

Makale Türü: Araştırma makalesi

AFET YÖNETİMİ KAPSAMINDA ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE AFET İSTASYONLARININ OPTİMUM YERLEŞTİRİLMESİ

Hakan Murat ARSLAN¹

Öz

Afet İstasyonları deprem, salgın hastalıklar, tayfun, savaş ve sel gibi afetlerde kısa zaman içerisinde çok sayıda afetzedeye ilk yardım hizmeti veren tesislerdir. Afet yönetimi kapsamında bu tesislerin yerleri önceden belirlenmelidir. Olası bir afet anında afetzedelerin hangi afet istasyonundan yardım alabileceği kendilerine yine önceden bildirilmelidir. Bu durum afet planlamasında hayati önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Düzce ili Konuralp yerleşkesinde bulunan yedi mahalle üzerinde tesis edilmesi düşünülen bir afet istasyonunun optimum konumunun Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın çözüm modeli karar verme yöntemlerinin hiyerarşisi düşünülerek oluşturulmuştur. İlgili problemin çözüm analizleri VIKOR ve TOPSIS yöntemleri temel alınarak gerçekleştirilmiştir. İlgili analizlerin hesaplanmasında Excell programının ara yüzleri kullanılmıştır. Gerçekleştirilen analizler neticesinde birinci sırada A₁: Çiftepınarlar Mahallesi ve ikinci sırada A₅: Murat Demir Mahallesi çıkmıştır. Tespit edilen sonuçlar ilgililerle paylaşılmıştır. İleride yapılacak benzer çalışmalarda hibrit yöntemler veya parçacık sürüsü optimizasyon yöntemleri kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Afet Yönetimi, Afet İstasyonları, Entropi Yöntemi, VIKOR Yöntemi, TOPSIS Yöntemi

OPTIMUM LOCATION OF DISASTER STATIONS WITH MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING METHODS IN DISASTER MANAGEMENT

Abstract

Disaster Stations are the facilities that provide first aid services to many disaster victims in a short time in disasters such as earthquake, epidemic diseases, typhoon, war and flood. Within the scope of disaster management, the locations of these facilities should be determined in advance. In the event of a possible disaster, the disaster victims can get help from which disaster station. This is vital in disaster planning. In this study, it was aimed to determine the optimum location of a disaster station, which is planned to be established on seven neighborhoods in Konuralp campus in Düzce by using Multiple Criteria Decision Making methods (MCDM). The solution model of the study was created by considering the hierarchy of Decision Making Methods. Solution analysis of the problem was carried out based on VIKOR and TOPSIS Methods. The interfaces of the Excell program were used to calculate the relevant analyzes. As a result of the analysis, A₁: Çiftepınarlar Neighbor was in the first rank and A₅: Murat Demir Neighbor was in the second rank. The determined results were shared with these concerned. In similar studies in the future, Hybrid Decision Making Methods or Particle Swarm Optimization Methods can be used.

Keywords: Disaster Management, Disaster Stations, Entropy Method, VIKOR Method, TOPSIS Method

1. GİRİŞ

Afet yönetiminin en temel görevi halkın can ve mal kaybını en aza indirmeyi hedefleyen önlemlerin alınmasını sağlamaktır. Ayrıca afetlerden korunmak için halkı bilinçlendirmektir. Bahsedilen afet yönetimi; hazırlık, korunma, afet anında müdahale ve afet sonrası zararların azaltılması gibi dönemler içermelidir. Halk özellikle afet anında ve öncesinde hazırlıksız olduklarından devamlı surette farkındalık oluşturmak ve tatbikat yapmak elzemdir.

¹ Doç. Dr., Düzce Üniversitesi İşletme Fakültesi, YBS Bölümü, muratarlan@duzce.edu.tr, orcid: 0000-0002-3515-5358

Bu Yayıma Atıfta Bulunmak İçin: Arslan, H. M., (2020) Afet Yönetimi Kapsamında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Afet İstasyonlarının Optimum Yerleştirilmesi, *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 188-203

Yaralı toplanma merkezleri ve çalışmada geçen adı ile afet istasyonları, deprem, tayfun, salgın hastalıklar ve savaş gibi afetlerin oluş sürecinde özellikle yaralılara ilk yardım hizmeti veren sağlık kuruluşları gibi düşünülmelidirler. Bu yönü ile afet istasyonları afetzedeler ile hastaneler arasında köprü konumundadırlar.

Hali hazırda yetkililer bu derece kapsamlı afet istasyonlarının kurulması konusunda ikna olmuş durumda değildir. Ancak yaşanan afetler, ileride yaralı toplanma noktalarının bir kısmının üzerinde geçici veya kalıcı afet istasyonlarının kurulmasını zorunlu hale getireceğini haber vermektedirler. Yetkili idare özellikle hayati önem taşıyan afet istasyonlarının optimum yerleşimi hususunda bilimsel yöntemler kullanarak konuşlandırma yapmalıdır.

Çalışmada, bu denli hayati öneme sahip tesisler konumunda olan afet istasyonlarının sayısal yöntemler esasına dayalı optimizasyon teknikleri kullanılarak en uygun yerleştirilmesi amaçlanmıştır. Literatürde yaralı toplanma noktaları veya benzeri tesislerin optimum yerleştirilmesi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile afet istasyonlarının optimum yerleştirilmesi ile ilgili çalışmanın sınırlı sayıda olduğu bilinmektedir..

Literatürde yapılan kapsamlı incelemede özellikle TOPSIS ve VIKOR yöntemleri ile afet istasyonlarının optimum yerleştirilmesi ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmanın, özgün değeri açısından afet istasyonlarının optimum yerleştirilmesi konusunda literatürdeki önemli boşluğu doldurması beklenmektedir.

Çalışmanın sırası ile gelen ikinci bölümünde afet yönetimi, afet istasyonları, ÇKKV yöntemleri ve çalışmada kullanılan karar verme yöntemleri hakkında bilgiler yer almaktadır. Üçüncü bölümde çalışmanın yöntemi ayrıntıları ile açıklanmıştır. Dördüncü bölümde ise ilgili afet istasyonlarının optimum yerleşimine ait analizler ve yorumları yer almaktadır. Beşinci ve son bölümde de çalışmanın sonuçları ve ileride yapılacak benzer araştırmalar için öneriler ifade edilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Afet Yönetimi

Afetlerin en az zararla atlatılması ve olası zararlarının en az olması açısından, afetlerden önce ve afetten hemen sonra yapılması elzem olan yapısal, yönetsel ve ilgili yasal işlemleri düzenleyen ve uygulamaya koyabilen dinamik yönetim şekillerine ihtiyaç vardır (Medak, 2020).

Afetlerle karşı karşıya kalındığında etkin ve düzenli yönetim sergilemeyi amaçlayan ve yaşanmış afetlerden gereken tecrübeyi edinerek sürekli mevcut düzenini geliştirebilen organizasyonel yaklaşıma “Afet Yönetimi” denir (Demir ve Temelli, 2020).

Afetlerden önce alınması gerekli olan önlemler afet anındaki can ve mal kayıplarını en aza indirmek için önceden yapılmış planlamalardır. Bu çalışmalar daha çok hazırlık aşamasında yer almaktadır. Bu aşamada kapsamlı yönetmelikler, yetkin personelin varlığı, alt yapı ve teçhizatın yeterliği çok önemlidir (Kadioğlu, 2008).

Afet anındaki zararların azaltılması faaliyetlerin tümü aslında riski en aza indirme faaliyetleri olarak kabul edilmelidirler. Riskin en aza inmesi ise etkin ve verimli risk analizleri ile mümkündür. Yetkili idareler bu tür analizleri belli aralıklar ile yapmalıdırlar. Yapılmış risk analizlerinde sürekli afet anında afetzedelerin toplanma merkezleri ve daha kapsamlı düşünüldüğünde afet istasyonlarının bilimsel yöntemler kullanılmadan yetkililerin birlikte karar vermeleri şeklinde gerçekleştiği bilinmektedir.

Hâlbuki bu tür tesislerin sayısal yöntemler temeline dayalı optimizasyon yöntemleri kullanılarak tüm etkili olan unsurları dikkate alan modeller ile değerlendirilmesi ve en uygun yerleşiminin gerçekleştirilmesi gerekir. Afet istasyonlarının amacı ve afet anında ne tür işlevler üstlendiği gelen başlıklarda ayrıntıları ile ifade edilmiştir.

2.2. Afet İstasyonları

Literatürde yaralı toplanma yeri olan adlandırılan mekânlar, afet anında kargaşa içindeki afetzedelerin öncelikli olarak ulaşabilecekleri konumlardır. Acil toplanma alanları olarak ifade edilebilen bu yerlerin ortak özellikleri aşağıdaki gibi özetlenebilir (Kadioğlu, 2008);

- Asıl tahliye güzergâhı üzerinde olmaları,
- Halkın en yakın sağlık kuruluşlarına ulaşmasında köprü konumunda olmaları,
- Halkın sıklıkla kullandıkları alanlar üzerinde olmaları,
- Alt yapı açısından halkın faydalanabileceği alanlar üzerinde olmaları,

Çalışmada, afet istasyonlarının yaralı toplanma yerlerinden farklı olduğu düşünülmüştür. Farklı özellikleri aşağıda sıralanmıştır (Arslan, 2015);

- Toplanma alanları afetten hemen sonra geçici olarak kurulan yerlerdir. Ancak afet istasyonları kalıcı tesisler olarak düşünülmüştür.
- Toplanma alanlarında sağlık personeli düzeni olmamasına rağmen, afet istasyonlarında hazırlık aşamasında planlanmış doktor, hemşire, sağlık memuru ve bir ambulansın varlığı planlanmaktadır.
- Afet istasyonlarının ilgili AFAD koordine merkezi ile haberleşme ağı hazırlık aşamasında planlanmıştır.
- Toplanma alanlarında afetzedelere sadece ilk yardım hizmeti planlanırken afet istasyonlarında ilk yardım desteğinden hemen sonra yiyecek ve barınma desteği de planlanmaktadır.
- Toplanma alanlarının yerleri il sağlık müdürlükleri aracılığı ile belirlenirken afet istasyonlarının yerleri AFAD ve il valiliklerince bilimsel yöntemler kullanılarak belirlenmesi ön görülmüştür.
- Hazırlık aşamasında Afet İstasyonlarının yerlerinin halk tarafından bilindiği varsayılmıştır.

2.3. Afet İstasyonlarının Kuruluş Yeri ile İlgili Çalışmalar

Yapılan literatür incelemesinde çalışmanın geçen kısımlarında açıklanan mahiyette afet istasyonlarının optimum yerleşime dair araştırmanın yok denecek kadar az olduğu tespit edilmiştir. Ancak toplanma alanlarının veya geçici barınma yerlerinin optimum yerleştirilmesi ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bir kısmı aşağıda sıralanmıştır.

Ablenado vd. (2009), maliyeti ve en yakın sağlık kuruluşuna yakınlığı temel alan modelleri ile Meksika'nın Hidalgo şehrinde afetten hemen sonra kurulması planlanan barınakların en uygun konuşlandırılmasını başarmışlardır. Çalışmalarının sonuçlarını yetkili idare ile de paylaşmışlardır.

Youssef vd. (2011) ve Chen vd. (2016) çalışmalarında ise hazırlık aşamasında planlanan ve afetten hemen sonra kurulumu yapılacak olan geçici barınma yerlerinin en uygun yerleştirilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) esasına dayalı model oluşturmuşlar ve analizler gerçekleştirmişlerdir.

Çiçekdağı ve Kiriş (2012), Dumlupınar Üniversitesi yerleşkesinde oluşturulacak toplanma merkezlerinin optimum yerleştirilmesi problemini bir kısım ÇKKV yöntemleri kullanarak değerlendirmişlerdir. Toplanma alanları üzerinde afet istasyonları biçiminde kabul edilen konteyner şeklindeki tesislerin optimum yerleştirilmesinde Kümeleme Analizi yöntemini kullanmışlardır.

Şimşek ve Yeniay (2012), muhtemel bir İstanbul depremi için halkın en kısa yoldan ulaşabileceği yaralı toplama noktalarının optimum konuşlandırılmasını gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında, muhtemel senaryolar oluşturmuşlardır. Bu senaryolarda toplanma noktalarının sayısını ve en kısa uzaklığı belli aralıklarla değiştirmişler ve olası ağır yaralı sayılarını tahmin etmeye çalışmışlardır. Oluşturdukları modeli, SİTATION yazılımının bir parçası olan maksimum kapsama problemi şeklinde kabul ederek analiz etmişlerdir.

Hu vd. (2014), afet anında halkın tahliye edilmesini kolaylaştırıcı ve geçici barınakların en uygun yerleşimi için Tam Sayılı Lineer Programlama tabanlı bir model önermişlerdir. Bu modelde kriterler olarak; sağlık kuruluşlarına, su, elektrik ve temizlik kaynaklarına yakınlık gibi unsurları dikkate almışlardır.

Arslan ve Yıldız (2016), afet istasyonlarının optimum konumlandırılmasını P- Medyan Tesis Yerleştirme Problemi olarak düşünerek model oluşturmuşlar ve değerlendirmelerini Genetik Algoritma yöntemi ile gerçekleştirmişlerdir. Gerçekleştirilen analizlerin sonucunda; en uygun konumlar sırası ile Bayram Gökmen, Bahçelievler ve Kültür mahalleleri olmuştur. Analizlerin sonuçları yetkili idare ile paylaşılmıştır.

Fan vd. (2017), Çin'in Changshu şehrinde afetten sonra kurulması düşünülen barınma noktaları için çözüm modeli oluşturmuşlardır. İlgili modeli Çoklu Risk Analizi ile değerlendirmişlerdir. Bu analizler neticesinde optimum barınma yerlerinin tespitini gerçekleştirmişlerdir.

2.4. ÇKKV Yöntemleri ve Sınıflandırılması

En uygun kararın verilmesi; belirli bir amaca ulaşmak için mevcut alternatifler arasından en uygun olanını belirlemektir (Forman ve Selly, 2001: 1). Çok Ölçütlü Karar Verme ise; birden çok ve çelişkili kriterler içeren problemlerin çözümlenmesidir (Zionts, 1979: 94). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerini kendi içinde Çok Amaçlı Karar Verme ve Çok Ölçütlü Karar Verme yöntemleri şeklinde sınıflandırmak mümkündür (Çınar, 2004: 45).

Çok Amaçlı Karar Verme Problemi: Karar verme problemlerinde birden fazla amaç ve kriter birlikte buluyor ve oluşturulan model belirlenen amaca ve kriterler çerçevesinde çözümlenebiliyorsa Çok amaçlı karar verme problemi olarak değerlendirilebilir (Dumanoglu, 2010:324).

Çok Ölçütlü Karar Verme Problemi: Belirli bir amacın gerçekleştirilmesinde tespit edilmiş kriterler çerçevesinde oluşturulan model çözümlenebiliyorsa bu tür problemler Çok Ölçütlü Karar Verme problemleri olarak kabul edilebilirler (Özdemir ve Deste, 2009:147).

2.5. Entropi Yöntemi

Rudolf Clausius "Entropi" kavramını 1865'te ilk kez termodinamik yasaları gereği düzensizlik ve karışıklığın bir değeri olarak ifade etmiştir. Termodinamik yasalarının ikincisinde tabiatta serbest olarak bırakılan nesnelere belli bir zaman sonra kontrol dışına çıkarak doğada var olan akışa ayak uydururlar, yani düzensizliğe dâhil olurlar. Shannon (1948) çalışmasında, farklı bir bakış açısı ile bu düzensizliğin ölçütü yaklaşımına "Enformatik Entropi" kavramını kazandırmıştır. Enformatik Entropide belirsizliğin rastgele değişkenlerle ifade edilmesi öngörülmüştür (Zhang vd., 2011: 444).

Entropi yaklaşımının Çok Kriterli Karar Verme literatürü içinde ifade edilmesi yakın zamanda gündeme gelmiştir. Çünkü karar verme sürecinin doğasında var olan belirsizliğin sayısal değerlerle ifade edilmesi gerekliliği mevcuttur. Özellikle kriterlerin karar vericiler tarafından kıyaslanmasında bir subjektiflik şüphesi sürekli bu alanda çalışan bilim insanlarını meşgul etmiştir (Shemshadi vd., 2011: 2161). Subjektif ağırlıklandırma karar vericinin her yönden yaptığı değerlendirmeleri içine alır. Objektif ağırlıklandırma yönteminde ise alternatiflere ait sadece nicel performanslar göz önüne alınır. Entropi yöntemi bu açıdan objektif ağırlıklandırma yöntemleri arasında değerlendirilebilir (Çatı vd., 2017: 204).

Entropi yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenebilmesindeki en büyük kolaylık yalnızca temel veri matrisinin yeterli olmasıdır (Özdağoğlu, Yakut ve Bahar, 2017: 346). Entropi yönteminin diğer yöntemlere göre en güçlü tarafı kriterler hakkında karar vericilerin hükümlerine gerek duyulmadan alternatiflerin sıralanmasına olanak sağlamasıdır. Bu yöntem ile yapılan hesaplamalarda entropi değeri yüksek olan veri setinde belirsizlik unsurunun daha fazla olduğu kabul edilir (Alp vd., 2015: 68).

Aşağıdaki aşamalar uygulandığı takdirde Entropi yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları belirlenebilir (Shemshadi vd., 2011; İslamoğlu vd., 2015):

1. **Aşama:** Temel Karar Matrisinin İfade Edilmesi
2. **Aşama:** Karar Matrisinin Normalize Edilmesi
3. **Aşama:** Kriterlerin Entropi Değerlerinin Belirlenmesi
4. **Aşama:** Enformasyon Değerinin (d_j) Hesaplanması
5. **Aşama:** Nihai Kriter Ağırlıklarının İfade Edilmesi

2.6. VIKOR Yöntemi

Amakumovic ve Opricovic (1997), çalışmalarında ilk kez VIKOR yöntemini dile getirmişlerdir (Amiri vd., 2011, 67). Bu yöntemde, çok sayıdaki alternatifin önceliklerine göre sıralanmasına ve tespit edilmesine odaklanılır. Karmaşık yapıdaki karar verme problemlerinin optimum çözümünde, karar vericilerin çelişkili hükümlerinin uzlaşık bir değer ile ideal çözüme yakınlaştırılması hedeflenmektedir (Demirel ve Yücenur, 2011:1130).

Vlse Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) yöntemi karmaşık yapıdaki karar verme problemlerinin optimum çözümü için geliştirilmiş bir metottur (Tzeng and Huang, 2011: 71).

Yu (1973) ve Zeleny (1982) çalışmalarında, karmaşık yapıdaki karar verme problemlerinin optimum çözümü için öncelikle uzlaşık çözümün (Compromise solution) ifade edilmesini savunmuşlardır. Uzlaşık çözümde, kriterlere ait değerlendirmeler arasında yer alan ve birbirleri ile çelişen hükümlerin ortak bir uzlaşık değeri ile ideal çözüme en yakın hale getirilmesi mantığı bulunmaktadır (Çakır ve Perçin, 2013: 453).

Uzlaşmacı bir yaklaşım ile alternatiflerin sıralanmasını sağlayan VIKOR yönteminde grup faydasının maksimum olması asıl hedefken bireysel pişmanlığın minimum olması amaçlanmaktadır (Cristóbal, 2012: 752). Alternatiflerin her bir kriter çerçevesinde tek tek değerlendirildiği düşünüldüğünde, uzlaşmacı yaklaşım ile sıralamada ideal çözüme yakınlıklar kıyaslanarak nihai sıralama belirlenir (Tayyar ve Arslan, 2013: 347).

Son çalışmalar dikkate alındığında VIKOR Yönteminin sıklıkla kullanılan bir karar verme yöntemi olduğu görülmektedir. Uzlaşık Vikor Yönteminin çözüm aşamaları aşağıda sırası ile ifade edilmiştir (Opricovic ve Tzeng, 2007:520);

1. **Aşama:** Alternatiflere Ait En İyi (f_i^*) ve En Kötü (f_i^-) Değerlerinin Belirlenmesi
2. **Aşama:** Alternatiflere Ait S_j ve R_j Değerlerinin İfade Edilmesi
3. **Aşama:** Alternatiflere Ait Q_j Değerlerinin İfade Edilmesi
4. **Aşama:** Alternatiflere Ait S_j , R_j ve Q_j Değerlerinin Birlikte İfade Edilmesi
5. **Aşama:** (C_1) Kabul Edilebilir Avantaj ve (C_2) Kabul Edilebilir İstikrar Kümelerinin Belirlenmesi

2.7. TOPSIS Yöntemi

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri arasında yer alan TOPSIS tekniği, (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) günümüzde yaşanan yoğun rekabet şartlarında işletmeler için optimum karar vermede kullanılabilen popüler bir metottur (Soba ve Eren, 2011).

Bu yöntemin temel mantığı alternatifler arasında pozitif ideal çözüme ve negatif ideal çözüme yakınlık değerlerinin oluşturulmasıdır. Kısaca, ideal çözüme olan yakınlığa göre alternatiflerin sıralanmasına odaklanılır. Öncelikle ideal çözüme göreceli yakınlık değerleri belirlenmelidir. Ardından alternatifler bu ölçüte göre sıralanmalıdır (Cheng-Min, 2001: 465). TOPSIS yönteminin çözüm aşamaları aşağıda sırası ile ifade edilmektedir (Gökdalay, 2009: 162);

1. **Aşama:** Temel Karar Matrisinin İfade Edilmesi ve Normalizasyonu

2. **Aşama:** Ağırlıklı Normalize Matrisin Belirlenmesi
3. **Aşama:** Pozitif ve Negatif İdeal Yakınlık Değerlerinin Belirlenmesi
4. **Aşama:** İdeal Değerlere Olan Uzaklıkların Belirlenmesi
5. **Aşama:** İdeal Çözüme Göre Optimum Yakınlık Değerlerinin Belirlenmesi
6. **Aşama:** Alternatiflere Ait Yakınlık Değerlerinin Belirlenmesi

3. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Problemi ve Kapsamı

Araştırmanın temel problemi, Düzce ili Konuralp yerleşkesi içinde yer alan yedi mahalle üzerinde tesis edilecek bir afet istasyonunun optimum kuruluş yerinin belirlenmesidir. Optimizasyon işlemlerinde ÇKKV yöntemleri kullanılmıştır. Kriterler ve alternatifler karar vericilerle belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan kriterlerin ağırlıkları Entropi Yöntemi ile tespit edilmiştir. Alternatifler önceliklerine göre TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri ile ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Değerlendirme sürecinde Excell programının ara yüzleri kullanılmıştır. Zaman ve maliyetlerin tasarrufu açısından modelin geçerliliği kısıtlı bir bölge için uygulanmıştır.

3.2. Araştırmanın Amacı

ÇKKV yöntemleri birçok farklı alandaki karar problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır. Ancak afet istasyonlarının optimum yerleştirilmesi ile ilgili yapılmış çalışma yok denecek kadar azdır. Bu açıdan çalışmada, sınırlı bir bölge içinde yerleştirilmesi planlanan afet istasyonlarının ÇKKV yöntemleri ile optimum yerleştirilebileceğinin gösterilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, kriter ve alternatiflerin özgün ve objektif bir şekilde tespit edilebilmesi için karar vericilerin görüşleri doğrultusunda literatür taranmıştır. Afetlerin sıklaştığı ve insanlığı tehdit ettiği günümüzde bu denli önemli ve güncel bir konuda yapılan bu optimizasyon çalışmasının literatürdeki derin bir boşluğu doldurması beklenmektedir.

3.3. Verilerin Toplanması ve Karar Vericilerin Tespit Edilmesi

Araştırma için gerekli veriler Düzce Valiliği, Düzce Belediyesi, Türkiye İstatistik Kurumu ve Google Haritalar gibi kaynaklardan elde edilmiştir. Özellikle Düzce Valiliği ve Düzce Belediyesindeki yetkililer ilgili verilerin temininde yardımcı olmuşlardır. Çalışmada kullanılan karar yöntemleri açısından kriter ve alternatifler hakkında karar vericiler kıyaslamalarda bulunmamışlardır. Bu durum objektifliğin bozulmaması içindir. Çalışmanın uygulama alanı dâhilindeki mahalle muhtarları ve ilgili AFAD yetkilileri karar vericiler olarak kabul edilmişlerdir.

3.4. Kriterlerin ve Alternatiflerin Belirlenmesi

Çalışmada, Düzce ili Konuralp bölgesi dâhilindeki yedi mahalle alternatif konumlar olarak kabul edilmiştir. Araştırmanın kriterleri ise karar vericilerin görüşleri ve literatür incelenerek tespit edilmiştir. Tespit edilen kriterler ve alternatifler Tablo 1'de gösterilmiştir.

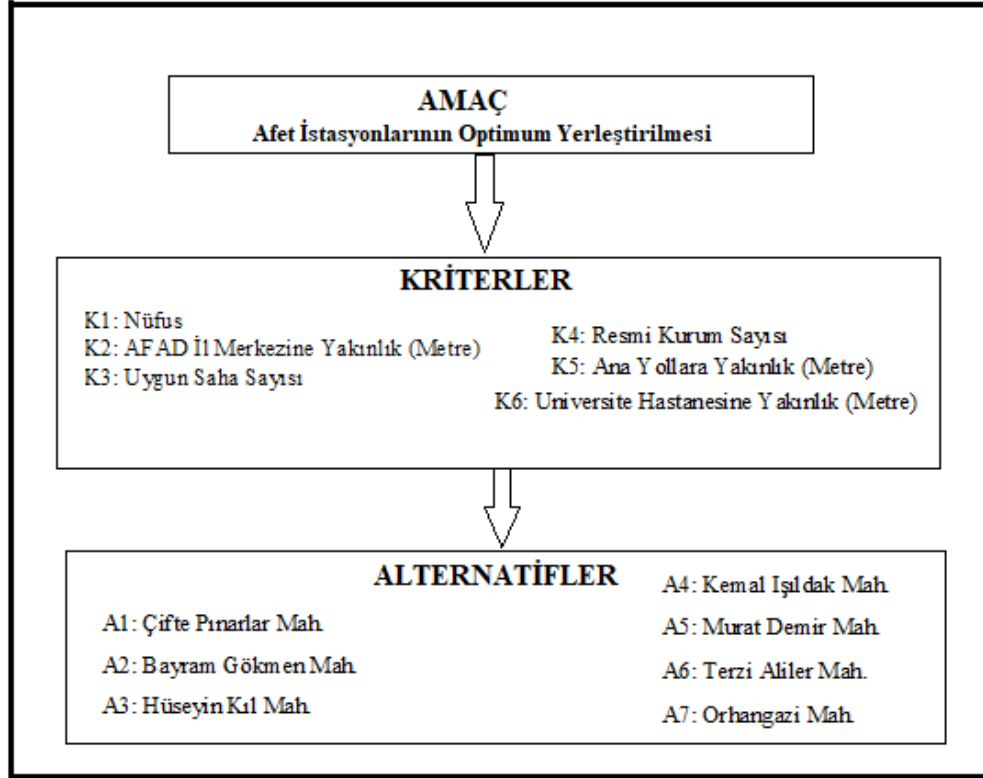
Tablo 1. Araştırmanın Alternatif ve Kriterleri

Alternatifler	Kriterler
A ₁ : Çifte Pınarlar Mah.	K ₁ : Nüfus
A ₂ : Bayram Gökmen Mah.	K ₂ : AFAD İl Merkezine Yakınlık (Metre)
A ₃ : Hüseyin Kıl Mah.	K ₃ : Uygun Saha Sayısı
A ₄ : Kemal İşildak Mah.	K ₄ : Resmi Kurum Sayısı
A ₅ : Murat Demir Mah.	K ₅ : Ana Yollara Yakınlık (Metre)
A ₆ : Terzi Aliler Mah.	K ₆ : Üniversite Hastanesine Yakınlık (Metre)
A ₇ : Orhangazi Mah.	

3.5. Araştırmanın Modeli

Çalışmada, planlanan sınırlı bir bölge için afet istasyonlarının optimum yerleştirilmesine ait bir model önerilmiştir. Modelde ÇKKV yöntemlerinin çözüm aşamalarına uygun bir hiyerarşi izlenmiştir. Modelde ilk olarak amaç ardından kriterler ve son olarakta alternatifler belirtilmiştir. İfade edilen çalışmanın modeli Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1. Afet istasyonlarının Optimum Yerleştirilmesi Modeli



4. Uygulama: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Afet İstasyonlarının Optimum Yerleştirilmesi

4.1. Entropi Yöntemi İle Kriterlerin Ağırlıklarının Tespit Edilmesi

4.1.1. Temel Veri Matrisinin İfade Edilmesi

Çalışmanın öncelikle kriterlere ait ağırlıklarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Kriterlerin ağırlıklarının tespit edilmesinde son zamanlarda sıklıkla kullanılan Entropi Yönteminden faydalanılmıştır. K₃ kriterinde yer alan (*1.5) ifadesi o mahalledeki nüfusun 1.5 katından büyük kaç adet alan olduğu ile ilgilidir. Kriterlerin ağırlıkların Entropi Yöntemi ile belirlenmesi için gerekli olan Temel Veri Matrisi Tablo 2’de ifade edilmiştir.

Tablo 2. Temel Veri Matrisi

Alternatifler	K1: Nüfus Max.	K2: AFAD İl Merkezine Yakınlık (mt) Min.	K3: Nüfus (*1,5 Saha Sayısı) Max.	K4: Mahalledeki Resmi Kuruluş Sayısı Max.	K5: Ana Yollara Yakınlık (mt) Min.	K6: Üniversite Hastanesine Yakınlık (mt) Min.
A ₁ : Çifte Pınarlar Mah.	1829	8100	18	4	987	1930
A ₂ : Bayram Gökmen Mah.	2436	9069	12	0	5	2898
A ₃ : Hüseyin Kıl Mah.	905	8544	13	1	160	2822
A ₄ : Kemal Işıldak Mah.	634	7368	7	3	200	2572
A ₅ : Murat Demir Mah.	1553	7856	11	2	361	1556
A ₆ : Terzi Aliler Mah.	687	9012	8	0	146	2985
A ₇ : Orhangazi Mah.	2707	7045	9	0	520	858

4.1.2. Temel Veri Matrisinin Normalize Edilmesi

Temel veri matrisindeki değerlerin Entropi yöntemi ile analiz edilebilmesi için normalizasyon işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Bu amaçla normalize edilmiş değerler Tablo 3'te ifade edilmiştir.

Tablo 3. Normalize Edilmiş Veri Matrisi

Alternatifler	K1 Max.	K2 Min.	K3 Max.	K4 Max.	K5 Min.	K6 Min.
A ₁ : Çifte Pınarlar Mah.	0.5765	0.4788	1.0000	1.0000	0.0000	0.4960
A ₂ : Bayram Gökmen Mah.	0.8693	0.0000	0.4545	0.0000	1.0000	0.0409
A ₃ : Hüseyin Kıl Mah.	0.1307	0.2594	0.5455	0.2500	0.8422	0.0766
A ₄ : Kemal Işıldak Mah.	0.0000	0.8404	0.0000	0.7500	0.8014	0.1942
A ₅ : Murat Demir Mah.	0.4433	0.5993	0.3636	0.5000	0.6375	0.6718
A ₆ : Terzi Aliler Mah.	0.0256	0.0282	0.0909	0.0000	0.8564	0.0000
A ₇ : Orhangazi Mah.	1.0000	1.0000	0.1818	0.0000	0.4756	1.0000

4.1.3. f_i Değerleri Tablosunun Oluşturulması

f_i değerleri oluşturulurken her bir alternatife ait performans değerleri ve ilgili alternatifin kriterler bazında aldıkları ağırlıkların toplamı dikkate alınmıştır. Bu değerler Tablo 4'te ifade edilmiştir.

Tablo 4. Alternatiflere Ait f_i Değerleri

Alternatifler	K1 Max.	K2 Min.	K3 Max.	K4 Max.	K5 Min.	K6 Min.
A ₁ : Çifte Pınarlar Mah.	0.1623	0.1348	0.2816	0.2816	0.0000	0.1397
A ₂ : Bayram Gökmen Mah.	0.3676	0.0000	0.1922	0.0000	0.4229	0.0173
A ₃ : Hüseyin Kıl Mah.	0.0621	0.1233	0.2592	0.1188	0.4002	0.0364
A ₄ : Kemal Işıldak Mah.	0.0000	0.3250	0.0000	0.2900	0.3099	0.0751
A ₅ : Murat Demir Mah.	0.1379	0.1864	0.1131	0.1555	0.1982	0.2089
A ₆ : Terzi Aliler Mah.	0.0255	0.0281	0.0908	0.0000	0.8555	0.0000
A ₇ : Orhangazi Mah.	0.2734	0.2734	0.0497	0.0000	0.1300	0.2734

4.1.4. $(\ln f_i)$ Değerlerinin Bulunması

Tablo 4'te belirtilen değerlerin tümünün e tabanında logaritması alınarak Tablo 5'te ifade edilen değerler oluşturulmuştur.

Tablo 5. Alternatiflere Ait $(\ln f_i)$ Değerleri

Alternatifler	K1 Max.	K2 Min.	K3 Max.	K4 Max.	K5 Min.	K6 Min.
A ₁ : Çifte Pınarlar Mah.	-1.8181	-2.0039	-1.2673	-1.2673	-4.0572	-1.9685
A ₂ : Bayram Gökmen Mah.	-1.0008	-4.0572	-1.6491	-4.0572	-0.8607	-4.0572
A ₃ : Hüseyin Kıl Mah.	-2.7786	-2.0934	-1.3501	-2.1303	-0.9158	-3.3127
A ₄ : Kemal Işıldak Mah.	-4.0572	-1.1240	-4.0572	-1.2378	-1.1715	-2.5891
A ₅ : Murat Demir Mah.	-1.9815	-1.6800	-2.1796	-1.8612	-1.6182	-1.5657
A ₆ : Terzi Aliler Mah.	-3.6675	-3.5708	-2.3989	-4.0572	-0.1561	-4.0572
A ₇ : Orhangazi Mah.	-1.2967	-1.2967	-3.0015	-4.0572	-2.0400	-1.2967

4.1.5. $(k \ln f_i)$ Değerlerinin Hesaplanması

Tablo 6'da ifade edilen $(k \ln f_i)$ değerlerinin hesaplanmasında Tablo 5'te belirtilen her bir değer tek tek k katsayısı ile çarpılmıştır. Hesaplamalarda kullanılan katsayı, $k = \frac{1}{\ln 7}$ değeridir.

Tablo 6. Alternatiflere Ait ($k \ln fi$) Değerleri

Alternatifler	K1 Max.	K2 Min.	K3 Max.	K4 Max.	K5 Min.	K6 Min.	K1 Max.
A ₁ : Çifte Pınarlar Mah.	0.9343	1.0298	0.6513	0.6513	2.0850	1.0116	6.3632
A ₂ : Bayram Gökmen Mah.	0.5143	2.0850	0.8475	2.0850	0.4423	2.0850	8.0591
A ₃ : Hüseyin Kıl Mah.	1.4279	1.0758	0.6938	1.0948	0.4706	1.7024	6.4654
A ₄ : Kemal İşıldak Mah.	2.0850	0.5776	2.0850	0.6361	0.6020	1.3306	7.3163
A ₅ : Murat Demir Mah.	1.0183	0.8633	1.1201	0.9564	0.8316	0.8046	5.5944
A ₆ : Terzi Aliler Mah.	1.8847	1.8350	1.2328	2.0850	0.0802	2.0850	9.2028
A ₇ : Orhangazi Mah.	0.6664	0.6664	1.5425	2.0850	1.0484	0.6664	6.6750

4.1.6. Kriter Ağırlıklarının İfade Edilmesi

Entropi yönteminin tüm analiz adımları gerçekleştirildikten sonra Tablo 7’de ifade edilen ağırlıklar tespit edilmiştir.

Tablo 7. Kriterlere Ait Nihai Ağırlık Değerleri

Kriterler	Ağırlık Değerleri
K ₁ : Nüfus	0.1449
K ₂ : AFAD İl Merkezine Yakınlık (Metre)	0.1908
K ₃ : Uygun Saha Sayısı	0.1477
K ₄ : Resmi Kurum Sayısı	0.1707
K ₅ : Ana Yollara Yakınlık (Metre)	0.1242
K ₆ : Üniversite Hastanesine Yakınlık (Metre)	0.2217

4.2. VIKOR Yöntemi ile Afet İstasyonlarının Optimum Yerleştirilmesi

4.2.1. Temel Veri Matrisinin İfade Edilmesi

VIKOR yönteminin analiz aşamalarının uygulanabilmesi için her bir alternatifin kriterler karşısındaki performans değerlerini gösteren temel veri matrisinin ifade edilmesi gerekmektedir. Bu düşünce ile daha önceden ifade edilen Tablo 2’deki Temel Veri Matrisi değerleri kullanılmıştır.

4.2.2. Normalize Matrisin Oluşturulması

VIKOR yönteminin analiz aşamalarını uygulanabilmesi için verilerin hesaplanabilir aralığa indirgenmesi gerekmektedir. Bu düşünce ile Tablo 3 de yer alan normalize matris değerleri kullanılmıştır.

4.2.3. Ağırlıklı Normalize Matrisin Oluşturulması

Ağırlıklı normalize matris değerleri belirlenirken Tablo 3’te yer alan veriler ayrı ayrı kriter ağırlıkları ile çarpılmıştır. Böylelikle Tablo 8’de ifade edilen değerler oluşturulmuştur.

Tablo 8. Ağırlıklı Normalize Matris Değerleri

Alternatifler	K1 Max.	K2 Min.	K3 Max.	K4 Max.	K5 Min.	K6 Min.
A ₁ : Çifte Pınarlar Mah.	0.0836	0.0913	0.1477	0.1707	0.0000	0.1100
A ₂ : Bayram Gökmen Mah.	0.1260	0.0000	0.0671	0.0000	0.1242	0.0091
A ₃ : Hüseyin Kıl Mah.	0.0189	0.0495	0.0806	0.0427	0.1046	0.0170
A ₄ : Kemal İşıldak Mah.	0.0000	0.1603	0.0000	0.1280	0.0995	0.0430
A ₅ : Murat Demir Mah.	0.0643	0.1143	0.0537	0.0854	0.0792	0.1489
A ₆ : Terzi Aliler Mah.	0.0037	0.0054	0.0134	0.0000	0.1063	0.0000
A ₇ : Orhangazi Mah.	0.1449	0.1908	0.0269	0.0000	0.0590	0.2217
Fi + ve Fi - Değerleri	0.1449	-0.1908	0.1477	0.1707	-0.1242	-0.2217

4.2.4. (S^* , S^- , R^+ ve R^-) Değerlerinin Hesaplanması

Alternatiflere ait nihai sıralamanın tespit edilebilmesi için S^* , S^- , R^+ ve R^- değerlerinin ayrı ayrı hesaplanması gerekmektedir. İlgili değerler Tablo 8’de yer alan veriler doğrultusunda belirlenmiştir. Böylelikle Tablo 9’da belirtilen değerler oluşmuştur.

Tablo 9. Alternatiflere Ait (S^* , S^- , R^+ ve R^-) Değerleri

S^*	1.3983
S^-	4.2937
R^*	0.4960
R^-	1.0000

4.2.5. S_i , R_i ve Q_i Değerleri

VIKOR yöntemine göre her bir alternatife ait nihai öncelik sıralamasının belirlenebilmesi için S_i , R_i ve Q_i değerlerinin ifade edilmesi gerekmektedir. Bu düşünce ile Tablo 10’da belirtilen veri seti oluşturulmuştur.

Tablo 10. Alternatiflere Ait S_i , R_i ve Q_i Değerleri

Alternatifler	S_i	R_i	Q_i
A ₁ : Çifte Pınarlar Mah.	1.3983	0.4960	0.0000
A ₂ : Bayram Gökmen Mah.	2.7171	1.0000	0.7277
A ₃ : Hüseyin Kıl Mah.	3.2520	0.8693	0.6904
A ₄ : Kemal Işıldak Mah.	4.0860	1.0000	0.9641
A ₅ : Murat Demir Mah.	3.6017	0.6718	0.5549
A ₆ : Terzi Aliler Mah.	3.7681	1.0000	0.9092
A ₇ : Orhangazi Mah.	4.2937	1.0000	1.0000

4.2.6. Koşulların Sağlanması ve Nihai Sıralamaların Belirlenmesi

VIKOR yöntemine göre nihai sıralama tespit edilmeden önce iki koşul sağlanmalıdır. Buna göre birinci koşul $Q(A_2)-Q(A_1) \geq 1/7$ eşitsizliğinden dolayı sağlanmaktadır. İkinci koşul ise A_1 değerinin S_i , R_i ve Q_i sıralamasında devamlı en küçük değer aldığından sağlanmaktadır. Bu veriler ışığında Tablo 11’de ifade edilen sıralama belirlenmiştir.

Tablo 11. Alternatiflere Ait Nihai Sıralama

Alternatifler	Q_i Değerleri	Öncelik Sıralaması
A ₁ : Çifte Pınarlar Mah.	0.0000	1
A ₂ : Bayram Gökmen Mah.	0.5549	2
A ₃ : Hüseyin Kıl Mah.	0.6904	3
A ₄ : Kemal Işıldak Mah.	0.7277	4
A ₅ : Murat Demir Mah.	0.9092	5
A ₆ : Terzi Aliler Mah.	0.9641	6
A ₇ : Orhangazi Mah.	1.0000	7

4.3. TOPSIS Yöntemi ile Afet İstasyonlarının Optimum Yerleştirilmesi

4.3.1. Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

TOPSIS yöntemine göre Tablo 2’de yer alan Temel Veri Matrisi değerlerinin hesaplanabilir değer aralığına indirgenmesi gerekmektedir. Bu düşünce ile ilgili tabloda yer alan değerler normalize edilerek Tablo 12’de ifade edilen verilere dönüştürülmüştür.

Tablo 12. Normalize Edilmiş Temel Veri Matrisi Değerleri

Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
	Max.	Min.	Max.	Max.	Min.	Min.
A1: Çifte Pınarlar Mah.	0.4019	0.3745	0.5834	0.7303	0.8163	0.3100
A2: Bayram Gökmen Mah.	0.5353	0.4193	0.3889	0.0000	0.0041	0.4654
A3: Hüseyin Kıl Mah.	0.1989	0.3951	0.4213	0.1826	0.1323	0.4532
A4: Kemal Işıldak Mah.	0.1393	0.3407	0.2269	0.5477	0.1654	0.4131
A5: Murat Demir Mah.	0.3412	0.3633	0.3565	0.3651	0.2986	0.2499
A6: Terzi Aliler Mah.	0.1510	0.4167	0.2593	0.0000	0.1208	0.4794
A7: Orhangazi Mah.	0.5948	0.3258	0.2917	0.0000	0.4301	0.1378

4.3.2. Ağırlıklı Normalize Matrisin Belirlenmesi

Ağırlıklı normalize matrisin hesaplanmasında kriterlerin ağırlıkları kullanılmıştır. Tablo 12’de belirtilen değerler tek tek ilgili ağırlıklar ile çarpılmıştır. Böylece Tablo 13’te gösterilen değerler oluşturulmuştur.

Tablo 13. Alternatiflere Ait Ağırlıklı Normalize Matris Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
	Max.	Min.	Max.	Max.	Min.	Min.
Ağırlıklar	<i>0.145</i>	<i>0.191</i>	<i>0.148</i>	<i>0.171</i>	<i>0.124</i>	<i>0.222</i>
A1: Çifte Pınarlar Mah.	0.0583	0.071	0.086	0.125	0.101	0.069
A2: Bayram Gökmen Mah.	0.0776	0.080	0.057	0.000	0.001	0.103
A3: Hüseyin Kıl Mah.	0.0288	0.075	0.062	0.031	0.016	0.100
A4: Kemal Işıldak Mah.	0.0202	0.065	0.034	0.093	0.021	0.092
A5: Murat Demir Mah.	0.0495	0.069	0.053	0.062	0.037	0.055
A6: Terzi Aliler Mah.	0.0219	0.079	0.038	0.000	0.015	0.106
A7: Orhangazi Mah.	0.0862	0.062	0.043	0.000	0.053	0.031

4.3.3. İdeal Pozitif ve Negatif Çözüm Setlerinin Oluşturulması

TOPSIS yöntemine göre her bir alternatifin ilgili kriterler çerçevesinde ideal çözüm aralıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Hesaplamalarda her bir kriterin extramum niteliğine göre ideal değerleri belirlenmiştir. Elde edilen pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri Tablo 14’te ifade edilmiştir.

Tablo 14. Kriterlere Ait İdeal Pozitif ve Negatif Çözüm Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
	Max.	Min.	Max.	Max.	Min.	Min.
Pozitif İdeal Çözüm	0.0862	0.0621	0.0862	0.1247	0.0005	0.0305
Negatif İdeal Çözüm	0.0202	0.0800	0.0335	0.0000	0.1014	0.1063

4.3.4. İdeal Pozitif Uzaklıkların Bulunması

İdeal pozitif uzaklıkların belirlenmesinde Tablo 14’te gösterilen pozitif ideal çözüm değerleri kullanılmıştır. Böylelikle hesaplanan değerler Tablo 15 ‘te belirtilmiştir.

Tablo 15. Alternatiflere Ait İdeal Pozitif Uzaklık Değerleri

Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Toplam	S _{i+}
	Max.	Min.	Max.	Max.	Min.	Min.		
A1: Çifte Pınarlar Mah.	0.0008	0.0001	0.0000	0.0000	0.0102	0.0015	0.0125	0.1118
A2: Bayram Gökmen Mah.	0.0001	0.0003	0.0008	0.0155	0.0000	0.0053	0.0220	0.1484
A3: Hüseyin Kıl Mah.	0.0033	0.0002	0.0006	0.0087	0.0003	0.0049	0.0179	0.1339
A4: Kemal Işıldak Mah.	0.0044	0.0000	0.0028	0.0010	0.0004	0.0037	0.0122	0.1106
A5: Murat Demir Mah.	0.0014	0.0001	0.0011	0.0039	0.0013	0.0006	0.0084	0.0915

A ₆ : Terzi Aliler Mah.	0.0041	0.0003	0.0023	0.0155	0.0002	0.0057	0.0282	0.1680
A ₇ : Orhangazi Mah.	0.0000	0.0000	0.0019	0.0155	0.0028	0.0000	0.0202	0.1421

4.3.5. Negatif İdeal Uzaklıkların Elde Edilmesi

İdeal negatif uzaklıkların belirlenmesinde Tablo 14’te belirtilen negatif ideal çözüm değer aralığı kullanılmıştır. Böylelikle hesaplanan değerler Tablo 16 ‘da ifade edilmiştir.

Tablo 16. Alternatiflere Ait İdeal Negatif Uzaklık Değerleri

Alternatifler	K1 Max.	K2 Min.	K3 Max.	K4 Max.	K5 Min.	K6 Min.	Toplam	S _i -
A ₁ : Çifte Pınarlar Mah.	0.0014	0.0001	0.0028	0.0155	0.0000	0.0014	0.0212	0.1458
A ₂ : Bayram Gökmen Mah.	0.0033	0.0000	0.0006	0.0000	0.0102	0.0000	0.0140	0.1185
A ₃ : Hüseyin Kıl Mah.	0.0001	0.0000	0.0008	0.0010	0.0072	0.0000	0.0091	0.0956
A ₄ : Kemal Işıldak Mah.	0.0000	0.0002	0.0000	0.0087	0.0065	0.0002	0.0157	0.1254
A ₅ : Murat Demir Mah.	0.0009	0.0001	0.0004	0.0039	0.0041	0.0026	0.0119	0.1093
A ₆ : Terzi Aliler Mah.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0075	0.0000	0.0075	0.0865
A ₇ : Orhangazi Mah.	0.0044	0.0003	0.0001	0.0000	0.0023	0.0057	0.0128	0.1132

4.3.6. Pozitif ve Negatif İdeal Çözümün Bulunması

Her bir alternatifte ait ideal çözüm değerlerinin hesaplanması için S_i+ ve S_i- değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu düşünce ile Tablo 15 ve Tablo 16’nın her bir satırında yer alan değerler toplanmış ve karekökleri hesaplanmıştır. Böylelikle Tablo 17 ‘de yer alan değerler oluşturulmuştur.

Tablo 17. Alternatife Ait Pozitif ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri

Alternatifler	S _i +	S _i -
A ₁ : Çifte Pınarlar Mah.	0.1118	0.1458
A ₂ : Bayram Gökmen Mah.	0.1484	0.1185
A ₃ : Hüseyin Kıl Mah.	0.1339	0.0956
A ₄ : Kemal Işıldak Mah.	0.1106	0.1254
A ₅ : Murat Demir Mah.	0.0915	0.1093
A ₆ : Terzi Aliler Mah.	0.1680	0.0865
A ₇ : Orhangazi Mah.	0.1421	0.1132

4.3.7. Alternatiflere Ait C_i Değerlerinin Hesaplanması

TOPSIS yöntemine göre alternatiflerin nihai öncelik sıralamasının tespit edilebilmesi için S_i+ ve S_i- değerlerine bağlı C_i değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu düşünce ile Tablo 18’de yer alan veri seti oluşturulmuştur.

Tablo 18. Alternatiflere Ait S_i+ ve S_i- Değerlerine Bağlı C_i Değerleri

Alternatifler	S _i +	S _i -	C _i
A ₁ : Çifte Pınarlar Mah.	0.1118	0.1458	0.5660
A ₂ : Bayram Gökmen Mah.	0.1484	0.1185	0.4440
A ₃ : Hüseyin Kıl Mah.	0.1339	0.0956	0.4166
A ₄ : Kemal Işıldak Mah.	0.1106	0.1254	0.5312
A ₅ : Murat Demir Mah.	0.0915	0.1093	0.5444
A ₆ : Terzi Aliler Mah.	0.1680	0.0865	0.3400
A ₇ : Orhangazi Mah.	0.1421	0.1132	0.4433

4.3.8. TOPSIS Yöntemine Göre Alternatiflerin Nihai Öncelik Sıralamasının Belirlenmesi

TOPSIS yönteminin tüm analiz aşamaları uygulandığında Tablo 19’da belirtilen nihai sıralama oluşturulmuştur.

Tablo 19. TOPSIS Yöntemine Göre Alternatiflerin Nihai Sıralaması

Alternatifler	C _i	Sıralama
A ₁ : Çifte Pınarlar Mah.	0.5660	1.
A ₂ : Bayram Gökmen Mah.	0.5444	2.
A ₃ : Hüseyin Kıl Mah.	0.5312	3.
A ₄ : Kemal Işıldak Mah.	0.4440	4.
A ₅ : Murat Demir Mah.	0.4433	5.
A ₆ : Terzi Aliler Mah.	0.4166	6.
A ₇ : Orhangazi Mah.	0.3400	7.

4.4. Bulguların Yorumlanması

İki farklı yöntemle ile gerçekleştirilen analizlerin sonuçlarının karşılaştırılması ve optimum sıralamanın tespit edilmesi için bilimsel temele dayalı Spearman Sıra Korelasyon Analizinin yapılması uygun görülmüştür. Bu düşünce ile Tablo 20’de belirtilen sıra değerleri oluşmuştur.

4.4.1. Spearman Sıra Korelasyon Analizinin Uygulanması

Spearman sıra korelasyon Analizi Sosyal Bilimlerde daha çok belli kriterler dikkate alınarak öncelik sıralaması tespit edilecek alternatiflere ait analizlerin geçerliğini kontrol etmek için kullanılan bir tekniktir. Çalışmada hem VIKOR hemde TOPSIS yöntemleri ile gerçekleştirilen iki farklı öncelik sıralaması mevcuttur. Sıra korelasyon analizi için tüm şartlar sağlandığından Spearman Sıra Korelasyon Analizi uygulanmıştır. Elde edilen veriler Tablo 20’de belirtilmiştir.

Tablo 20. Spearman Sıra Korelasyon Analizi Sonuçları

	TOPSIS	VIKOR	d ² (Sıra farkının Karesi)
A ₁ : Çifte Pınarlar Mah.	1	1	0
A ₂ : Bayram Gökmen Mah.	4	4	0
A ₃ : Hüseyin Kıl Mah.	6	3	9
A ₄ : Kemal Işıldak Mah.	3	6	9
A ₅ : Murat Demir Mah.	2	2	0
A ₆ : Terzi Aliler Mah.	7	5	4
A ₇ : Orhangazi Mah.	5	7	4
	TOPLAM		26

$$rs = 1 - \frac{6 \cdot \sum di^2}{n \cdot (n^2 - 1)} \quad (1)$$

(1) Formülü kullanılarak rs değeri 0,5358 hesaplanmıştır. Bu hesaplama göre iki farklı ÇKKV yöntemi ile gerçekleştirilen analiz sonuçlarında ortaya çıkan alternatiflere ait sıralamalar arasında anlamlı, pozitif yönde ve orta dereceli bir ilişki gözlemlenmiştir.

5. Sonuç ve Öneriler

Afetlerden sonra hayatta kalabilmek ve afet sürecini en az zararla atlama afet yönetimi kapsamında yürütülen planlamaların en temel amacıdır. Bu çalışmada, olası bir afet durumunda Düzce ili merkezine bağlı Konuralp yerleşkesinde yer alan yedi mahalle üzerinde tesis edilmesi düşünülen bir afet istasyonunu optimum yerleşimi ÇKKV yöntemleri kullanılarak konuşlandırılmıştır. Analizler ÇKKV yöntemlerinin farklı boyutlarını ilgilendiren Entropi, VIKOR ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve birbirleri ile örtüşen sıralamalar dikkate alınarak ilgililere optimum konum önerilmiştir.

Klasik optimizasyon yöntemlerinden farklı olarak ÇKKV yöntemleri kullanılarak yapılan konuşlandırma hesaplamalarında probleme özgü kriterler kullanılmıştır. İlgili literatürden farklı olarak kullanılan kriterler güncelliği açısından çok önemli görülmektedir.

VIKOR ve TOPSIS yöntemleri ayrı ayrı kullanılarak gerçekleştirilen analizler neticesinde; birinci olarak A₁: Çiftelınarlar Mah. ikinci olarak A₅: Murat Demir Mah. çıkmıştır. Bu sonuçların oluşmasında ki en büyük neden ağırlık değerleri fazla etkili kriterlerdir. İlgili sonuçlar değerlendirildiğinde; K₆: Üniversite hastanesine yakınlık ve K₂: AFAD İl Merkezine yakınlık kriterlerinin belirleyici rol oynadığı tespit edilmiştir.

İleride yapılacak bilimsel çalışmalarda afet yönetimi kapsamında afet istasyonlarının veya benzeri tesislerin optimum konuşlandırılmasında güncel hibrit ÇKKV yöntemlerinden faydalanılabilir. Yetkililerin de afetlere hazırlık ile ilgili programları hazırlarken mutlaka bilimsel çalışmalardan ve akademik önerilerden faydalanmaları önerilmektedir.

Kaynakça

- Ablanedo, J.H., Gao, H., Alidaee, B. and Teng, W. (2009). Allocation of Emergency and Recovery Centres in Hidalgo, Mexico. *International Journal Services Sciences*. 2, 206-215.
- Alp, İ., Öztel, A., & Köse, M. S. (2015). Entropi Tabanlı MAUT Yöntemi ile Kurumsal Sürdürülebilirlik Performansı Ölçümü: Bir Vaka Çalışması. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(2), 65-81.
- Amiri, M., Ayazi, S.A., Olfat, L. ve Moradi, J.S. (2011). Group Decision Making Process for Supplier Selection with VIKOR under Fuzzy Circumstance Case Study: An Iranian Car Parts Supplier, *International Bulletin of Business Administration*, 10(6), 66-75.
- Arslan, H.M. (2015). Yapay Zekâ Optimizasyon Yöntemleri İle Yaralı Toplanma Merkezlerinin Optimum Konuşlandırılması, Yayınlanmış Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Arslan, H.M. ve Yıldız, M.S. (2016). Yapay Zekâ Optimizasyon Yöntemi İle Yaralı Toplanma Merkezlerinin Konuşlandırılması, *Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi Yıl: 2016 Cilt: 7 Sayı: 14*
- Chen, W., Zhai, G., Fan, C., Jin, W. and Xie, Y. (2016). A Planning Framework Based on System Theory and GIS for Urban Emergency Shelter System: A Case of Guangzhou, China, *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 23 (3), pp. 441-456.
- Cheng-Min Feng, Wang Rong-Tsu, (2001), "Considering The Financial Ratios on the Performance Evaluation of Highway Bus Industry", *Transport Reviews*, Vol.21, No.4, ss.449-467.
- Cristóbal, J.R.S. (2012). Contractor Selection Using Multi-criteria Decision-Making Methods, *Journal Of Construction Engineering and Management*, 138(6), 751-758.
- Çakır, S. ve Perçin, S. (2013). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü, *Ege Akademik Bakış*, 13(4), 449-459.
- Çatı, K., Es, A., & Özevin, O. (2017). Futbol Takımlarının Finansal ve Sportif Etkinliklerinin Entropi ve TOPSIS Yöntemiyle Analiz Edilmesi: Avrupa'nın 5 Büyük Ligi ve Süper Lig Üzerine Bir Uygulama. *International Journal of Management Economics & Business*, 13(1), 199-222.
- Çınar Y. (2004), Çok Nitelikli Karar Verme ve Bankaların Mali Performanslarının Değerlendirilmesi Örneği, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Çiçekdağı, H.İ. ve Kırış, Ş. (2012). Afet İstasyonu ve Toplanma Merkezi İçin Yer Seçimi ve Bir Uygulama, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Sayı 28, Ağustos 2012 ISSN -1302-3055, Kütahya.

- Demir, K. ve Temelli U. E. (2020). Küresel Afet Yönetimi Örgütlenmesi Ve Uygulamaları, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi Yayınları
- Demirel, N.Ç. ve Yücenur, G.N. (2011). The Cruise Port Place Selection Problem with Extended VIKOR and ANP Methodologies under Fuzzy Environment. *World Congress on Engineering*, International Association of Engineers, 6 July – 8 July 2011. London, 1128-1133.
- Dumanoğlu S. , (2010), “İMKB’de İşlem Gören Çimento Şirketlerinin Mali Performansının TOPSIS Yöntemi İle Değerlendirilmesi” , *Marmara Dergisi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 29 (2), 323-324.
- Fan, C., Zhai, G., Zhou, S. and Zhang, H. (2017). Integrated Framework for Emergency Shelter Planning Based on Multi hazard Risk Evaluation and Its Application: Case Study in China, *Natural Hazards Review*, 18(4).
- Forman E. and Sally M. A., (2001), *Decision By Objectives: How To Convince Others That You Are Right*, Professor of Management Science George Washington University.
- Gökdalay, M.H., (2009), “Hava alanlarının Performans Analizinde Bulanık Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımı”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, Cilt:8, Sayı:6, ss.157-168.
- Hu, Z.H., Sheu, J.B. and Xizo L. (2014). Post-disaster Evacuation and Temporary Resettlement Considering Panic and Panic Spread. *Transportation Research*. 69, 112-132.
- İslamoğlu, M., Apan, M., & Öztel, A. (2015). An evaluation of the financial performance of REITs in Borsa İstanbul: A case study using the entropy-based TOPSIS method. *International Journal of Financial Research*, 6(2), 124-138.
- Kadioğlu, M., 2008: Modern, Bütünleşik Afet Yönetiminin Temel İlkeleri; Kadioğlu, M. ve Özdamar, E., (editörler), “Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri”; s. 1-34, JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, Ankara.
- Medak Afet yönetim Sistemi (2020). <https://www.medak.org.tr/faydali-bilgiler/faydali-bilgiler/> Alıntılanma Tarihi: 05.05.2020
- Oprić, S.; Tzeng, G. H. 2007. Extended VIKOR Method in Comparison with Outranking Methods, *European Journal of Operational Research* 178(2): 514–529.
- Özdağoğlu, A., Yakut, E., ve Bahar, S. (2017). Machine Selection in A Dairy Product Company with Entropy and SAW Method Integration. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(1), 341-359.
- Özdemir, A. İ. ve Deste, M. (2009). “Gri İlişkisel Analiz İle Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 38 (2), 147-156.
- Shemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M., & Tarokh, M. J. (2011). A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12160-12167.
- Soba, M. ve Eren, K. (2011). Topsis Yöntemini Kullanarak Finansal Ve Finansal Olmayan Oranlara Göre Performans Değerlendirilmesi, *Şehirlerarası Otobüs Sektöründe Bir Uygulama*, *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, s. 23-40.
- Şimşek, D. B. ve Yeniay, Ö. (2012), Olası Bir İstanbul Depreminde Yaralı Toplama Noktalarının Konuşlandırılmasının Optimizasyonu, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Cilt/Vol.: 13-Sayı/ 1 : 1-11

- Tayyar, N. ve Arslan, P. (2013). Hazır Giyim Sektöründe En İyi Fason İşletme Seçimi İçin AHP ve Vikor Yöntemlerinin Kullanılması, *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 340-358.
- Tzeng, G.H. ve Huang, J.J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications*, United States of America: CRC Press Taylor & Francis Group, LLC, 69-71.
- Youssef, A. M., Pradhan, B. and Hassan, A. M. (2011). Flash Flood Risk Estimation along the St. Katherine Road, Southern Sinai, Egypt Using GIS
- Zhang, H., Gu, C. L., Gu, L. W., & Zhang, Y. (2011). The evaluation of tourism destination competitiveness by TOPSIS & information entropy—A case in the Yangtze River Delta of China. *Tourism Management*, 32(2), 443-451.
- Zionts S., (1979), “MCDM If Not A Roman Numeral, Then What?”, *Interfaces*, *Institute for Operations Research and the Management Sciences*, 9(4), 94-101.