerin tespit edilmesini amaçlamışlardır. Ahmadi vd. [12] çalışmalarında deprem müdahale ortamında kurtarma ekiplerinin sağlam tahsisi ve rotası için iki aşamalı bir yaklaşımla yeni bir karar destek çerçevesi sunmuşlardır. Huu vd. [13] acil durumlarda kurtarmayı kontrol etmek için robotik kol sistemi tasarlamışlardır. Adıgüzel [14] lojistik sektöründeki yapay zekâ teknolojisi alanının ekonomik katkılarını ve afet lojistiğinde yapay zekâ kullanım alanlarını araştırmışlardır. De Donato vd. [15] çalışmalarında deprem durumunda kurtarma operasyonları sırasında kişilerin tespiti ve yerinin belirlenmesini desteklemek için SAFE ICT Platformunun kavramsallaştırılması, tasarımı, geliştirilmesi ve değerlendirilmesi hakkında bilgi vermişlerdir. Zaker vd. [16] deprem sonrası etkili afet yönetimi için doğru bina hasar değerlendirmesinin kritik rolünü vurgulamışlardır. Çalışma, arama ve kurtarma çabaları için öncelikleri belirleme ve acil durum kaynaklarını tahsis etme gibi afet yönetim planlarına önemli ölçüde katkıda bulunacaktır. Li ve Zhao [17] çalışmalarında deprem arama ve kurtarma robotlarının performansını değerlendirmek ve sıralamak için geliştirilmiş bir radar çizelgesine dayalı geliştirilmiş bir bulanık analitik hiyerarşi süreci önererek üstün genel performansa sahip arama ve kurtarma robotunun seçilmesini kolaylaştırmışlardır. Aydın [18] çalışmasında şehirler arasındaki mesafeye dayalı olasılıkları hesaba katan sismik riske dayalı bir çerçeve sunmuştur. Akdaş ve Eren [19] çalışmalarında, riskli bir bölgede bulunan bir ildeki deprem senaryosunu dikkate alarak, yıkım yaşanan 8 bölgeye gönderilecek 380 Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) arama kurtarma ekibinin görevlendirilmesini ayarlamışlardır. Farajkhah ve Coban [20] mevcut veri tabanlarını, varsayımları ve girdileri değerlendirerek ve sistematik planlamaya ve geliştirilmiş müdahale stratejilerine yol açan diyalogu teşvik ederek gelecekteki arama ve kurtarma çabalarının etkinliğini artırmayı hedeflemişlerdir. Öztürk ve Kuday, [21] çalışmalarında, 2023 Kahramanmaraş depremlerine müdahale eden arama ve kurtarma görevlileri arasında İşle İlgili Stres Ölçeği’nin Türkçe versiyonunun güvenilirliğini ve geçerliliğini değerlendirmişlerdir. Yousef vd. [22] deprem sonrası hızlı müdahaleyi kolaylaştırmak için yardımcı bir deprem acil durum çerçevesi önermişlerdir. Contini ve Martins [23] araştırmalarında giyilebilir cihazlara uygulanabilir sensörleri analiz ederek, köpekler kullanılarak yapılan arama ve kurtarma operasyonları bağlamında giyilebilir bir cihazda uygulanacak operasyon, güvenilirlik ve maliyet açısından en iyi teknolojilerin tanımlanmasını sağlamayı amaçlamışlardır. Ding and Pei [24] büyük doğal afetlerden sonraki dinamik acil durum müdahale planı seçimi problemi için yenilikçi bir metodoloji sunmuşlardır.

Literatürdeki çalışmaların incelenmesi neticesinde yapılan çalışmaların daha çok arama ve kurtarmaya odaklandığı diğer aşamalara ise daha az yer verildiğine rastlanmıştır. Yapılan bu çalışma afet yönetim döngüsünde yer alan azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirmeden oluşan birbirine bağlı faaliyetleri kriter olarak belirleyip bu kriterlerin birbiri ve alt kriterler içerisindeki ilişkileri dikkate alınarak her bir kriterin önem ağırlığı belirlenmiştir.

Bu çalışma deprem afetinin önceliklendirmesini sağlayarak, bir sıralama yaparak çalışan ve halkın ölüm ve yaralanma riskinin azaltılmasına, önlenmesine afet yönetim planının uygulanmasına katkı sağlayacaktır.

Çalışma planı şu şekildedir: İkinci bölüm girişi takip etmektedir ve kullanılan metod hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışma uygulamasına yer verilmiştir. Dördüncü bölümde çalışmanın bulguları tartışılmıştır. Beşinci ve son bölümde ise sonuçlara yer verilmiştir.

2. Metod ve Yöntem

ANP yöntemi

Çok ölçütlü bir ölçüm teorisi olan Analitik Ağ Süreci (ANP), mutlak sayıların temel bir ölçeğine ait olan bireysel yargılardan (veya göreceli bir biçime normalleştirilmiş gerçek ölçümlerden) mutlak sayıların göreceli

öncelik ölçeklerini türetmek için kullanılır. Bu yargılar, temeldeki bir kontrol kriterine göre sistemdeki üçüncü bir öge üzerindeki ikili karşılaştırma sürecinde iki unsurdan birinin diğerine göreceli etkisini temsil eder. ANP, girişleri sütun önceliklerinin matrisleri olan süper matrisi aracılığıyla, öge kümeleri içinde ve arasında bağımlılığın ve geri bildirimin sonucunu sentezler [25].

Dört ana adımdan oluşan ANP süreç adımları aşağıda yer almaktadır [26-27]

Adım 1. Model oluşturma ve problem yapılandırma: Problem açıkça ifade edilerek ağ gibi rasyonel bir sisteme ayrıştırılmalıdır. Yapı, beyin fırtınası veya diğer uygun yöntemlerle karar vericilerin görüşleri doğrultusunda elde edilebilir.

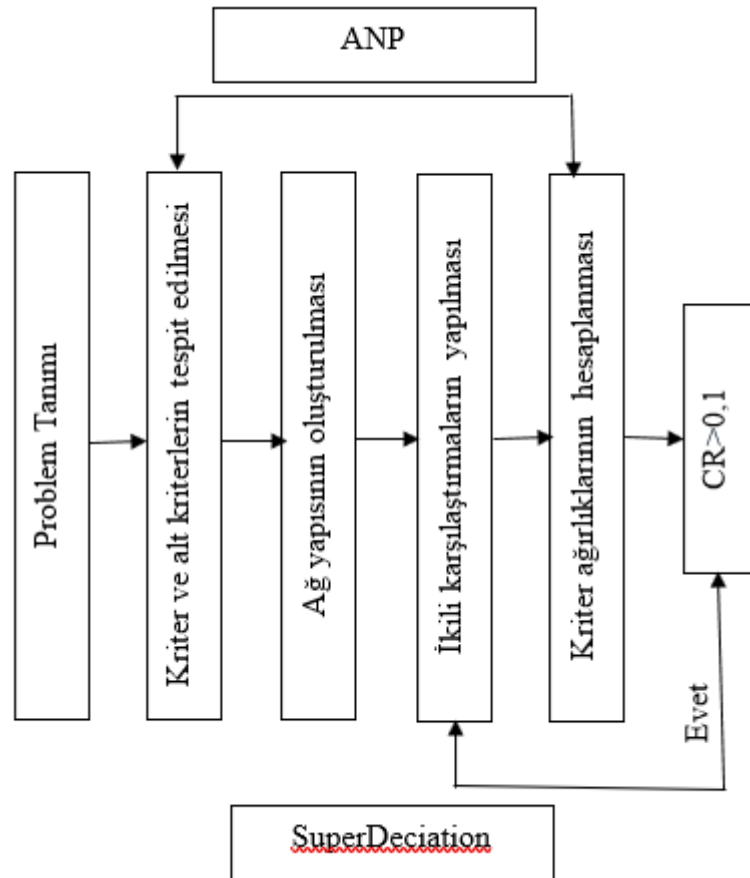
Adım 2. İkili karşılaştırma matrisleri ve öncelik vektörleri: ANP’ de her bileşendeki karar öğeleri, kontrol kriterlerine göre önemlerine göre ikili olarak karşılaştırılır ve bileşenlerin kendileri de amaca katkılarına göre ikili olarak karşılaştırılır. Karar vericilerden, aynı anda iki unsurun veya iki bileşenin kendi üst düzey kriterlerine nasıl katkıda bulundukları açısından karşılaştırılacağı bir dizi ikili karşılaştırmaya yanıt vermeleri istenir.

Adım 3. Süper Matris Oluşumu ve Analiz: Birbirine bağlı etkilere sahip bir sistemde küresel öncelikleri elde etmek için, yerel öncelik vektörleri, süper matris olarak bilinen bir matrisin uygun sütunlarına girilir. Sonuç olarak, bir süper matris aslında bölümlenmiş bir matristir, burada her bir matris segmenti bir sistemdeki iki düğüm (bileşenler veya kümeler) arasındaki bir ilişkiyi temsil eder.

Adım 4. Matris tutarlılığının kontrolü: Her bir karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranı (CR) $CR < 0,10$ ise matris tutarlıdır. Bu şart sağlanmazsa Adım 3’e geri dönlür.

3. Bulgular

Problemin akış şeması Şekil 1’de yer almaktadır.



Şekil 1. Problemin akış şeması.

İkili karşılaştırmaların yapılmasında Tablo 1’ de yer alan Saaty’nin 1-9 skalası kullanılmıştır [31]. İkili karşılaştırmalar uzman görüşlerine göre yapılmıştır. Uzman grubu; İş Sağlığı ve Güvenliği dalında akademisyen, jeoloji mühendisi, A sınıfı iş sağlığı ve güvenliği uzmanı; jeoloji mühendisi C sınıfı iş sağlığı ve güvenliği uzmanı, Afet Yönetim Daire Başkanlığında görevli; Jeoloji mühendisi, Afet Yönetim Daire Başkanlığında görevli ve Afet yönetimi alanında yüksek lisans yapan alanlarında yetkin uzman ekipten oluşmuştur. Uzmanların jeoloji mühendisi, afet, sağlık ve güvenlik dalında deneyim sahibi kişilerden oluşmasına dikkat edilmiştir. Uzmanlar 4 ila 11 yıllık deneyime sahiptir. İkili karşılaştırmalar uzman karar vericinin grup kararı ile yapılmıştır. Şekil 3’te örnek ikili karşılaştırmaya yer verilmiştir. Tutarlılık oranının 0,1’den küçük olma koşulu sağlanmıştır.

Tablo 1. Önem skala değerleri ve tanımları.

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahip
3	Biraz önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmakta
5	Fazla önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmakta
7	Çok fazla önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır
9	Aşırı derece önemli	Bir kriterin diğerlerine göre üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

2. Node comparisons with respect to Mali destek

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Mali destek" node in "Hazırlık Aşaması" cluster

Erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi is moderately more important than Eğitim programları

1. Erken uyarı sis~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Eğitim programları~
2. Erken uyarı sis~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Kamuoyu bilinçl~
3. Erken uyarı sis~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Risk değerlendir~
4. Eğitim programl~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Kamuoyu bilinçl~
5. Eğitim programl~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Risk değerlendir~
6. Kamuoyu bilinçl~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Risk değerlendir~

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.05787

Erken uya~	0.20849
Eğitim pr~	0.08918
Kamuoyu b~	0.08918
Risk dege~	0.61316

Completed Comparison

Copy to clipboard

Şekil 3. İkili karşılaştırma.

Şekil 4’te ANP ile kriter ağırlıklarının hesaplanması yapılmıştır.

Here are the priorities.				
Icon	Name		Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	Altyapıda sismik değerlendirmeler yapma		0.18990	0.049438
No Icon	Bina mevzuatını uygulama		0.37938	0.098768
No Icon	Savunmasız yapıları güçlendirme		0.43072	0.112133
No Icon	Acil müdahale planlarının tanımlanması		0.29847	0.124594
No Icon	Erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi		0.11900	0.049676
No Icon	Eğitim programları		0.05971	0.024926
No Icon	Kamuoyu bilinçlendirme kampanyaları		0.07624	0.031825
No Icon	Risk değerlendirmeleri		0.44657	0.186417
No Icon	Konut yardımı		0.29824	0.046344
No Icon	Mali destek		0.43864	0.068162
No Icon	Rehabilitasyon planlaması		0.26312	0.040888
No Icon	Acil durum barınağının sağlanması		0.15209	0.025373
No Icon	Acil durum kaynaklarının seferber edilmesi		0.37209	0.062075
No Icon	Arama ve kurtarma operasyonlarının kullanılması		0.18090	0.030179
No Icon	Tahliye		0.19387	0.032343
No Icon	Tıbbi triyaj		0.10104	0.016857

Şekil 4. ANP ile kriter ağırlıklarının hesaplanması.

4. Tartışma

Belirli bir ülke olan Türkiye'ye odaklanılarak yapılan çalışmada kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında ANP yöntemi kullanılmıştır. Yapılan modelleme neticesinde azaltma kriterinde yer alan alt kriter ağırlıkları şu şekilde sıralanmıştır: Savunmasız yapıları güçlendirme 0,112133, bina mevzuatını uygulama 0,098768 altyapıda sismik değerlendirmeler yapma 0,049438 olarak sıralanmıştır. Sismik değerlendirme bir yapının sismik kuvvetlere dayanma kabiliyetinin değerlendirilmesini içerir. Altyapı yatırımları deprem gibi afetlerin bir şehri nasıl etkileyeceği göz önünde bulundurularak daha fazla artırılmalıdır [22]. Binaların Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen amaç ve esaslarına uygun olarak gerekli koşulları sağlaması oldukça önem arz etmektedir.

Hazırlık kriterinde yer alan alt kriter ağırlıkları şu şekilde sıralanmıştır: Risk değerlendirmeleri 0,186417, acil müdahale planlarının tanımlanması 0,124594, erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi 0,049676 kamuoyu bilinçlendirme kampanyaları 0,031825 eğitim programları 0,024926 olarak sıralanmıştır. Risk değerlendirmeleri 0.186417 ile en yüksek ağırlığa sahip olan alt kriter olarak karşımıza çıkmıştır. Bu sonuç bize proaktif bir yaklaşımla tehlike ve risklerin önceden tespit edilerek önlemlerin alınması gerekliliği konusunda da uyarıcı niteliktedir. Bu bağlamda afet eğitimi de önem kazanmaktadır. Afet eğitimi bilgi aktarmayı, becerileri geliştirmeyi, bireylerin ve grupların savunmasızlıklarını azaltmayı motive etmeyi amaçlamaktadır. Savunmasız insanları eğitmek başkaları ve toplum üzerinde olumlu bir etki ortaya çıkarır. Afet eğitimi operasyonel, işlevsel ve uygun maliyetlidir. Aksi takdirde riske ilişkin yetersiz anlayış ve düşük farkındalık insanların hazırlığını, müdahalesini ve iyileşmesini olumsuz yönde etkileyecektir. Özellikle savunmasız insanlar için tehlikeler, savunmasızlıklar ve kapasiteler hakkında bilgi toplamak ve yaymak bir öncelik olmalıdır [5]. Uyarı sistemleri de oldukça önemlidir.

Bir deprem uyarı sistemini Android akıllı telefonlar için Google geliştirmiştir. Telefonlar bu sistem sayesinde depremin başlamadan önce sarsıntıyı algılayarak kullanıcılara uyarı göndermektedir. İnsanlar bu uyarı sayesinde deprem anına daha hazırlıklı olarak zarar görmelerini önleyebilmektedir [32].

Müdahale kriterinde yer alan alt kriter ağırlıkları şu şekilde sıralanmıştır: Acil durum kaynaklarının seferber edilmesi 0,062075 Tahliye 0,032343 Arama ve kurtarma operasyonlarının kullanılması 0,030179 Acil durum barınağının sağlanması 0,025373 Tıbbi triyaj 0,016857 olarak sıralanmıştır. Arama ve kurtarma operasyonlarında günümüz teknoloji ve modern araçları depremden hemen sonra ilk durumu değerlendirmek için büyük destek sağlamaktadır. Bunlar arasında İnsansız Hava Araçları (İHA), uzaktan algılama, sosyal medya acil durum çağrılarını vb. yer almaktadır [33]. Arama ve kurtarma ekibinin çevre ve sağlık, iletişim ve bilgi, örgütsel, lojistik vb. alanda sıkıntı yaşamamaları oldukça önemlidir [34]. Bir yandan kaynakların bulunabilirliğindeki karmaşıklık, diğer yandan da mahsur kalan insanların hayatta kalma şanslarının azalması, müdahale aşamasının hayat kurtarma çabalarında zamanında kaynak tahsisinin önemini vurgulamaktadır [35]. Sosyal medya platformları ve mobil uygulamalar tahliye emirleri, müdahale çabalarının durumuna ilişkin güncellemeler ve barınak yerleri gibi kritik bilgileri halka iletmek için kullanılabilir [36]. Tıbbi triyaj kurtulanlar bulunduğunda acil tıbbi müdahale sağlamak için ilk yardım sağlamayı, yaralıları sabitlemeyi ve güvenli bir şekilde tahliye edilip tıbbi profesyonellere teslim edilene kadar refahlarını sağlamak için temel tıbbi prosedürleri gerçekleştirmeyi içerir [15]. Potansiyel yaralıları hayati parametrelerine ve fiziksel durumlarına göre sınıflandırılması tıbbi ve kurtarma kaynaklarının daha iyi tahsis edilmesini sağlamada faydalı olacaktır [22].

İyileştirilme kriterinde yer alan alt kriter ağırlıkları şu şekilde sıralanmıştır: Mali destek 0,068162, Konut yardımı 0,046344 Rehabilitasyon planlaması 0,040888 olarak sıralanmıştır. İyileştirme çalışmaları; kayba uğrayan, zarar ve hasar gören varlıkları iyileştirmek; afetlere daha dirençli yapıları afet tehlikelerinden uzak alanlarda inşa etmek; yalnızca yapısal kayıpları değil ayrıca sosyal, ekonomik, kültürel ve çevresel kayıpları da gidermek; uzun vadeli bir bakış açısıyla afetten etkilenen bölgede sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmak olarak ele alınır. Türkiye Afet Sonrası İyileştirme Planı (TASİP) ile bu süreçte çok daha planlı şekilde iyileştirmede yol alınacaktır [37].

5. Sonuç

Yapılan bu çalışma da doğal afetler arasında en zararlı ve felaketli doğa olayı olan depremlerin önlenmesine engel olunmasa da proaktif yaklaşım sergileyerek çalışanların ve toplumun diğer kesiminin sağlık ve güvenliklerini sağlamada etkili olması amacıyla yapılmıştır. Her bir evre bütünleşik afet yönetiminde birbirini takip ettiği gibi aynı zamanda birbirleriyle de iç içedir. Bu nedenle bir sonraki aşama bir önceki aşamada gerçekleştirilen faaliyetlerden doğrudan etkilemektedir [37]. ANP yöntemi ile yapılan bir ağ yapısı ile modellenen karar verme probleminde faktör içindeki iç bağımlılıklar ve faktörler arasındaki bağımlılıklar dikkate alınmaktadır [38]. Bu yüzden bu çalışmaya bu yöntem uygun olmuştur. Çalışma sonucunda en yüksek ağırlığı 0,186417 ile risk değerlendirme oluşturmuştur. Afetlerle mücadele de başarılı olabilmek için tehlike ve risk analizine dayandırılmış risk azaltma çalışmalarına ihtiyaç olduğu [39] da bu çalışmayla pekiştirilmiştir. Proaktif yaklaşım sergilenecek azaltma ve hazırlık aşamalarına (yani afet risk yönetimi) yeterli özen ve dikkat gösterilmesi sonraki aşamaların da başarılı olmasında etkili olarak gerek çalışanların gerekse toplumun her kesiminin sağlık güvenliklerini sağlama da etkili olacaktır.

Ülkemizde risk azaltma çalışmalarının yönetimi için Türkiye Afet Risk Azaltma Planı (TARAP) ve İl Risk Azaltma Planı (İRAP); müdahale süreci için Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) ve İl Afet Müdahale Planları uygulamaya geçirilmiştir. İyileştirme sürecine ilişkin ise ulusal düzeyde rehber niteliği taşıyan Türkiye Afet Sonrası İyileştirme Planı (TASİP) ve bu kapsamda yaşanan afete özgü ve afet sonrasında kullanılmak üzere TASİP-Uygulama Planı (TASİP-UP) hazırlanmıştır [37]. Yapılan bu çalışma da bu planlarla birlikte depremin neden olduğu fiziksel, sosyal, ekonomik, çevresel zarar ve kayıpların etkilerini azaltmak veya önlemek ve depreme dirençli, hazırlıklı, güvenli ve sürdürülebilir yeni yaşam çevreleri oluşturulmasına [39], ağırlıkların sıralaması dikkate alınarak önceliklendirilmelerle katkı sunacaktır.

Yapılacak diğer çalışmalarda farklı çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak kriterler ağırlıklandırılıp alternatifler belirlenerek bu alternatiflerin sıralaması yapılabilir. Bu çalışma Türkiye ile sınırlı olup Türkiye ile başka ülkelerin kriter ağırlıkları karşılaştırılarak değerlendirmeler yapılabilir.

Kaynaklar

- [1] Cassidy JF. Earthquake. In Encyclopedia of natural hazards 2013;208-223). Springer, Dordrecht.
- [2] Wyss M, Speiser M, and Tolis S. Earthquake fatalities and potency. Nat Hazard 2023;119(2):1091-1106.
- [3] Çalışkan C, ve Özcebe H. Afetlerde Enfeksiyon Hastalıkları Salgınları ve Kontrol Önlemleri. TAF Preventive Medicine Bulletin 2013; 12(5).
- [4] Coetzee C, and Van Niekerk D. Tracking the evolution of the disaster management cycle: A general system theory approach. Jambá: J. Disaster Risk Studies 2012; 4(1):1-9.
- [5] İskender H. Establishment of modern disaster management in Turkey: operational improvements. Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi 2021; (52):243-255.
- [6] Demir DÇ. Depreme ilişkin iş sağlığı ve güvenliği anlamında işveren yükümlülükleri. Ankara Barosu Dergisi 81(Özel Sayı), 197-232.
- [7] Caymaz E, Akyon FV, and Erenel F. A model proposal for efficient disaster management: the Turkish sample. Procedia-Social and Behavioral Sciences 2013; 99:609-618.
- [8] Wang CC, and Wei GH. A Low-cost Design of Earthquake Detector with Rescue Message Deliver using Mobile Device. Proc of Eng and Technol. Innovation 2016; 2: 04-05.
- [9] Zhang D, Shiguematsu YM, Lin JY, Ma YH, Al Maamari MS, and Takanishi A. Development of a hybrid locomotion robot for earthquake search and rescue in partially collapsed building. In 2019 IEEE Int. Conference on Mechatronics and Automation (ICMA) 2019, August; (pp. 2559-2564). IEEE.
- [10] Auclair S, Gehl P, and Delatre M. Needs and opportunities for seismic early warning prior to aftershocks for search and rescue teams: An in-depth analysis of practitioners' perceptions. Int. J. Disaster Risk Reduct. 2021; 65:102545.
- [11] Kasnesis P, Doulgerakis V, Uzunidis D, Kogias DG, Funcia SI, González MB, and Patrikakis CZ. Deep learning empowered wearable-based behavior recognition for search and rescue dogs. Sensors 2022;22(3): 993.
- [12] Ahmadi G, Tavakkoli-Moghaddam R, Baboli A, and Najafi M. A decision support model for robust allocation and routing of search and rescue resources after earthquake: a case study. Oper Res. 2022; 1-43.
- [13] Huu PN, Thi QN, Nam VTN, Nguyen TD, and Minh QT. Design of Robotic Arm Control Model for Rescue Applications. In 2022 Int. Conference on Advanced Computing and Analytics (ACOMPA) 2022, November; (pp. 72-79). IEEE.
- [14] Adıgüzel S. Afet durumlarında yapay zeka teknolojisi ile lojistik yönetimi örnekleri. Akademik İzdüşüm Dergisi 2022;7(1): 47-70.
- [15] De Donato MC, Corradini F, Fornari F, and Re B. SAFE: An ICT platform for supporting monitoring, localization and rescue operations in case of earthquake. Internet Things 2024;27: 101273.
- [16] Zaker M, Alsan HF, and Arsan T. Building Damage Assessment to Facilitate Post-Earthquake Search and Rescue Missions by Leveraging a Machine Learning Algorithm. In 2024 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU) 2024 October ; (1-5). IEEE.
- [17] Li L, and Zhao Z. Comprehensive Performance Evaluation of Earthquake Search and Rescue Robots Based on Improved FAHP and Radar Chart. Appl Sci 2024;14(7):3099.
- [18] Aydın NS. A seismic-risk-based bi-objective stochastic optimization framework for the pre-disaster allocation of earthquake search and rescue units. Math. Modell. and Numer. Simul. with Appl. 2024;4(3): 370-394.
- [19] Akdaş E, ve Eren T. A sample application for scheduling search and rescue teams in an earthquake disaster. Sigma J. Eng Nat Sci. 2024; 42(5):1555-1562.
- [20] Farajkhah SK, and Coban E. International Search And Rescue Teams In Kahramanmaraş Earthquake. In 2024 Int. Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA) (2024, May) ; 1-5). IEEE.
- [21] Öztürk MH, and Kaday AD. Psychometric evaluation of the Turkish version of the Work-Related Stress Scale: A study among search and rescue workers responding to the 2023 Kahramanmaraş earthquakes. J. of Health Psychology 2024; 13591053241287675.
- [22] Yousefi MH, Behnam B, and Farahani S. An auxiliary framework to facilitate earthquake search and rescue operations in urban regions. Nat Hazard. 2024;120(12): 11107-11131.
- [23] Contini M S, and Martins LEG. Wearable device sensing technologies: a systematic literature review: Analysis of sensors applicable to wearable devices. Res Biomed Eng. 2024; 40(1):69-84.
- [24] Ding X, and Pei Z. Post-Natural Disasters Emergency Response Scheme Selection: An Integrated Application of Probabilistic T-Spherical Hesitant Fuzzy Set, Penalty-Incentive Dynamic Attribute Weights, and Non-Compensation Approach. Information 2024; 15(12): 775.
- [25] Saaty TL. Fundamentals of the analytic network process—Dependence and feedback in decision-making with a single network. J Syst Sci Syst Eng. 2004; 13: 129-157.

- [26] Meade LM, and Sarkis JJJ. Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: an analytical network approach. *Int J Prod Res.* 1999; 37(2): 241-261.
- [27] Saaty TL. Decision making with dependence and feedback: The analytic network process 1996; (4922,2). Pittsburgh, PA, USA: RWS Publ..
- [28] Khorram-Manesh A, Goniewicz K., Hertelendy A, and Dulebenets M. (Eds.). Handbook of disaster and emergency management. Kompndiet. 2021 ISBN: 978-91-527-0705-0.
- [29] Coppola D. Introduction to international disaster management. Elsevier 2006.ISBN: 0-7506-7961-1.
- [30] Khan H, Vasilescu LG, and Khan A. Disaster management cycle-a theoretical approach. *J. Management and Marketing* 2008; 6(1): 43-50.
- [31] Saaty TL.Decision making with the analytic hierarchy process. *Int J Serv Sciences* 2008;1(1): 83-98.
- [32] URL1, Depremden korunmak için kullanılabilecek teknolojiler, Erişim Tarihi: 3.5.2025: <https://mediatrend.mediamarkt.com.tr/depremden-korunmak-icin-kullanilabilecek-teknolojiler/>
- [33] Hossain MS, Chaitanya K, Bhattacharya Y, Numada M, Kamal ASM M, and Meguro K.. Integration of smart watch and geographic information system (GIS) to identify post-earthquake critical rescue area part. II. Analytical evaluation of the system. *Prog Disaster Sci.* 2021; 9:100132.
- [34] Kuday AD, Özcan T, Çalışkan C, ve Kınık K. Challenges faced by medical rescue teams during disaster response: a systematic review study. *Disaster medicine and public health preparedness* 2023; 17: e548.
- [35] Mohamadi A, Yaghoubi S, and Pishvae MS. Fuzzy multi-objective stochastic programming model for disaster relief logistics considering telecommunication infrastructures: a case study. *Operational Research* 2019;19:59-99.
- [36] URL2, Deprem: Afet yönetiminde kullanılan önemli teknolojiler, Erişim Tarihi 1.1.2025: <https://www.ekonomim.com/cozum-arenasi/deprem-afet-yonetiminde-kullanilan-onemli-teknolojiler-haberi-691327>,
- [37] Türkiye Afet Sonrası İyileştirme Planı. 9889 Sayılı Resmi Gazete, 2025.
- [38] Dağdeviren M., Dönmez N, ve Kurt M. Bir İşletmede Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Model Tasarımı ve Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 2006;21(2): 247-255.
- [39] Türkiye Afet Risk Azaltma Planı, 31890 sayılı Resmi gazete, 2022.