

Afet Sonrası Oluşan İkincil Afet Kriterlerinin Değerlendirilmesi: Ordu İli İçin Bir Uygulama

İrem Gaferoğlu¹, Sude Kaya¹, Y. Baran Kalemler¹, Emel Güven¹, Tamer Eren^{1,*}

¹Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale.

Özet

Afet; insanların kontrolü dışında gerçekleşen, olağan hayatta eksikliklerin oluşmasına neden olan, imkanların yetersiz kaldığı, sonucunda kayıpların olduğu olayların tümüdür. Türkiye'nin jeolojik, jeomorfolojik, iklimatik coğrafi özellikleri sebebiyle sıklıkla doğal afetlerle karşı karşıya kalmaktadır. Sel, deprem, orman yangınları, heyelan, çığ, kar ve fırtınalar Türkiye'de en sık görülen doğal afetlerdir. Yaşanılan doğal afetler bazı durumlarda ikincil doğal afetlere de sebep olabilmektedir. Bu kapsamda yapılan çalışmalarda ikincil afetler ele alınmıştır. İkincil afetlerde sıklıkla rastlanan afet türlerinden birisi heyelan afetidir. Bu nedenle geçmişte yaşanan afetler değerlendirildiğinde heyelan gerçekleşme olasılığı yüksek olan Ordu ili uygulama alanı olarak seçilmiştir. Ayrıca ilde hâkim jeolojik, topografik yapı ve aynı zamanda meteorolojik şartlar sebebiyle bazı bölgeler ikincil afetlere sebep olabilecek bir yapıya sahiptir. Çalışmada aşırı yağışın sebep olduğu sel ve ani kar erimeleri Ordu ilinde heyelan afetinin ikincil afet olarak gerçekleşmesi üzerinde durulmuştur. Problem çözümünde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden yararlanılmıştır. Öncelikle Ordu ilinde ikincil afete sebep olabilecek kriterler (kuvvetli eğim, meteorolojik etkenler, afet türü, kütle hareketleri, plansız yerleşme, yer çekimi etkisi) literatür araması ile oluşturulmuş, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Ağırlıklandırılan kriterler kapsamında Ordu'ya ait 19 ilçe Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution (TOPSIS) yöntemiyle heyelan ikincil afet oluşma olasılığına göre sıralanmıştır. İkincil afet olarak heyelanın gerçekleşme olasılığı en yüksek olan ilçe Mesudiye olmuştur.

Anahtar Sözcükler

Afet Yönetimi, İkincil Afetler, AHP, TOPSIS

Evaluation of Secondary Disaster Criteria after Disaster: An Application for Ordu Province

Abstract

Disaster; It is all of the events that take place beyond the control of people, cause deficiencies in ordinary life, are insufficient and losses occur as a result. Due to its geological location, Turkey often faces natural hazards. Floods, earthquakes, forest fires, landslides, avalanches, snow and storms are the most common natural hazards in Türkiye. Natural disasters can also cause secondary natural disasters in some cases. In this context, secondary disasters were discussed in the studies. One of the most common types of disasters in secondary disasters is landslide disaster. For this reason, considering the disasters experienced in the past, Ordu province, which has a high probability of landslides, was chosen as the application area. In addition, due to the dominant geological, topographic structure and meteorological conditions in the province, some regions have a structure that can cause secondary disasters. In the study, it was emphasized that the landslide disaster occurred as a secondary disaster in Ordu province after the natural disaster. Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods were used in problem solving. First of all, the criteria that may cause secondary disasters in Ordu province (high slope, meteorological factors, disaster type, mass movements, unplanned settlement, gravity effect) were created by literature search and weighted with the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. Within the scope of the weighted criteria, 19 districts of Ordu were ranked according to the possibility of a landslide secondary disaster using the Technique for Order Preference By Similarity To An Ideal Solution (TOPSIS) method. The district with the highest probability of a landslide occurring as a secondary disaster was Mesudiye.

Keywords:

Disaster Management, Secondary Disasters, AHP, TOPSIS

* Sorumlu Yazar: Tel: +90 (318) 3573576, Faks: +90 (318) 3572459

Gönderim Tarihi / Received : 11/02/2024

E-posta: iremgaferoglu@gmail.com (Gaferoğlu İ), sudekayaa12@gmail.com (Kaya S), Kabul Tarihi / Accepted : 22/05/2024
baran.kalemler45@gmail.com (Kalemler Y.B.), emel-gvn@hotmail.com (Güven E),
tamereren@gmail.com (Eren T)

1. Giriş

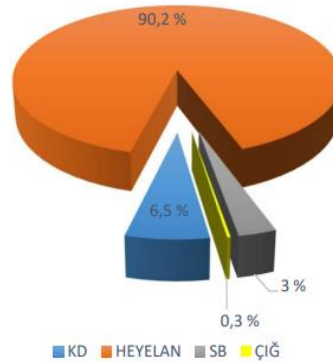
Afet; aniden gerçekleşen, maddi ve manevi kayıplara neden olan, imkanların yetersiz kaldığı, sonucunda canlıların yaşam kalitesini etkileyen olayların tümüdür. Türkiye jeolojik konumu sebebiyle sıklıkla doğal afetlerle karşı karşıya kalmaktadır.

Ortalama olarak Türkiye’de beş yılda bir geniş kapsamda maddi ve manevi kayıplara yol açan deprem afeti yaşanmaktadır. Deprem afetine ek olarak heyelan, kaya düşmesi, çığ, sel ve taşkınlar, yangın gibi afetler de bölgeler ve mevsimler genelinde sıklıkla yaşanmaktadır (Güven & Eren, 2023). Afetler oluşturduğu zararlar bakımından afetler değerlendirildiğinde depremler %55’lik oran ile ilk sırada yer almaktadır. Deprem afetini %21’lik oranla heyelan, %8’lik oranla su baskını, %7’lik oranla kaya düşmesi, %2’lik oranla çığ ve %7’lik oranla diğer afetler takip etmektedir (Eren vd., 2023).

Afet yönetiminde afet öncesi korumaya yönelik çalışmalar; kayıp ve zararların aza indirgenmesi, hazırlık aşaması, tahmin ve erken uyarı sistemleri, afetler hakkında bilgi sahibi olmak “Risk Yönetimi”; afet sonrası çalışmalar, etki analizi, etkin müdahale, iyileştirme, yeniden yapılandırma, psikolojik destek sağlama ise “Kriz Yönetimi” olarak kabul edilmektedir (Kadıoğlu, 2008). Afet yönetimi; afet öncesi, afet anında ve afet sonrasında gerekli olan çalışmaları kapsayan bir uygulamadır. Afet yönetimi sürecinin bir aşaması olan risk analizi ve zarar azaltma kapsamında hem tüm dünyada hem de Türkiye’de de birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (Güven & Eren, 2023). Türkiye’deki afet yönetim modeli “Bütünleşik Afet Yönetimi Sistemi” olarak isimlendirilmektedir. Başarılı bir afet yönetimi için tüm süreçlerin etkin bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir. Bu sistem, afet ve acil durumlardan kaynaklanan zararların önüne geçilebilecek için risk ve tehlike oluşturabilecek etmenlerinin önceden belirlenmesini, afet gerçekleşmeden önce oluşabilecek zararları engelleyebilecek veya olabilecek en az seviyeye indirecek önlemlerin alınmasını, müdahale ve afet sırasında ve sonrasında koordinasyonun sağlanmasını ve afet sonrasında iyileştirme çalışmalarının tamamını bir bütün olarak yürütülmesini kapsamaktadır (Medikal Arama & Kurtarma Derneği, 2024). İkincil afet, bir afet sonrasında onun etkisiyle oluşan yeni bir afet olayına veya olaylarına verilen isimdir (Medikal Arama & Kurtarma Derneği, 2024). Afetler ve ikincil afetler toplumların yaşamını önemli ölçüde etkileyen olaylardır. Normal seyreden hayatın düzenini değiştiren bu olaylar fiziksel, toplumsal, ekonomik ve çevresel düzeylerde ciddi kayıplara sebep olmaktadır (Karancı & İkizer, 2017). Türkiye’de her ilde ikincil afet yaşanma olasılığı vardır.

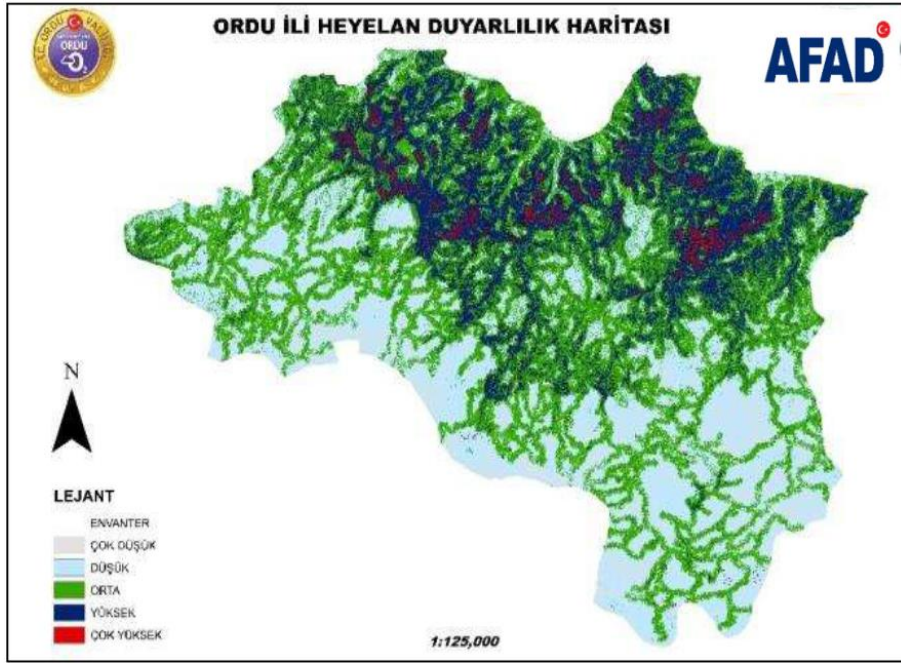
Bu çalışma kapsamında geçmişte yaşadığı afetlerin çokluğu ve ikincil afet oluşabilecek bölgeler olması sebebiyle Ordu ili seçilmiştir. Ordu ilinde %90,2 heyelan, %6,5 kaya düşmesi, %0,3 çığ, %3 lük kısmı ise diğer afetler oluşturmaktadır (Ordu İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2021). Geçmişte heyelanın Ordu ilinde en çok görülen afet olduğu gözlemlenmektedir. Kayalardan, döküntü örtüsünden veya topraktan oluşmuş kütlelerin, yer çekiminin etkisi altında yerlerinden koparak yer değiştirmesine heyelan denir (Medikal Arama & Kurtarma Derneği, 2024). Heyelan hem birincil hem ikincil afet olarak can ve mal kayıplarının yanı sıra tarım arazilerinde, ulaşım ağlarında ve elektrik iletim hatlarında önemli hasarlar meydana gelmektedir (Ordu İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2021). Ordu ilinin afetselliğini gösteren grafik Şekil 1’de gösterilmiştir.

AFET TÜRÜ VE ORANSAL DAĞILIMI



Şekil 1: Ordu ili afetsellik grafiği (Ordu İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2021)

Uygulama ili seçilirken geçmiş afet verileri dikkate alınmıştır. Bu verilere göre yılın her döneminde görülen kütle hareketleri, özellikle aşırı yaz yağmurları ve ani kar erimeleri sonucu meydana gelerek önemli kayıplara yol açmaktadır (Ordu İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2021). Çalışma ilindeki heyelan duyarlılık haritası Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2: Ordu ili heyelan duyarlılık haritası (Ordu İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2021)

Çalışma kapsamında ikincil afetleri tetikleyen kriterler araştırılmıştır. Kriterlerin belirlenmesinde kullanılan literatür referansları kriterlerin açıklamaları ile birlikte verilmiştir. Ardından Ordu ilinde ikincil afet olarak heyelan afetinin oluşma olasılığı olan bölgeler olasılıklarına göre önceliklendirilmiştir. Bu sayede olası bir afet durumunda hangi bölgelerde ikincil afet olasılığının yoğun olduğunun önceden tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Zira riskli bölgelerin önceden tahmin edilmesi gerekli önlemlerin alınmasında büyük rol oynamaktadır. Ordu’da özellikle aşırı yağış ve ani kar erimeleri sonucu heyelan ikincil afeti oluşmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, Ordu’nun ilçelerinde ikincil afet olarak heyelanın etkili olduğu kriterlerin önem ağırlıklarını AHP yöntemi ile belirlenmesi ve ilçelerin bu kriterler kapsamında TOPSIS yöntemiyle sıralanmasıdır. Bu noktada yapılan çalışma diğer iller için yol gösterici bir örnek olmayı hedeflemektedir. İkincil afetlerin öncesinde gerekli önlemlerin alınması, kurum ve kuruluşların halkı bilinçlendirmesi, afet sırasında nitelikli arama kurtarma ekipleriyle hızlı ve etkin müdahale sağlanması, afet sonrasında ise tahliye ve yeniden yapılandırma çalışmalarının başlatılması ve afet yönetiminin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmanın bölümleri şu şekildedir: Birinci bölümde afetlerden bahsedilmiştir. İkinci bölümde ikincil afetler hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde konu kapsamında ele alınan çalışmalar incelenmiştir. Ardından dördüncü bölümde problemin çözümünde kullanılacak olan çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemlerinin uygulama adımları anlatılmıştır. Beşinci bölümde uygulama ve çözümler verilmiş ve son bölümde sonuç bölümü verilerek yapılan çalışma değerlendirilmiştir.

2. İkincil Afetler

İkincil afet, bir afet sonrasında onun etkisiyle oluşan yeni bir afet olay veya olaylarına verilen isimdir (Medikal Arama & Kurtarma Derneği, 2024). İkincil afetler; insanların yaşamında izler bırakan insanların faaliyetlerini ve hayatlarını kısıtlayan, ciddi maddi ve manevi kayıplara sebep olan, toplumda geniş yankı uyandıran olaylar olarak nitelendirilmektedir. Literatür taramaları sonucu geniş kapsamlı olarak görülen ikincil afetler: heyelan, çığ, tsunami ve su baskınıdır (Kadıoğlu, 2008). Deprem ikincil afetin oluşmasını en fazla sağlayan bir afet türüdür.

Deprem tetiklediği bu ikincil afetler ülkemizde sıklıkla görülen doğal afetlerdendir. Bir başka doğal afet olan selden sonra da heyelan ikincil afet oluşumu sıklıkla gözlemlenmektedir. Heyelan, toprak ve organik malzemelerin yerçekimi etkisiyle birlikte aşağı yönde kütle hareketini ve bu hareket ile oluşan yer şekillerini tanımlamak için kullanılan genel bir kavramdır. Heyelan gelişiminde, bölge bazlı olarak tetikleyici doğal sebeplerin başında yoğun yağış, ani kar erimesi ve dere-topuk aşındırması gelmektedir. Beşeri kaynaklı olan tetikleyici etkenler ise altyapı veya yapılaşma amaçlı yüksek eğimli şevler açılması, açılan şevlerin desteksiz bırakılması, dağınık yerleşimin neden olduğu görülmektedir. Özellikle yaz aylarında, ani yoğun yağışa maruz kalan eğimli arazilerde zemin suya doygun hale gelerek eğim yönünde hareket etmektedir (Ordu İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2021). Türkiye’de de en fazla Doğu Karadeniz bölgesinde bu sebepten heyelan oluşumu gözlemlenmiştir.

Heyelanlar aşırı yağış, deprem, ani kar erimeleri, volkanik patlamalar, deniz dalgaları, tahrip olmuş bitki örtüsü ve bölgenin jeolojik, topografik, çevresel kriterlerine yönelik insanların yaptığı bilinçsiz davranışlar gibi olayların tetiklemesi nedeniyle oluşabilmektedir (Kadioğlu, 2008; Ergünay, 2007).

3. Literatür Taraması

Dişkaya ve Emir (2021), çalışmalarında İstanbul ilinde deprem riski tabanlı kentsel dönüşüm öncelik sıralamasını AHP-TOPSIS yöntemiyle kullanmıştır. Bayram ve Eren (2023), yaptıkları çalışmada afet sonrası geçici depo yeri seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (AHP, TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE) kullanmıştır. Eren vd. (2023), ise çalışmalarında AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak afet durumunda arama kurtarma malzemelerinin sevkiyatı için İHA seçiminde kullanmıştır.

Koruçuk ve Memiş (2018), tedarik zinciri yönetimindeki risk faktörlerinin Erzurum ilinde ölçülmesinde AHP yöntemini kullanarak risk değerlendirmesi yapmışlardır. Gulum vd. (2021), İstanbul Anadolu Yakası'ndaki ilçelerin deprem sonrası yangın risklerine göre sıralanması için aralık değerli nötrosofik TOPSIS (IVN-TOPSIS) yöntemi kullanmışlardır. İstanbul'daki on dört ilçenin deprem sonrası yangın riski düzeylerine göre sıralamışlardır. Ünal vd. (2022), çalışmalarında AHP ile Aydın ili sel-taşkın riski kapsayan bölgelerin haritalanması ile afetin azaltılması yönünde önerilerde bulunmuşlardır. Gökgöz vd. (2020), acil durum toplanma alanlarının belirlenmesinde ÇKKV yöntemlerini kullanmışlardır. Güven vd. (2023), ÇKKV Yöntemlerinden ANP ile doğal afetlerin tetiklediği teknolojik kazaların kriterlerini ağırlıklandırmıştır.

Doğan (2023), AHP yöntemi ile iş güvenliği uzmanlarının bakış açısıyla acil durum toplanma alan özelliklerine karar vermiştir. İlerisoy vd. (2022), makalesinde pek çok ilimizde şiddetli deprem ile ikincil hatta üçüncül afet riskleri olabileceğini belirlemiştir. Türkiye'nin tüm bölgelerinde heyelanlar en yüksek risk oranına sahiptir ve bütün bölgelerde yaşanmaktadır. İkinci olarak başta Karadeniz olmak üzere tüm bölgelerimizde su baskınları yer almaktadır. Üçüncü olarak Doğu Anadolu'da yüksek risk teşkil eden çığ afeti görülmektedir. Dördüncü olarak ise kıyılarda yüksek risk taşıyan tsunami afeti sonucu bulunmuştur. Makalede Türkiye'de meydana gelen deprem afetinin tetiklediği ikincil afetlere örnek olarak bahsedilen 1939 Erzincan Depremi sonrasında oluşan çığ, heyelan, tsunami afetlerinden bahsedilmiştir. Bir diğer olumsuz etkilerinden bahsedilen afet ise 2011 Van Depremidir. Yaklaşık 2.480 km²'lik bir alanda farklı tip ve boyutlarda 77 adet ikincil afet heyelan oluşumuna neden olup hasarlara yol açmıştır. Heyelanın ikincil afet olarak görüldüğü 2019 Denizli Depreminde ise valiliğin açıklamalarına göre, can kaybına sebep olmamış ancak deprem sonucu bölgede kaya düşmeleri ve heyelan ikincil afeti olduğu makalede belirtilmiştir.

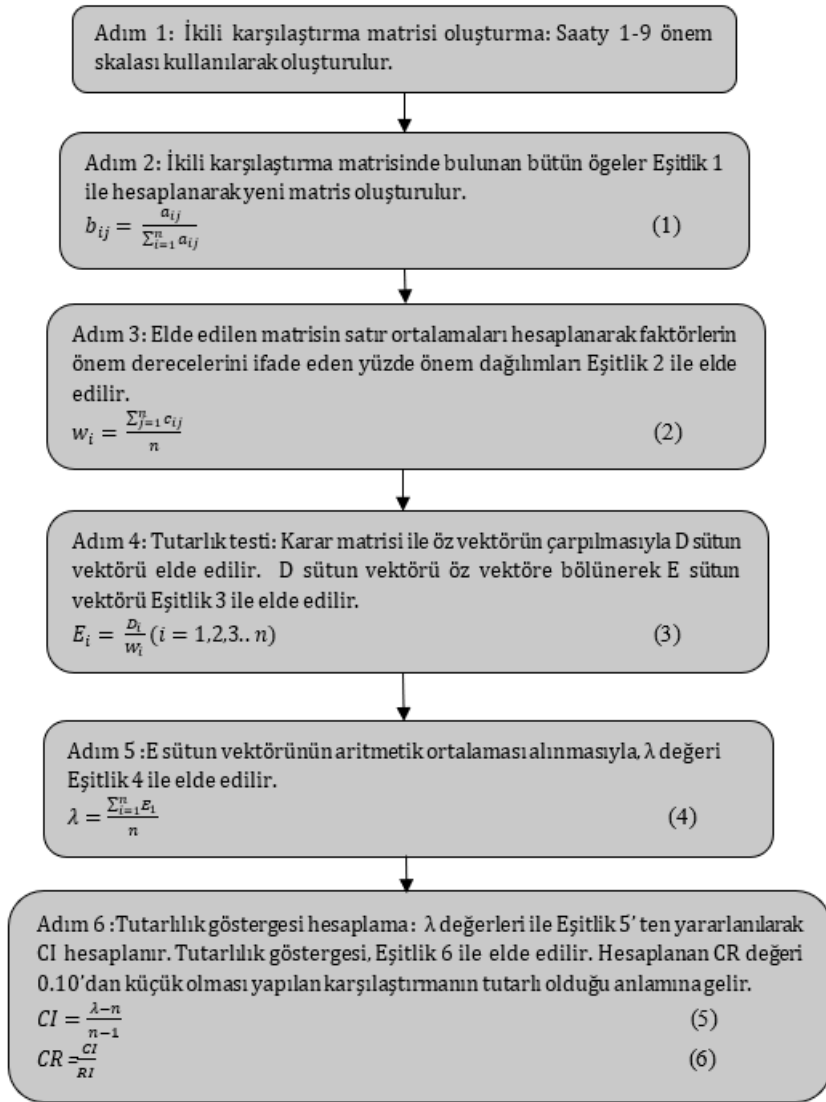
Gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda heyelan riskini ikincil afet olarak değerlendiren bir ile ait çalışmaya rastlanmamıştır. Ülkemizde heyelan ikincil afetini tetikleyen en büyük neden depremdir ve ülkemizin depremselliği %90'nın üstündedir. Ordu'da ise özellikle aşırı yağış ile oluşan sel afeti ve ani kar erimeleri sonucu heyelan ikincil afeti oluşmaktadır (Ordu İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2021). Şekil 2'de görüldüğü gibi Ordu ilinin genelinde heyelan riskinin fazla olduğu gözlemlenmiştir. Orta kesimlerde birincil afet heyelanının yoğunlaştığı görülmüştür. İllere hâkim jeolojik yapılarla dikkate alınarak riskli bölgeler tespit edilmelidir. İllerdeki heyelan ikincil afet risk analizleri can ve mal kayıplarını azaltma noktasında önemli bir yere sahiptir. Bu noktada yapılan çalışma diğer iller ve literatür için yol gösterici bir örnek olmayı hedeflemektedir.

4. Yöntem

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri tedarikçi seçilmesi, sağlık kurumları için yer seçimi gibi birçok çalışmada tercih edilmektedir. Alternatif ve kriter sayılarının çok olduğu durumlarda karar verme mekanizmasını kontrol altında tutabilmek ve karar sonucunu olabileceği kadar pratik ve hızlı elde etmek amacıyla bu yöntemler kullanılır (Karakaşoğlu, 2008). Yapılan çalışmada iki adet ÇKKV yöntemi (AHP, TOPSIS) kullanılmıştır (Bayram & Eren, 2023). Bu çalışmada da kriter ağırlıkları oluşturmada AHP ve alternatif ilçelerin ikincil afet olasılığı açısından önceliklendirilmesinde TOPSIS yöntemi kullanılmıştır (Taş vd., 2018).

4.1. AHP Yöntemi

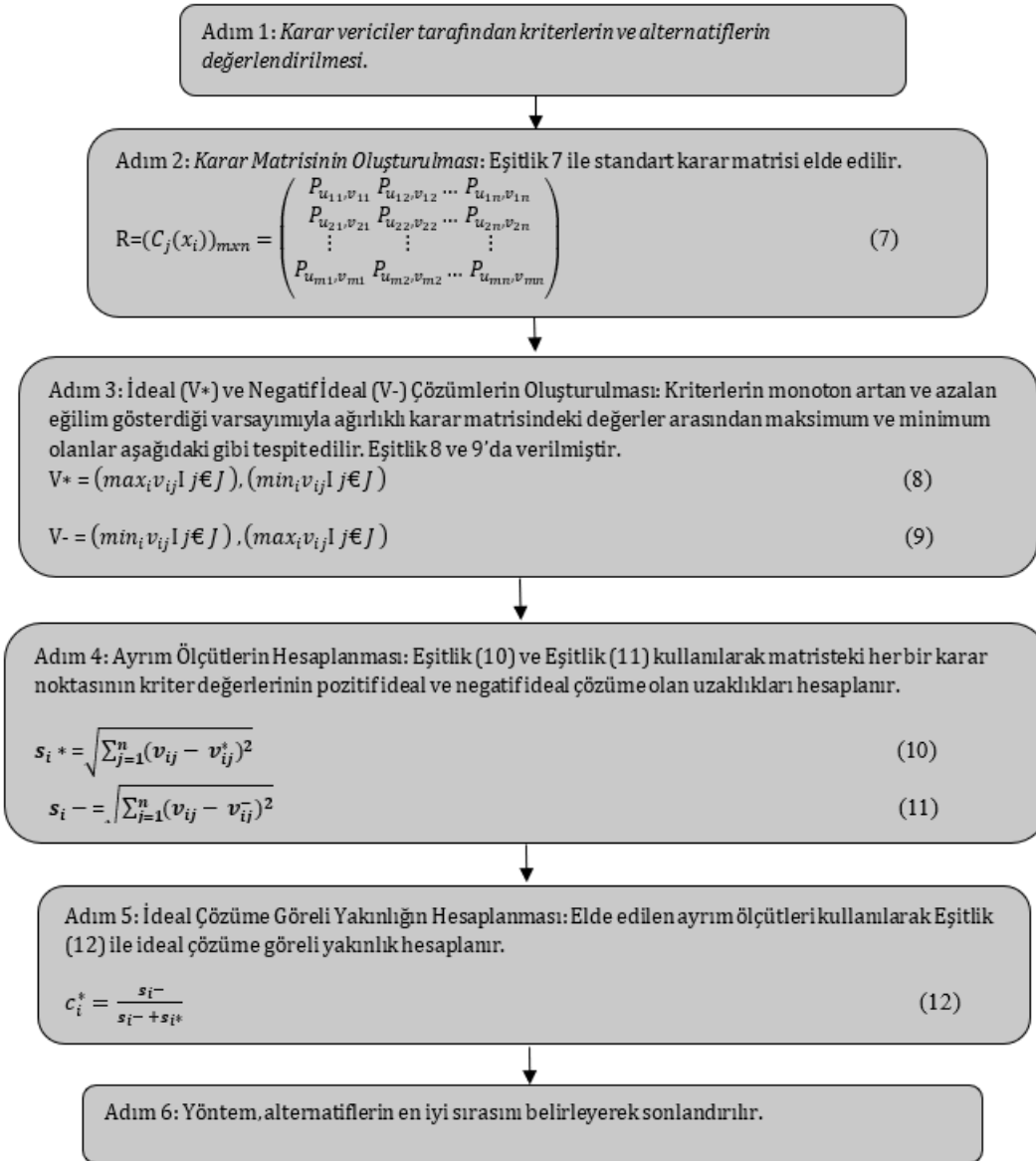
AHP, ikili karşılaştırmaya dayalı karmaşık çok kriterli problemlerin çözümünde kullanılan bir yöntemdir (Bedir & Eren, 2015). Saaty tarafından yenilenen ve geliştirilen AHP yöntemi, sezgisel karar verme noktasında problemi etkileyen kriterlerin değerlendirilmesinde etkili bir araçtır (Eren vd., 2018). Bu yöntem ile hem karar vericiler arasındaki tutarlılık hem de basit ikili kıyaslamalar sağlanarak karar verme işi kolaylaştırılır (Ecer vd., 2018). Şekil 3'de belirtilen AHP işlem adımları verilmiştir (Eren vd., 2018).



Şekil 3: AHP yöntemi (Eren vd., 2018)

4.2. TOPSIS Yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan TOPSIS yöntemi 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiş ve yenilenmiştir. Problemin çözümü ideal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması ile alternatiflerin kategorize edilmesi ile gerçekleştirilir (Özcan vd., 2017). Yöntemde çok kriterli kararlar içerisinde TOPSIS yöntemi ideal pozitif çözüme en yakın mesafede ve ideal negatif çözümden de en uzak mesafede değerlendirme yapabilmektedir (Soba & Eren, 2010). Belirlenen kriterler ışığında ilçelerin sıralanıp en fazla heyelan olasılığına sahip ilçenin önceliklendirilebilmesi için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır (Ada & Çakır, 2022). Şekil 4'te belirtilen yöntemin aşamaları aşağıdaki gibidir (Erol vd., 2021).



Şekil 4: TOPSIS işlem aşamaları (Erol vd., 2021)

5. Bulgular

5.1. Problemin Tanımlanması

Çalışmada ele alınan problemde Ordu ilinde bulunan ilçelerin belirlenen kriterlere göre heyelan ikincil afet olasılığının değerlendirilmesi yapılmıştır. İncelenen literatür çalışmaları ve geçmiş afet verilerine göre şehrin coğrafi yapısı sebebiyle %90,2 ile heyelanın en sık rastlanan afet türü olduğu görülmektedir. Ordu ilinde heyelanı tetikleyen kriterlerden biri olan meteorolojik etkenler (aşırı yağış, ani kar erimeleri) seli beraberinde getirip, birincil afetin sel olduğunu ortaya koymuştur. Sel ise heyelanı tetikleyen bir afet türüdür (Ordu İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2021). Heyelanın ikincil afet olarak oluşma olasılığının yüksek olması sebebiyle uygulama ili olarak Ordu seçilmiştir. Problemin çözümü için belirlenen 6 adet kriter literatür taraması ile oluşturulmuştur. Kriterler AHP yöntemi ile önceliklendirilmiştir. Ardından oluşturulan kriterler kapsamında Ordu ilinin ilçeleri için risk sıralaması yapılmıştır. Alternatifler TOPSIS yöntemi ile sıralanmıştır. TOPSIS, alternatif sıralama problemlerini kolay ve etkin bir şekilde gerçekleştirerek literatürde sıklıkla geniş kapsamlı sıralama problemlerinde kullanılması sebebiyle tercih edilmiştir (Özcan vd., 2019). Kriterler Tablo 1 de verilen uzmanların grup kararı dikkate alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 1: Uzmanlar

No	Görevi	Deneyim Yılı
1	Mühendis	8 yıl
2	Mühendis	5 yıl
3	AFAD Gönüllüsü	6 yıl
4	Yönetici	12 yıl
5	Akademisyen	28 yıl

5.2. Kriterler ve Alternatifler

Literatür çalışmaları ve bölgenin yapısı dikkate alınarak belirlenen 6 adet kriter ve açıklamaları Tablo 2’ de görüldüğü gibidir.

Tablo 2: Kriterler ve açıklamaları

Kaynakça	Kriterler	Açıklama
(Gökçeoğlu & Ercanoğlu, 2001) (Dalkes & Korkmaz, 2023)	K1-Kuvvetli Eğim	Eğim heyelan oluşumunda oldukça etkilidir. Heyelanın 55 derece eğim aralığında yoğunlaştığı görülmüştür. Yamaçta bulunan malzemenin dengesinin bozulması ile kaymalar meydana gelmektedir.
(Gökçeoğlu & Ercanoğlu, 2001)	K2-Meteorolojik Etkenler	Heyelan ikincil afetinin meydana gelmesinde birçok parametre ile meteorolojik etkende etkilidir.
(İlerisoy vd., 2022)	K3-Afet Türü	Deprem, sel, ani kar erimeleri farklı ikincil afetlere sebep olmaktadır.
(Sunkar & Avcı, 2016)	K4-Kütle Hareketleri	Heyelan ile yoğun kütle hareketleri olasılığı artırmaktadır.
(Avcı, 2015)	K5-Plansız Yerleşme	Yerleşmeler kurulurken iklim ve jeomorfolojik özellikler dikkate alınmadığından, ikincil afet olasılığı artmaktadır.
(Sunkar & Avcı, 2016)	K6-Yer Çekimi Etkisi	Yer çekimi kütle hareketlerine sebep olarak afet ve ikincil afetleri etkiler.

Literatür taraması yapılarak bölgenin yapısı incelenmiştir ve bu inceleme sonucu ilin 19 ilçesi de alternatif olarak seçilmiştir. Ordu’nun ilçeleri Altınordu, Akkuş, Aybastı, Çamaş, Çatalpınar, Çaybaşı, Fatsa, Gököy, Gülyalı, Gürgentepe, İkizce, Kabadüz, Kabataş, Korgan, Kumru, Mesudiye, Perşembe, Ulubey, Ünye’dir.

5.2.1. Kriterlerin AHP Yöntemiyle Ağırlıklandırılması

Afet sonrası oluşan ikincil afet kriterlerinin değerlendirilmesinde Saaty 1-9 Önem Skalasına göre karşılaştırma ve puanlandırılma yapılmıştır. Bir kriter diğer kriterden daha önemli ise ondan daha fazla puan alır ve bu şekilde ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Kullanılan Saaty önem skalası Tablo 3’te verilmiştir (Taş vd., 2018).

Tablo 3: Göreceli önem ölçeği (Saaty, 1986)

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önemli	Amaç için iki faaliyet (seçenek) de eşit öneme sahiptir.
3	Orta Derece Önemli	Bir seçenek diğerine nazaran biraz daha önemlidir.
5	Yüksek Derece Önemli	Bir seçenek diğerine nazaran oldukça önemlidir.
7	Çok Yüksek Derece Önemli	Bir seçenek diğerine nazaran çok yüksek biçimde önemlidir.
9	Son Derece Önemli	Bir seçeneğin diğerine nazaran oldukça yüksek biçimde önemli vardır.
2, 4, 6, 8	Ara Değerler	İki seçenek arasında orta bir değer vermek gerektiğinde kullanılır.

Afet sonrası oluşan ikincil afet kriterlerinin değerlendirilmesi ile ilgili Tablo1'deki uzman kararlarıyla oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi Tablo 4'te görüldüğü gibidir.

Tablo 4: Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	1	5	0,33	3	3	5
K2	0,2	1	0,2	0,33	0,33	3
K3	3	5	1	5	7	7
K4	0,33	3	0,2	1	3	3
K5	0,33	3	0,14	0,33	1	3
K6	0,2	0,33	0,14	0,33	0,33	1

(K1-Kuvvetli Eğitim, K2-Meteorolojik Etkiler, K3-Afet Türü, K4-Kütle Hareketleri, K5-Plansız Yerleşme, K6-Yer Çekimi Etkisi)

Kriterler Saaty 1-9 Önem Skalasına göre karşılaştırılmış ve puanlandırılmıştır. Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisinden sonra “Şekil3” 3.adımda gösterilen formül sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları Tablo 5'te görüldüğü gibidir.

Tablo 5: AHP kriter ağırlıkları tablosu

Kriterler	Kriter Ağırlıkları
K1	0,23045708
K2	0,06477447
K3	0,44521739
K4	0,12980534
K5	0,09124998
K6	0,03849572

(K1-Kuvvetli Eğitim, K2-Meteorolojik Etkiler, K3-Afet Türü, K4-Kütle Hareketleri, K5-Plansız Yerleşme, K6-Yer Çekimi Etkisi)

Tablo 4'te ki matris bulunan kriter ağırlıklarına bölünüp satır toplamaları alınır. Elde edilen satır toplamaları Tablo 5'te ki kriter ağırlıklarına bölünür, daha sonra çıkan sonuçların ortalaması alınır. Çıkan ortalama “lamda max” değerine eşittir. Lamda max değerinin kriter sayısından çıkartılıp (6), kriter sayısının bir eksiğine (5) bölünmesi ile “consistency index” elde edilir. Bulunan değer kriter sayısına göre belirlenen “random consistency index” tablosundaki değere bölünerek tutarlılık oranı 0.08 elde edilmiştir.

Elde edilen tutarlılık oranının 0.10'dan düşük çıkması “karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı” olduğunu gösterir. 0.10'dan büyük bir değer ise AHP'de bir “hesaplama hatasını” veya “karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığı” olduğunu gösterir. Böyle bir durumda yeniden değerlendirme yapılması önerilmektedir (Altındağ & Ekinciler, 2020).

Çözüm sonucunda en önemli kriter “Afet Türü” olarak öngörülmüştür. Afet türünün ilk sırada çıkması beklenen bir sonuç olmuştur. Her afet türü farklı ikincil afetlere sebep olabilmektedir. Bu durum kriteri önemli bir noktaya taşımaktadır. Afet türünü takip eden ikinci kriter ise “Kuvvetli Eğim” kriteri olmuştur. Yamaç eğimi değerlerine bakıldığında; heyelanların 50-55 derece eğim aralığında yoğunlaştığı görülmüştür (Ordu İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2021). Heyelan afetinin ikincil afet olarak oluşmasında eğimin önemli rolü vardır. Ardından kriterler sırasıyla “Kütle Hareketleri”, “Plansız Yerleşme”, “Meteorolojik Etkenler” olarak sıralanmıştır. Önem ağırlığı en az olan kriter ise “Yer Çekimi Etkisi” olmuştur.

5.2.2. Alternatiflerin TOPSIS Yöntemiyle Sıralanması

Alternatif olarak belirlenen 19 ilçe TOPSIS yöntemine göre önceliklendirilmiştir. TOPSIS yönteminde ilk adım karar matrisini oluşturmaktır. Karar matrisi Tablo 6’da görüldüğü gibidir.

Tablo 6: Karar matrisi

Alternatif / Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Altınordu	2	3	3	2	2	4
Akkuş	4	5	5	4	3	2
Aybastı	2	4	5	2	3	2
Çamaş	2	2	3	2	2	2
Çatalpınar	2	2	3	2	3	2
Çaybaşı	3	2	3	3	2	2
Fatsa	2	2	2	2	2	2
Gölköy	4	3	5	4	2	3
Gülyalı	2	2	2	2	4	4
Gürgentepe	5	2	4	5	4	1
İkizce	2	2	2	2	2	2
Kabadüz	3	4	2	3	4	3
Kabataş	4	5	5	4	3	3
Korgan	4	4	5	4	3	2
Kumru	4	5	4	4	2	3
Mesudiye	5	2	5	5	4	1
Perşembe	1	3	2	1	2	2
Ulubey	3	2	3	3	2	2
Ünye	2	3	2	2	2	4

(K1-Kuvvetli Eğim, K2-Meteorolojik Etkenler, K3-Afet Türü, K4-Kütle Hareketleri, K5-Plansız Yerleşme, K6-Yer Çekimi Etkisi)

Kriterlerin puanlandırılmasında Tablo 2’de verilen literatür çalışmaları ve bölgenin yapısı dikkate alınmıştır. Puanlandırmada 1-9 skalası kullanılmıştır. Tablo 1’de ki uzmanların görüşleri ile “1” en az “9” en çok olacak şekilde puan verilmiştir. Alternatifler arasında kuvvetli eğimi fazla olan daha yüksek puan almıştır. Meteorolojik etkenler bölgenin yapısı gereğince alternatiflerin birbirine yakın puanlanmasında etkili olmuştur. Afet türü de bölgenin afet selliğine bakılarak puanlanmıştır. Kütle hareketleri puanlanırken yüksek olanlar rakıma göre belirlenmiştir. Plansız yerleşme ise dağlık bölgelere bakılarak puanlanmıştır. En düşük puan sahil kesimindeki alternatiflere verilmiştir. Yer çekimi kütle hareketlerinin fazla görüldüğü yerlerde alternatifler yüksek puan almıştır.

Karar matrisinin oluşturulmasının ardından bir sonraki uygulama adımında karar matrisinin her bir ölçütüne ait değerlerin kareleri toplamının (sütun değerlerinin kareleri toplamının) karekökü alınarak, sütunun ilgili elemanının bu çıkan değere bölünmesi ile normalize edilmiş standart karar matrisi elde edilir. Elde edilen standart karar matrisi Tablo 7’de görüldüğü gibidir.

Tablo 7: TOPSIS standart karar matrisi (Normalize Edilmiş Standart Karar Matrisi)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Altınordu	0,145095	0,214834	0,189358	0,145095	0,163846	0,356348
Akkuş	0,290191	0,358057	0,315597	0,290191	0,24577	0,178174
Aybastı	0,145095	0,286446	0,315597	0,145095	0,24577	0,178174
Çamaş	0,145095	0,143223	0,189358	0,145095	0,163846	0,178174
Çatalpınar	0,145095	0,143223	0,189358	0,145095	0,24577	0,178174
Çaybaşı	0,217643	0,143223	0,189358	0,217643	0,163846	0,178174
Fatsa	0,145095	0,143223	0,126239	0,145095	0,163846	0,178174
Gölköy	0,290191	0,214834	0,315597	0,290191	0,163846	0,267261
Gülyalı	0,145095	0,143223	0,126239	0,145095	0,327693	0,356348
Gürgentepe	0,362738	0,143223	0,252478	0,362738	0,327693	0,089087
İkizce	0,145095	0,143223	0,126239	0,145095	0,163846	0,178174
Kabadüz	0,217643	0,286446	0,126239	0,217643	0,327693	0,267261
Kabataş	0,290191	0,358057	0,315597	0,290191	0,24577	0,267261
Korgan	0,290191	0,286446	0,315597	0,290191	0,24577	0,178174
Kumru	0,290191	0,358057	0,252478	0,290191	0,163846	0,267261
Mesudiye	0,362738	0,143223	0,315597	0,362738	0,327693	0,089087
Perşembe	0,072548	0,214834	0,126239	0,072548	0,163846	0,178174
Ulubey	0,217643	0,143223	0,189358	0,217643	0,163846	0,178174
Ünye	0,145095	0,214834	0,126239	0,145095	0,163846	0,356348

(K1-Kuvvetli Eğim, K2-Meteorolojik Etkenler, K3-Afet Türü, K4-Kütle Hareketleri, K5-Plansız Yerleşme, K6-Yer Çekimi Etkisi)

Yapılan çalışmada yöntem sonucu ideal negatif ve ideal pozitif çözümler oluşturulup ayırım ölçütleri hesaplanır. Son adım olan ideal çözüme göreli yakınlık Şekil 2'deki formüller ile hesaplanır. TOPSIS ile elde edilen sonuç ve sıralama, Tablo 8 ve Tablo 9'da görüldüğü gibidir.

Tablo 8: TOPSIS yöntem sonuçları

Alternatifler	Sonuç
Altınordu	0,304056922
Akkuş	0,828772987
Aybastı	0,603781726
Çamaş	0,292199149
Çatalpınar	0,299395163
Çaybaşı	0,398905098
Fatsa	0,155303897
Gölköy	0,798619769
Gülyalı	0,201388325
Gürgentepe	0,742979752
İkizce	0,155303897
Kabadüz	0,311129393
Kabataş	0,834446399
Korgan	0,82487474
Kumru	0,686520855
Mesudiye	0,870683922
Perşembe	0,046953328
Ulubey	0,398905098
Ünye	0,174530529

Tablo 9: TOPSIS sonuçlarına göre alternatiflerin sıralanması

Alternatifler	Sıralama
Mesudiye	1
Kabataş	2
Akkuş	3
Korgan	4
Gölköy	5
Gürgentepe	6
Kumru	7
Aybastı	8
Çaybaşı	9
Ulubey	9
Kabadüz	11
Altınordu	12
Çatalpınar	13
Çamaş	14
Gülyalı	15
Ünye	16
Fatsa	17
İkizce	17
Perşembe	19

TOPSIS çözümü sonucunda “Mesudiye” ilçesi en çok heyelan ikincil afeti görülen ilçe olarak öngörülmüştür. Mesudiye ilçesinde ilin genelinde hâkim olan ani kar erimeleri, aşırı yağışlar bölgenin jeolojik yapısı, dağlık bölgelerinin fazla olmasından dolayı bu sonuç beklenen bir sonuç olmuştur. Alternatifler arasında “Perşembe” heyelan ikincil afet görülme olasılığı en düşük ilçe olarak belirlenmiştir. İlçenin kıyı kesimde olması bu sonucu desteklemektedir.

6. Sonuç

Günümüzde afet ve ikincil afetler insan hayatını maddi ve manevi yönde epeyce etkisi altına almaktadır. İkincil afetlerin büyük bir çoğunluğu deprem sonrası meydana gelmektedir.

Çalışmada yapılan araştırmalara göre en çok görülen ikincil afet olarak heyelanın Ordu ilindeki olasılıkları değerlendirilmiştir. Heyelan, Ordu ilinde hem birincil hem de ikincil afet olarak görülme olasılığı yüksek bir afettir. Bu nedenle heyelanların olumsuz etkileri fazladır. ÇKKV yöntemlerinden AHP ve TOPSIS kullanılmıştır. Yöntemlerin belirlenmesinde en önemli kriteri seçmek adına AHP, alternatiflerin sıralamasını belirlemek ve heyelan ikincil afeti görülme olasılığı en yüksek olan ilçeyi belirlemek için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Belirlenen kriterler ışığında ilçelerin sıralanıp en fazla heyelan olasılığına sahip ilçenin önceliklendirilebilmesi için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır (Ada & Çakır, 2022). TOPSIS, alternatif sıralama problemlerini kolay ve etkin bir şekilde gerçekleştirerek literatürde sıklıkla geniş kapsamlı sıralama problemlerinde kullanılması sebebiyle tercih edilmiştir (Özcan vd., 2019). Kişisel önyargıların azaltması ve farklı alternatiflerin karşılaştırılmasında yaygın bir şekilde kullanılması ve ağırlıklandırma hesaplamalarındaki uygulama kolaylığı nedeniyle kriter ağırlıklarının hesaplanmasında AHP yöntemi tercih edilmiştir (Özcan vd., 2019).

İlçelerin seçimi için 6 adet belirlenen kriter kapsamında 19 adet alternatif ilçe için heyelan ikincil afet olasılığına göre sıralanma yapılmıştır. Belirlenen kriter ağırlıklarından en önemli kriter “Afet Türü” olarak bulunmuştur.

Çalışmanın devamında TOPSIS yöntemi ile alternatifler sıralanmıştır. Çıkan sıralamaya göre ikincil afet görülme olasılığı en yüksek olan alternatif “Mesudiye” ilçesi çıkmıştır. Bu sonuç Mesudiye ilçesinin rakımı, jeolojik yapısı, dağlık bölgelerinin fazla görüldüğü bir yer olmasından bulunan sonuç tutarlıdır. Aynı zamanda alternatiflerden Perşembe ilçesi en düşük heyelan ikincil afet olasılığı bulunan alternatif olmuştur. Çıkan sonuç Perşembe ilçesinin kıyı kesimi olmasından dolayı tutarlıdır.

Çalışma Ordu ilinde hem birincil hem ikincil afet olarak görülen heyelanın can ve mal kayıplarının önüne geçmek, olumsuz etkilerini azaltmak veya kaldırmak için riski yüksek olan yerlerin tespiti için yapılmış ve diğer illerde görülen afetler için örnek teşkil edilmesi beklenmektedir. Çalışma yapılacak yerlerin belirlenmesi açısından önemlidir. Tetikleyici kriterlerin de etkisini azaltma adına çalışmalar yapılabilir.

İkincil afetler ile ilgili çalışmalar olmasına rağmen literatürde bu konu ile ilgili fazla çalışma bulunmamaktadır. Afet sonrası oluşan ikincil afet kriterlerinin değerlendirilmesi ÇKKV yöntemleriyle sonuç sağlaması yönünden hem literatüre hem de Ordu iline katkı sağlamaktadır.

Kaynaklar

- Ada, M., & Çakır, H. (2022). Topsis ve AHP çok kriterli karar verme yöntemlerinin personel seçim sürecine uygulanması. *Uluslararası 3B Yazıcı Teknolojileri ve Dijital Endüstri Dergisi*, 6(2), 186–200.
- Altındağ, İ., & Ekinçiler, C. (2020). Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi İle Alışveriş Merkezi Seçimi: Konya Örneği. *Al Farabi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 70–84.
- Arslan, B. E., Güven, E., & Eren, T. (2023). Afet durumunda arama kurtarma malzemelerinin sevkiyatı için insansız hava araçlarının seçimi. *Resilience*, 7(2), 293–303. <https://doi.org/10.32569/resilience.1268208>
- Avci, V. (2015). Bingöl çayı havzası'nın (Bingöl) heyelan duyarlılık analizi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25(2), 1–26. <https://doi.org/10.18069/fusbed.66886>
- Bayram, B., & Eren, T. (2023). Çok kriterli karar verme yöntemleriyle afet sonrası geçici depo yeri seçimi. *Acil Yardım ve Afet Bilimi Dergisi*, 3(2), 22–30.
- Bedir, N., & Eren, T. (2015). AHP-PROMETHEE yöntemleri entegrasyonu ile personel seçim problemi: Perakende sektöründe bir uygulama. *Social Sciences Research Journal*, 5(3), 657–674. <https://doi.org/10.21923/jesd.331259>
- Dalkes, M., & Korkmaz, M. S. (2023). Analitik Hiyerarşi Süreci ve Frekans Oranı Yöntemlerinin Heyelan Duyarlılık Analizinde Karşılaştırılması: Trabzon İli Akçaabat ve Düzköy İlçeleri Örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 9(1), 16–38. <https://doi.org/10.21324/dacd.1105000>
- Dişkaya, F., & Emir, Ş. (2021). AHP-TOPSIS bütünlük yaklaşımıyla deprem riski tabanlı İstanbul ili kentsel dönüşüm öncelik sıralaması. *Afet ve Risk Dergisi*, 4(2), 203–223. <https://doi.org/10.35341/afet.983105>
- Doğan, O. (2023). İş güvenliği uzmanlarının bakış açısıyla acil durum toplanma alan özelliklerinin AHP yöntemi ile değerlendirilmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 9(1), 112–124. <https://doi.org/10.21324/dacd.1174380>
- Ecer, F., Kınay, A. Ö., & Nasiboğlu, E. (2018). AHP yöntemi ile engelli bireye sahip ailelerin standart hayat şartlarına ulaşabilmeleri için gerekli finansal desteğin belirlenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(3), 687–704. <https://doi.org/10.30798/makuiibf.428401>
- Eren, T., Tezcan, B., Alakaş, H. M., & Özcan, E. (2023). Afet sonrası geçici depo yeri seçimi ve çok amaçlı araç rotalama uygulaması: Kırıkkale ilinde bir uygulama. *Politeknik Dergisi*, 26(1), 13–27. <https://doi.org/10.2339/politeknik.906704>
- Erol, E., Özcan, E., & Eren, T. (2021). Elektrik üretim santrallerinde iş güvenliği uzmanı seçiminde hibrit bir karar modeli. *Türkiye Operasyon Yönetim Dergisi*, 5(1), 615–629.
- Gökgöz, B. İ., İlerisoy, Z. Y., & Soyluk, A. (2020). Acil durum toplanma alanlarının AHP yöntemi ile değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 15(19), 935–945. <https://doi.org/10.31590/ejosat.739544>
- Gökçeoğlu, C., & Ercanoğlu, M. (2001). Heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanmasında kullanılan parametrelere ilişkin belirsizlikler. *Yerbilimleri*, 23, 189–206.
- Gulum, P., Ayyıldız, E., & Gumus, A. T. (2021). A two level interval valued neutrosophic AHP integrated TOPSIS methodology for post-earthquake fire risk assessment: an application for Istanbul. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 61, Article 102330. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102330>
- Güven, E., & Eren, T. (2023). İl afet risk azaltma planı çerçevesinde analitik ağ prosesi yöntemi ile kriter ağırlıklandırma: Kırıkkale ili için bir örnek. *Afet ve Risk Dergisi*, 6(2), 401–414. <https://doi.org/10.35341/afet.1194357>
- Güven, E., Eren, T., Alakaş, H. M., & Pınarbaşı, M. (2023). Doğal afetlerin tetiklediği teknolojik kazaların risk azaltma kriterlerinin ANP yöntemiyle Ağırlıklandırılması. *Disaster Science and Engineering*, 9(1), 34–42.
- İlerisoy, Y. Ş., Gökçen, F., Soyluk, A., & Takva, A. (2022). Deprem kaynaklı ikincil afetler ve Türkiye örnekleme. *Online Journal of Art and Design*, 10(2), 138–148.
- Kadioğlu, M. (2008, 27–28 Mart). *Küresel iklim değişikliğine uyum stratejileri* [Bildiri Sunumu]. Kar Hidrolojisi Sempozyumu, Erzurum, Türkiye.
- Karakaşoğlu, N. (2008). *Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ve uygulama* [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Karancı, A. N., & İkizer, G. (2017). Afet psikolojisi: tarihçe, temel ilkeler ve uygulamalar. *Türkiye Klinikleri Psikoloji - Özel Konular*, 2(3), 163–171.
- Koruçuk, S., & Memiş, S. (2018). Tedarik zinciri yönetimindeki risk faktörlerinin AHP ile ölçülmesi: Erzurum ili örneği. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 1036–1051.
- Medikal Arama & Kurtarma Derneği. (2024). *Deprem Sözlüğü*. <https://www.medak.org.tr/faydali-bilgiler/deprem-sozlugu/>
- Ordu İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü. (2021). *İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP)*. T.C. Ordu Valiliği, İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü. <https://ordu.afad.gov.tr/kurumlar/ordu.afad/e-kutuphane/Il-Planlari/Ordu-Irap-Kurumlara-Dagitim.pdf>
- Özcan, E. C., Ünlüsoy, S., & Eren, T. (2017). ANP ve TOPSIS yöntemleriyle Türkiye'de yenilebilir enerji yatırım alternatiflerinin değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2), 204–219. <https://doi.org/10.15317/Scitech.2017.82>
- Özcan, E., Danişan, T., & Tamer, E. (2019). Hidroelektrik santrallerin en kritik elektriksel ekipman gruplarının bakım stratejilerinin optimizasyonu için matematiksel bir model önerisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(4), 498–506.

- Saaty, T. (1986). Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 841–855.
- Soba, M., & Eren, K. (2010). TOPSIS yöntemini kullanarak finansal ve finansal olmayan oranlara göre performans değerlendirilmesi, şehirlerarası otobüs sektöründe bir uygulama. *Uşak Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(21), 23–40.
- Sunkar, M., & Avcı, V. (2016). Şepker çayı aşağı havzası'nın (Adıyaman batısı) heyelan duyarlılık analizi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26(2), 13–44. <https://doi.org/10.18069/firatsbed.346901>
- Taş, C., Bedir, N., Eren, T., Alağaç, H. M., & Çetin, S. (2018). AHP-TOPSIS yöntemleri entegrasyonu ile poliklinik değerlendirilmesi: Ankara'da bir uygulama. *Sağlık Yönetimi Dergisi*, 2(1), 1–17.
- Ünal, A., Çamcı, K.G. & Tonyaloğlu, E. E. (2022). Çok kriterli karar analizi ile doğal afetlerde haritalama: Aydın ili sel-taşkın riski örneği. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 136–150.