



## AFET İSTASYONU VE TOPLANMA MERKEZİ İÇİN YER SEÇİMİ VE BİR UYGULAMA

Halil İbrahim ÇİÇEKDAĞI<sup>1</sup>, Şafak KIRIŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Afet Yönetim Merkezi, Kütahya, hi.cicekdagi@kutahyaafetacil.gov.tr

<sup>2</sup>Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kütahya, skiris@dumlupinar.edu.tr

*Geliş Tarihi: 23.03.2012*

*Kabul Tarihi: 24.07.2012*

### ÖZET

Afetler, toplum için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplara neden olan doğal, teknolojik veya insan yapısı tabanlı olaylardır. Afet yönetimi kapsamında afet öncesi, afet sırasında ve afet sonrası gerekli işlemlerin en kısa sürede organize edilmesi ve gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada afet öncesi önlemlerden biri olan afet istasyonlarının yer seçimi ve dolayısıyla kişilerin toplanma merkezinin belirlenmesi problemi ele alınmıştır. Afet şartları içinde en hızlı ve en etkin şekilde müdahale yapabilmek ve hayatta kalma oranlarını arttırabilmek için afet istasyonu olarak adlandırılan konteynırların en uygun yere yerleştirilmesi de önemli bir adımdır. Alternatiflerin oldukça fazla olduğu bir ortamda en uygun konteynır yerinin belirlenmesi yöneticiler açısından zor bir seçim aşamasıdır. Bu nedenle çalışmada öncelikle kümeleme analizi kullanılarak birimler koordinatlarına göre gruplandırılmış, ardından da kişi sayıları dikkate alınarak ağırlık merkezi yöntemiyle her bir grup için uygun afet istasyonu yerleri belirlenmiştir. Önerilen yöntem bir üniversite yerleşkesi için uygulanmış ve afet istasyon yerleri belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Afet istasyonu, Kümeleme analizi, Ağırlık merkezi yöntemi, Yer seçimi*

## LOCATION CHOICE FOR DISASTER STATION AND COLLECTING CENTER AND AN APPLICATION

### ABSTRACT

Disasters are natural, technological or human made events that cause physical, economic and social losses. Disaster management includes some works that have to be organized and come to life as soon as possible before disaster, during disaster, and after disaster. In this study, the problem of location choice for disaster station and collecting center which is one of the precautions before disaster was presented. Locating the containers called disaster stations in a suitable location to interfere effectively and raise the rate of being alive is also an important step in disasters. Determining the locations of the containers in many alternatives is a difficult stage for managers. For this reason in this study, units were grouped as their coordinates by using clustering analysis and then suitable disaster station locations were determined for all units via center of gravity method by considering the number of people. Proposed method was applied to a university campus and disaster stations locations were determined.

**Keywords:** *Disaster station, Clustering analysis, Center of gravity method, Location choice*

### 1. GİRİŞ

Yeryüzünde depremler, fırtınalar, su ve sel baskınları gibi çeşitli türde afetlerle karşılaşılmaktadır. Karşılaşılan afetlere karşı hazırlıklı olmak olası kayıpların önüne geçmeyi ve afet anlarında nasıl hareket edilmesi gerektiği ile ilgili fikir sahibi olunmasını sağlayacaktır. Afet sonuçlarının önlenmesi ve olası zararlarının azaltılabilmesi

için hızlı ve etkin bir afet yönetim sisteminin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla afete yol açabilecek risklerin belirlenmesi ve bu riskleri önleyecek veya zararlarını en düşük düzeyde tutacak önlemlerin en uygun şekilde alınmasını gerekmektedir. Bu süreçte en yetkili makamlarla birlikte her bir bireye rol düşmektedir. Buna göre bütün kuruluşların afet yönetimi ile ilgili strateji geliştirmeleri önemlidir.

Afet yönetimi kapsamında literatürde gerek afet türleri, karşılaşılan sorunlar ve sosyo-psikolojik yapı [1-5], gerekse risk yönetimi, istatistiksel analizler, kaynakların yer seçimi, tahsisi ve yönetimi gibi çok çeşitli çalışmalara rastlanılmaktadır [1-11]. Afet yönetiminde yer seçimi ve lojistik ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Nozick ve Turnquist [12], çoklu ürün sistemleri için dağıtım merkezi yer seçimi ve dağıtım problemi üzerinde çalışmışlardır. Yi ve Ozdamar [13] afet tepki faaliyetlerini yönetebilmek için dinamik ve bulanık bir koordinasyon lojistik model önermişler ve İstanbul deprem verileri üzerinde uygulama yapmışlardır. Zhu ve diğerleri [14] acil durum kaynak depo yerleşimi ve kapasiteleri üzerinde çalışmışlar ve toplam maliyeti en küçükleyecek bir model önermişlerdir. Lixin ve diğerleri [15] Çin afet yönetim sistemini incelemişler ve sistemin sıkıntılarını analiz ederek, kalitesini artırmak için önerilerde bulunmuşlardır. Mete ve Zabinsky [16] çalışmalarında afet yönetiminde tıbbi malzeme tedarik sürecinde yer seçimi ve dağıtım problemi için detaylı literatür araştırmasına yer vermişler ve bu problem yapısı için bir stokastik programlama modeli önermişlerdir.

Bu çalışmada ise Dumlupınar Üniversitesi için afet yönetimi kapsamında toplanma merkezi belirleme ve afet istasyonu yerleştirme problemi ele alınmıştır. Olası Kütahya depreminde profesyonel ekiplerin olay yerine intikal edene kadar geçen süre zarfında, üniversitede bulunan öğrenci ve personelin arama kurtarma faaliyetlerine etkin katılımını sağlamak amacıyla merkez yerleşke içinde seçilen en uygun yerlere afet istasyonu kurulması planlanmıştır. Bu belirlenen bölgelerde ilgili öğrenciler ve personel toplanarak birbirleri hakkında bilgi sahibi olabileceklerdir. Aynı zamanda sağlık ekipleri acil durumlarda belirlenen toplanma merkezlerine giderek, kişilerle daha kolay buluşabilecek ve kişilerin problemlerine daha kısa sürede cevap verebileceklerdir.

Afet istasyonları konteynırlardan oluşmaktadır. Bu konteynırların içinde olası bir deprem durumunda insanların ihtiyacı olacak her türlü yardım ve kurtarma malzemesi mevcut olabilmektedir. İlk yardım çantası, el feneri, kazma, musluklu su bidonu, çadır, kurtarma ipi, ilk yardım malzemeleri, hidrolik krikolo, katlanabilir merdiven, jeneratör, gaz ve toz maskesi ile içme suyu gibi malzemeleri barındıran konteynırlar, ayrıca darbeye, ısıya, ışığa ve suya dayanıklı olarak imal edilmektedir. İhtiyaç halinde konteynırlar kara, deniz ve hava yoluyla taşınabilmektedir. Profesyonel kurtarma ekipleri afet bölgesine ulaşmaya kadar afetzedelerin imdadına yetişmek üzere afet istasyonlarının faydalı olacağı düşünülmektedir [17].

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Afet istasyonu ve kişilerin toplanma merkezlerini belirlemek için öncelikle koordinatlar dikkate alınarak kümeleme analizi gerçekleştirilmekte, ardından kişi sayıları da ele alınarak her bir küme için ağırlık merkezi yöntemi ile yer seçimi yapılmaktadır.

### 2.1. Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi, bir veri setinde yer alan birimlerin kümelenmesi için çok yaygın kullanılan bir yöntemdir. Kümeleme işlemi birimlerin birbirleriyle olan benzerlikleri ya da birbirlerine olan uzaklıkları kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Verilerin yapısına göre kullanılan araç farklılık gösterebilir. Kümeleme yöntemleri değişik kaynaklarda farklı biçimlerde sınıflandırılmıştır. En genel ayırım hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri şeklindedir. Gupta [18] hiyerarşik yöntemleri incelemiş ve en kullanışlı olandan en az kullanışlı olana göre tam bağlantı (complete), ağırlıklı ortalama (weighted average), ortalama (average) ve tek bağlantı (single linkage) şeklinde sıralamıştır.

Tek bağlantı yönteminde başlangıçtaki  $n \times n$  kare matrisi oluşturulduktan sonra birleştirilen iki kümenin diğer kümelere hesaplanmasında minimum uzaklıklar dikkate alınırken, tam bağlantı yönteminde maksimum uzaklıklar dikkate alınır. Ortalama bağlantıda ise uzaklıklardan ya da benzerliklerden oluşan  $n \times n$  kare matriste minimum uzaklıkta olan kümelerin birleştirilmesiyle oluşturulan yeni kümenin diğer birimlere olan uzaklıkları

yeni oluşturulan kümenin diğer kümelerin birbirlerine olan uzaklıklarının ortalaması hesaplanılarak bulunur. Bu çalışmada ise daha anlamlı sonuçlar ortaya çıkması nedeniyle ortalama bağlantı kullanılmıştır.

Birimler kümelenirken, değişik uzaklık ölçüleri kullanılabilir. Bu ölçülerden bazıları Öklid, Manhattan ve Minkowski uzaklık ölçüleridir. Bu çalışmada ise Öklid uzaklık ölçüsü kullanılarak iki birim arasındaki uzaklık Formül (1) ile hesaplanmıştır.

$$d(i, j) = \sqrt{(x_{i1} - x_{j1})^2 + (x_{i2} - x_{j2})^2 + \dots + (x_{ip} - x_{jp})^2} \quad (1)$$

Formül (1)'de  $i=1,2,\dots,n$  ve  $j=1,2,\dots,n$ 'dir.  $n$  birim sayısı ve  $p$  değişken sayısıdır. "1" en uzak yani benzemeyen birimleri, "0" ise en benzeyen birimleri göstermektedir. Buna göre birimlerin koordinatları dikkate alınarak kümeleme analizi ile gruplar oluşturulabilir.

## 2.2. Ağırlık Merkezi Yöntemi

Kuruluş yeri seçimi yöntemlerinden biri olarak bilinen Ağırlık Merkezi Yöntemi uygulaması kolay bir yöntemdir. Dağıtım merkezlerinin belirlenmesi aşamasında dağıtım maliyetlerini en küçükleyecek sonuçlar üretmeye yarayan bir matematiksel yaklaşımdır. Bu yöntemde ulaşım maliyetleri; uzaklık ve ağırlığın bir fonksiyonudur. Ağırlık olarak akış miktarları ele alınabilir. Bu uygulamada ise kişi sayıları ağırlık olarak ele alınmıştır. Her bir küme için  $x$  ve  $y$  koordinatları Formül (2) ile hesaplanır.

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (2)$$

Elde edilen merkezlerin koordinatları bazı durumlarda birimlerin üzeri gibi uygun olmayan yerler olarak hesaplanabilir. Bu durumda belirlenen merkeze yakın alternatif merkezler için karşılaştırma yapılabilir. Bunun için alternatif yerlerin koordinatları ele alınarak, yük-mesafe değerleri hesaplanır ve en küçük yük-mesafe değerine sahip olan yer merkez olarak seçilebilir. Yük-mesafe değerleri Formül (3) ile hesaplanır.

$$LD = \sum_{i=1}^n l_i d_i \quad (3)$$

$LD$  = Yük-mesafe değeri

$l_i$  =  $i$ . birimden amaçlanan toplanma birimine kadar gidebilecek kişi sayısı

$d_i$  =  $i$ . birim ile amaçlanan toplanma merkezi arasındaki mesafe

$d_i = (x_i - x)^2 + (y_i - y)^2$

$(x, y)$  = Değerlendirilen toplanma merkezinin koordinatları

$(x_i, y_i)$  =  $i$ . birim koordinatları

Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen koordinatlar, afet istasyonlarının oluşturulacağı ve kişilerin toplanacağı merkezleri vermektedir.

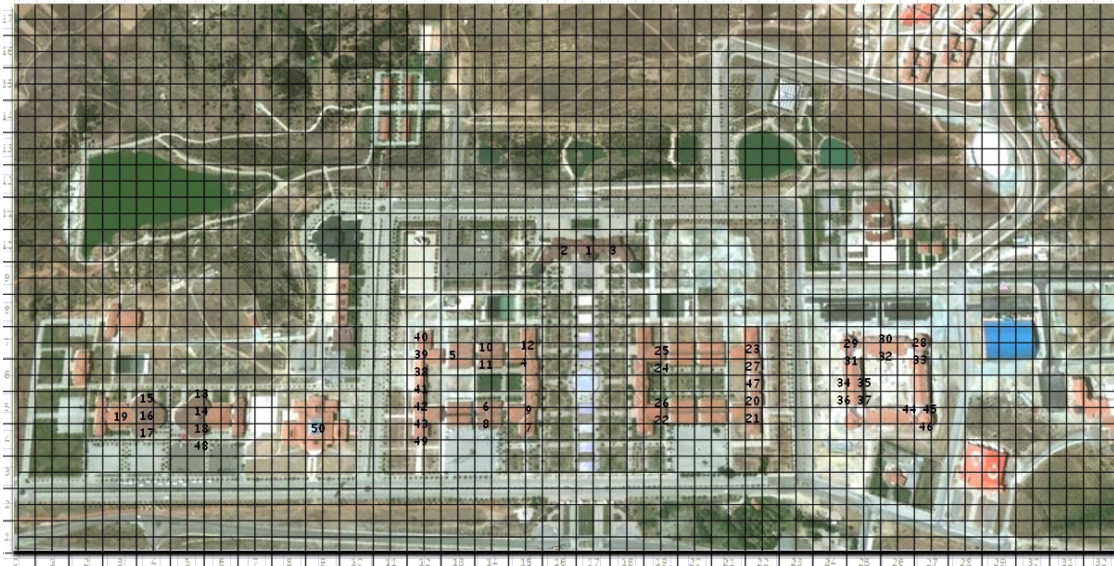
## 3. BULGULAR

Afet öncesi, afet sonrası ve afet sırasında gerekli işlemlerin en kısa sürede organize edilmesi ve gerçekleştirilmesi önceden bazı planların oluşturulması ile mümkündür. Afet sırasında bazı önemli kararların doğru biçimde verilmesi çok da mümkün olmayacağı için eylem planları doğrultusunda daha hızlı bir şekilde

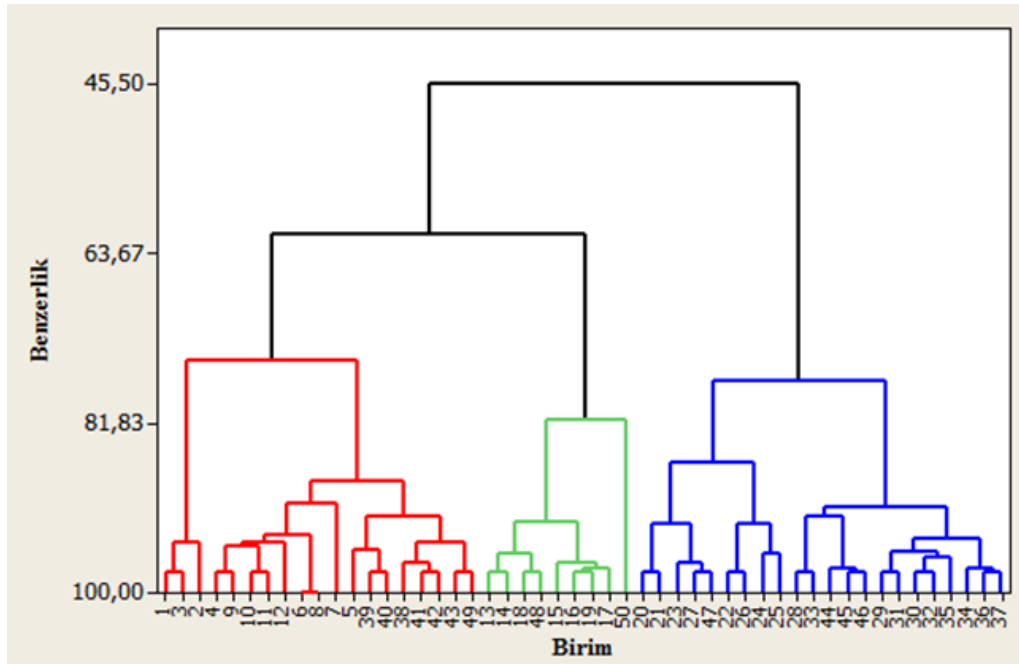
koordinasyon sağlanabilir. Bu çalışmada da Dumlupınar Üniversitesi için afet öncesi önlemlerden biri olan afet istasyonlarının yer seçimi ve kişilerin toplanma merkezinin belirlenmesi problemi ele alınmıştır.

Afet istasyonlarının oluşturulması ve afet istasyonları ile kişilerin toplanması için uygun merkezlerin belirlenmesi, kişilerin daha hızlı ve etkin bir şekilde organize olabilmeleri, müdahaleye ihtiyaç duyan kişilerin acil yardıma daha hızlı bir şekilde ulaşabilmeleri, eksik olan kişilerin tespiti ve gerekli arama kurtarma çalışmalarının yönlendirilmesi için çok gereklidir. Afet istasyonu olarak adlandırılan yapı her türlü yardım ve kurtarma malzemesini içeren konteynırlardan oluşmaktadır. Bu nedenle afet istasyonlarının ve toplanma merkezlerinin yerlerinin belirlenmesi önemli bir konudur. Bütün birimlerde bulunan personelin ve öğrencilerin hızlı ve rahat bir şekilde ulaşabilecekleri uygun yerler belirlenmelidir. Bütün birimlerdeki kişilerin tek bir merkezde toplanmasının karmaşaya neden olabileceği ve kişilerin birbirlerini bulmaları zorlaşacağı düşüncesiyle toplanma merkezi sayısının, benzerlik oranına bağlı olarak artırılmasının daha etkin olacağı düşünülmüştür. Toplanan kişilerin birbirlerini tanımaları da önemli olacağı için yakın birimlerin bir arada toplanmaları daha uygun olacaktır.

Çalışmada öncelikle Dumlupınar Üniversitesi yerleşkesinin uydu görüntüsü kullanılarak koordinat eksenleri oluşturulmuştur. Yerleşke uydu görüntüsü Şekil 1’de bulunmaktadır. Birimlere koordinatlar tanımlanarak, her bir birime numara verilmiştir. Birimlerin koordinat bilgileri ile birimlerde bulunan personel ve öğrenci sayıları elde edilmiştir. Birimlerin koordinat değerleri kullanılarak MINITAB 14.0 ile kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. Birimler öklid uzaklık ölçüsüne bağlı olarak ortalama bağlantı yöntemiyle kümelendirilmiş ve Şekil 2’deki dendogram elde edilmiştir.

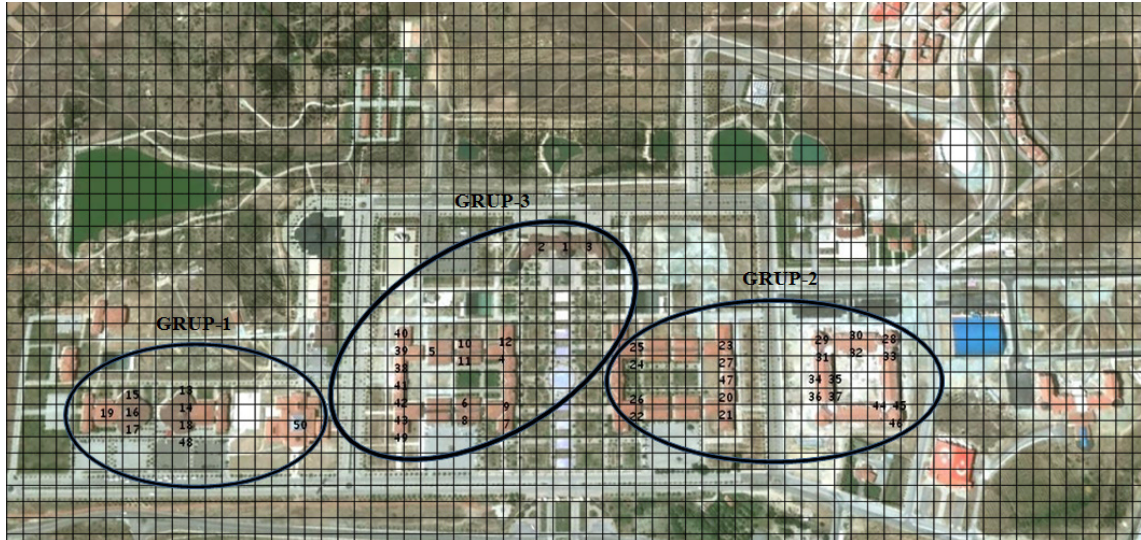


Şekil 1. Dumlupınar Üniversitesi uydu görüntüsü



Şekil 2. Kümeleme analizi sonuçları için dendogram gösterimi

Şekil 2’de yer alan dendograma göre benzerlik oranı 0.75 için üç grup oluşmuştur. Benzerliğin yeterli düzeyde olması ve sonuçların uygulanabilir olması nedeniyle üç grup oluşturulması uygun görülmüştür. Kümeleme analizi sonucu belirlenen gruplar Şekil 3’de gösterilmektedir. Buna göre 1. grupta İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi ve Kütüphane, 2. grupta Mühendislik Fakültesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, 3. grupta ise Fen-Edebiyat Fakültesi, Tıp Fakültesi ve Rektörlük binaları yer almaktadır.



Şekil 3. Kümeleme analizi sonuçlarına göre oluşturulan gruplar

Oluşturulan gruplar için toplam kişi sayıları ağırlık olarak ele alınmış ve Ağırlık Merkezi Yöntemi ile her grup için afet istasyonu ve toplanma merkezi tespit edilmiştir. Buna göre Grup-1’in birimleri ile ilgili toplam kişi sayıları ve koordinat bilgileri Tablo 1’de verilmiştir. Bu bilgilere göre Formül (2) yardımıyla elde edilen ağırlık



merkezi koordinatları (4.20; 4.30) olarak hesaplanmıştır. Belirlenen merkez A noktası ile Şekil 4’de gösterilmiştir.

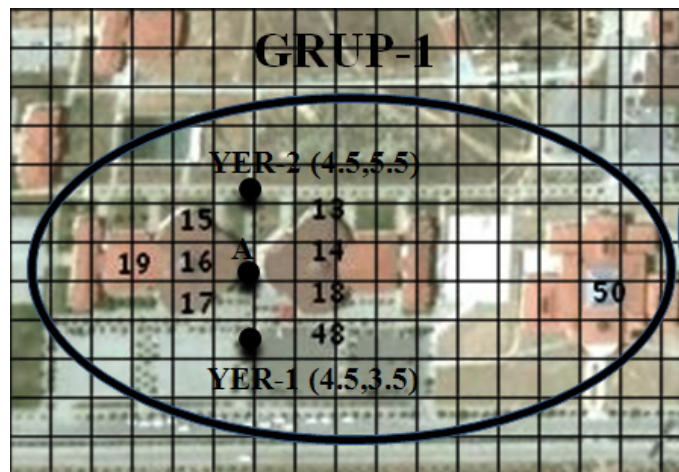
**Tablo 1.** Grup-1 bilgileri

| GRUP-1 |                    |     |     |                        |                        |
|--------|--------------------|-----|-----|------------------------|------------------------|
| No     | Toplam kişi sayısı | x   | y   | $\sum_{i=1}^n x_i w_i$ | $\sum_{i=1}^n y_i w_i$ |
| 13     | 3                  | 5.0 | 5.0 | 15.00                  | 15.00                  |
| 14     | 2052               | 5.0 | 4.5 | 10260.00               | 9234.00                |
| 15     | 1                  | 3.5 | 5.0 | 3.50                   | 5.00                   |
| 16     | 2486               | 3.5 | 4.5 | 8701.00                | 11187.0                |
| 17     | 1824               | 3.5 | 4.0 | 6384.00                | 7296.00                |
| 18     | 2219               | 5.0 | 4.0 | 11095.0                | 8876.00                |
| 19     | 365                | 3.0 | 4.5 | 1095.00                | 1642.50                |
| 48     | 5                  | 5.0 | 3.5 | 25.00                  | 17.50                  |
| 50     | 14                 | 8.5 | 4.0 | 119.00                 | 56.00                  |

Grup-1 için belirlenen afet istasyonu ve toplanma merkezi bina üstünde çıktığı için aynı eksen doğrultusunda iki farklı alternatif yer belirlenmiştir. Şekil 4’de gösterilen (4.5; 3.5) ve (4.5; 5.5) koordinatlı alternatif yerler için yük-mesafe değerleri Formül (3) yardımıyla izleyen şekilde hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre daha düşük akış sağlayacak yer 10141.7 değeriyle Alternatif yer 1 olarak seçilmiştir.

$$LD (\text{Alternatif yer 1}) = (3)(1.58) + (2052)(1.12) + (1)(1.80) + (2486)(1.41) + (1824)(1.12) + (2219)(0.71) + (365)(1.80) + (5)(0.50) + (14)(4.03) = 10141.7^*$$

$$LD (\text{Alternatif yer 2}) = (3)(0.71) + (2052)(1.12) + (1)(1.12) + (2486)(1.41) + (1824)(1.80) + (2219)(1.58) + (365)(1.80) + (5)(2.06) + (14)(4.27) = 13338.1$$



**Şekil 4.** Grup-1 için afet istasyonu ve toplanma merkezi

Kümeleme Analizi sonucu oluşan Grup-2’de yer alan birimler ile ilgili toplam kişi sayıları ve koordinat bilgileri Tablo 2’de verilmiştir. Bu değerlere göre hesaplanan ağırlık merkezi koordinatları (22.5; 5.4) olarak hesaplanmıştır. Belirlenen yer Şekil 5’de B noktası ile gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Grup-2 bilgileri

| GRUP-2 |                    |      |     |                        |                        |    |                    |      |     |                        |                        |
|--------|--------------------|------|-----|------------------------|------------------------|----|--------------------|------|-----|------------------------|------------------------|
| No     | Toplam kişi sayısı | x    | y   | $\sum_{i=1}^n x_i w_i$ | $\sum_{i=1}^n y_i w_i$ | No | Toplam kişi sayısı | x    | y   | $\sum_{i=1}^n x_i w_i$ | $\sum_{i=1}^n y_i w_i$ |
| 20     | 375                | 21.5 | 4.5 | 8062.50                | 1687.50                | 31 | 1                  | 24.5 | 6.0 | 24.50                  | 6.00                   |
| 21     | 693                | 21.5 | 4.0 | 14899.50               | 2772.00                | 32 | 1                  | 25.5 | 6.0 | 25.50                  | 6.00                   |
| 22     | 307                | 18.5 | 4.0 | 5679.50                | 1228.00                | 33 | 6                  | 26.5 | 6.0 | 159.00                 | 36.00                  |
| 23     | 611                | 21.5 | 6.5 | 13136.50               | 3971.50                | 34 | 569                | 24.0 | 5.5 | 13656.00               | 3129.50                |
| 24     | 373                | 18.5 | 5.5 | 6900.50                | 2051.50                | 35 | 4                  | 25.0 | 5.5 | 100.00                 | 22.00                  |
| 25     | 739                | 18.5 | 6.5 | 13671.50               | 4803.50                | 36 | 269                | 24.0 | 5.0 | 6456.00                | 1345.00                |
| 26     | 712                | 18.5 | 4.5 | 13172.00               | 3204.00                | 37 | 130                | 24.5 | 5.0 | 3185.00                | 650.00                 |
| 27     | 483                | 21.5 | 6.0 | 10384.50               | 2898.00                | 44 | 353                | 26.0 | 4.5 | 9178.00                | 1558.50                |
| 28     | 2                  | 26.5 | 6.5 | 53.00                  | 13.00                  | 45 | 360                | 26.5 | 4.5 | 9540.00                | 1620.00                |
| 29     | 12                 | 24.5 | 6.5 | 294.00                 | 78.00                  | 46 | 298                | 26.5 | 4.0 | 7897.00                | 1192.00                |
| 30     | 1627               | 25.5 | 6.5 | 41488.50               | 10575.50               | 47 | 5                  | 21.5 | 5.5 | 107.50                 | 27.50                  |

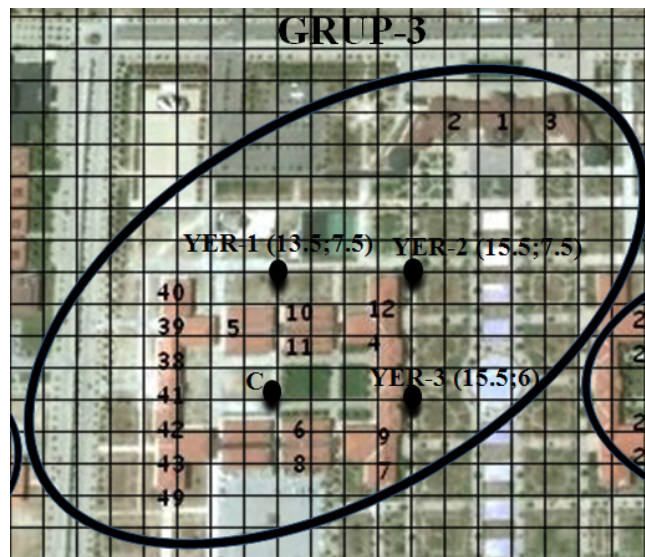


**Şekil 5.** Grup-2 için afet istasyonu ve toplanma merkezi

Grup-3 içerisinde belirlenen birimler ile ilgili bilgiler Tablo 3’de verilmiştir. Bu bilgiler ile hesaplanan ağırlık merkezi (13.4; 5.7) koordinatında çıkmıştır. Belirlenen nokta C ile Şekil 6’da gösterilmiştir. Bu nokta binaların arasında olduğu için eksenler boyunca üç alternatif nokta daha değerlendirilmeye alınmıştır.

**Tablo 3.** Grup-3 bilgileri

| GRUP-3 |                    |       |      |                        |                        |
|--------|--------------------|-------|------|------------------------|------------------------|
| No     | Toplam kişi sayısı | x     | y    | $\sum_{i=1}^n x_i w_i$ | $\sum_{i=1}^n y_i w_i$ |
| 1      | 66                 | 16.75 | 9.75 | 1105.50                | 643.50                 |
| 2      | 77                 | 15.75 | 9.75 | 1212.75                | 750.75                 |
| 3      | 66                 | 17.25 | 9.75 | 1138.50                | 643.50                 |
| 4      | 371                | 14.50 | 6.00 | 5379.50                | 2226.00                |
| 5      | 557                | 12.50 | 6.50 | 6962.50                | 3620.50                |
| 6      | 598                | 13.50 | 5.00 | 8073.00                | 2990.00                |
| 7      | 232                | 15.00 | 4.00 | 3480.00                | 928.00                 |
| 8      | 599                | 13.50 | 5.00 | 8086.50                | 2995.00                |
| 9      | 679                | 14.50 | 5.50 | 9845.50                | 3734.50                |
| 10     | 646                | 13.50 | 6.50 | 8721.00                | 4199.00                |
| 11     | 627                | 13.50 | 6.00 | 8464.50                | 3762.00                |
| 12     | 686                | 14.50 | 7.00 | 9947.00                | 4802.00                |
| 38     | 12                 | 11.50 | 5.50 | 138.00                 | 66.00                  |
| 39     | 3                  | 11.50 | 6.00 | 34.50                  | 18.00                  |
| 40     | 92                 | 11.50 | 6.50 | 1058.00                | 598.00                 |
| 41     | 304                | 11.50 | 5.00 | 3496.00                | 1520.00                |
| 42     | 412                | 11.50 | 4.50 | 4738.00                | 1854.00                |
| 43     | 571                | 11.50 | 4.00 | 6566.50                | 2284.00                |
| 49     | 5                  | 11.50 | 3.50 | 57.50                  | 17.50                  |



Şekil 6. Grup-3 için afet istasyonu ve toplanma merkezi



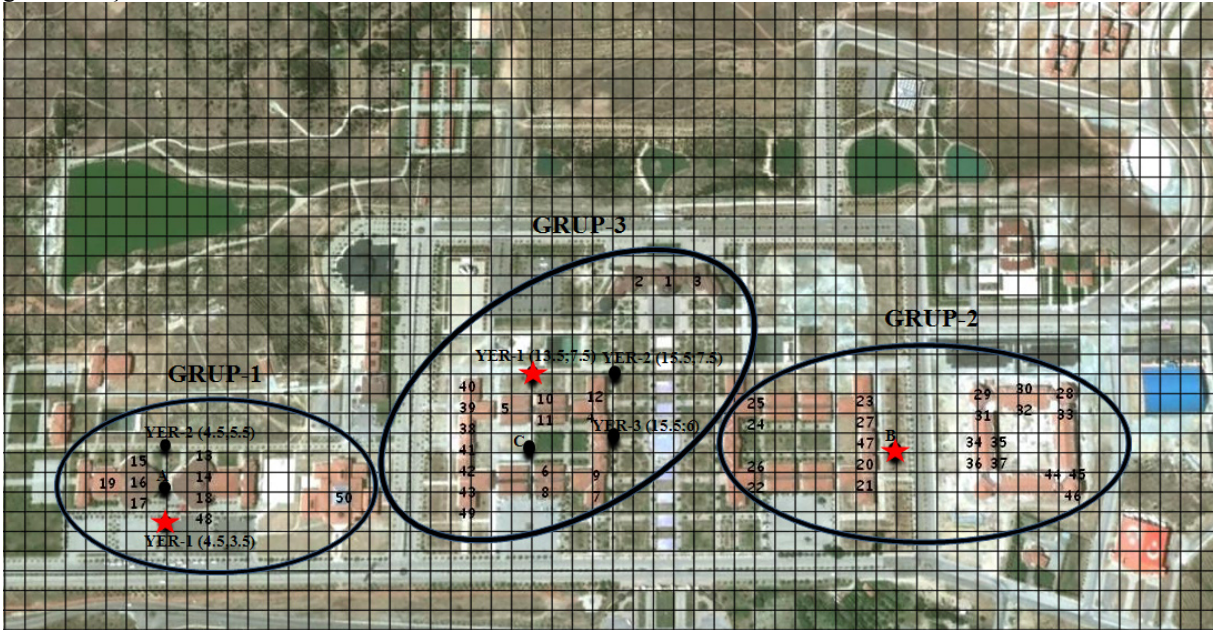
Şekil 6'da gösterilen (13.5; 7.5), (15.5; 7.5) ve (15.5; 6) koordinatlı alternatif yerleri için yük-mesafe değerleri Formül (3) yardımıyla izleyen şekilde hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre daha düşük akış sağlayacak yer 15030.5 değeriyle Alternatif 1 olarak seçilmiştir.

$$LD(\text{Alternatif yer 1}) = (66)(3.95) + (77)(3.18) + (66)(4.37) + (371)(1.8) + (557)(1.41) + (598)(2.5) + (232)(3.81) + (599)(2.5) + (679)(2.24) + (646)(1) + (627)(1.5) + (686)(1.12) + (12)(2.83) + (3)(2.5) + (92)(2.24) + (304)(3.2) + (412)(3.61) + (571)(4.03) + (5)(4.47) = 15030.5^*$$

$$LD(\text{Alternatif yer 2}) = (66)(2.57) + (77)(2.26) + (66)(2.85) + (371)(1.8) + (557)(3.16) + (598)(3.2) + (232)(3.54) + (599)(3.2) + (679)(2.24) + (646)(2.24) + (627)(2.5) + (686)(1.12) + (12)(4.47) + (3)(4.27) + (92)(4.12) + (304)(4.77) + (412)(5) + (571)(5.32) + (5)(5.66) = 19936.8$$

$$LD(\text{Alternatif yer 3}) = (66)(3.95) + (77)(2.26) + (66)(2.85) + (371)(1) + (557)(3.04) + (598)(2.24) + (232)(2.06) + (599)(2.24) + (679)(1.12) + (646)(2.06) + (627)(2) + (686)(1.41) + (12)(4.03) + (3)(4) + (92)(4.03) + (304)(4.12) + (412)(4.27) + (571)(4.47) + (5)(4.72) = 16177.6$$

Yapılan hesaplamalar sonucunda afet istasyonlarının oluşturulabileceği ve afet sırasında kişilerin organize olabilmek amacıyla toplanabilecekleri merkezler belirlenmiş ve gruplar bazında Şekil 7'de yıldız ile gösterilmiştir.



Şekil 7. Üniversite için afet istasyonu ve toplanma merkezi

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Deprem ya da diğer afetlerin ne zaman, nerede, ne kadar büyüklükte karşımıza çıkacağı ve nasıl sonuçlar doğuracağı belli olmayan konulardır. Bu nedenle afetler ile ilgili bilgi sahibi olmak, afet sırasında yapılması gerekenleri bilmek ve hazırlıklı olmak, afetlerin vereceği zararlardan bireysel olarak korunabilmek için gereklidir. Özellikle depremle yaşayan bir ülke olarak deprem öncesi atılan küçük adımlar, afet sırasında ve sonrasında büyük öneme sahip olabilir. Bu nedenle bu çalışmada afet öncesi bir hazırlık süreci olarak Dumlupınar Üniversitesi için afet istasyonu ve deprem sonrası toplanma merkezi yer seçimi problemi ele alınmıştır. Birimlerin benzerlikleri dikkate alınarak kümeleme analizi yapılmış ve 0.75 benzerlik oranında üç grup oluşturulmuştur. Ardından personel ve öğrenci sayıları dikkate alınarak her grup için toplanma merkezi yeri

belirlenmiştir. Bu merkezlerin, afet sırasında ve sonrasında kişiler ve yardım ekipleri ile koordinasyonun kolay sağlanabilmesi ve ilk tedavilerin hızlı bir şekilde yapılabilmesi adına gerekli olduğu düşünülmektedir.

Bu problem üniversite yerleşkesi için uygulandığı gibi, Kütahya ve diğer iller için de detaylı bir çalışma ile gerçekleştirilebilir. Ayrıca çalışmada kullanılan faktörler dışında zemin özelliği, fay hattı durumu gibi diğer etkili faktörler de model ilave edilerek, yer seçimi problemi güncellenebilir.

## KAYNAKÇA

- [1] N. Dedeoğlu, "Afetlerle ilgili iki küçük inceleme", *Toplum ve Hekim*, 15, 39-40 (2000).
- [2] D. Paton, "Disaster preparedness: a social-cognitive perspective", *Disaster Prevention and Management*, 12 (3), 210-216 (2003).
- [3] S. Temiz, "Afet, Afet Türleri ve Afette Karşılaşılan Sorunlar", *Sivil Savunma Dergisi*, 151 (40), 24-25 (1998).
- [4] A. Yılmaz, "Afet Yönetimi", *Sivil Savunma Dergisi*, 177 (46), 18-24 (2004).
- [5] T. Kurita, "Total Disaster Risk Management and the Importance of International Cooperation", *Asian Disaster Reduction Center, Japan* (2004).
- [6] J.B. Goldberg, "Operations Research Models for the Deployment of Emergency Services Vehicles", *EMS Management Journal*, 1 (1), 20-39 (2004).
- [7] N. Liu, B. Huang and M. Chandramouli, "Optimal Siting of Fire Stations Using GIS and ANT Algorithm", *Journal of Computing in Civil Engineering*, September/October (2006).
- [8] V. Marionov and C. ReVelle, "Siting Emergency Services" in: Drezner, Z., (editor) *Facility Location*. Berlin, Springer, 199-223, (1995).
- [9] H. Selim ve İ. Özkarahan, "Acil Servis Araçları Yerleşiminin Belirlenmesinde Yeni Bir Model", *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 14 (1), 18-27 (2003).
- [10] E. Aktaş, Ö. Özaydın, F. Ülengin, Ş. Önsel ve B. Ağaran, "İstanbul'da itfaiye istasyonu yerlerinin seçimi için yeni bir model", *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, YA/EM 2009 Özel Sayısı, 22 (4), 2-12 (2011).
- [11] T. Erden, ve M.Z. Coşkun, "Acil durum servislerinin yer seçimi: Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve CBS entegrasyonu", *itü dergisi/ mühendislik*, 9 (6), (2010).
- [12] L. K. Nozick and M. A. Turnquist, "Inventory, transportation, service quality and the location of distribution centers", *European Journal of Operational Research*, 129(2), 362-371 (2001).
- [13] W. Yi and L. Ozdamar, "Fuzzy modeling for coordinating logistics in emergencies", *International Scientific Journal of Methods and Models of Complexity-Special Issue on Societal Problems in Turkey*, 7(1) (2004).
- [14] J. Zhu, D. Liu, J. Huang, and J. Han, "Determining Storage Locations and Capacities for Emergency Response", *The Ninth International Symposium on Operations Research and Its Applications (ISORA '10)*, Chengdu-Jiuzhaigou, China, (2010).
- [15] Y. Lixin, G. Lingling, Z. Dong, Z. Junxue, and G.Zhanwu, "An analysis on disasters management system in China", *Natural Hazards*, 60(2), 295-309, (2012).
- [16] O. Mete, and Z.B. Zabinsky, *International Journal of Production Economics*, Stochastic optimization of medical supply location and distribution in disaster management, 126, 76-84 (2010).
- [17] İnternet: <http://www.normyapitek.com/deprenkont2.php>
- [18] T. Gupta, and H. Seifoddini, "Production data based similarity coefficient for machine-component grouping decisions in the design of a cellular manufacturing system", *International Journal of Production Research*, 28, 1247-1269 (1990).