



Investigation of Disasters in Kahramanmaraş and Adıyaman Provinces and Determination of Suitable Settlement Locations with Spatial Analysis Techniques

Derya Karaagac¹, Himmət Karaman² and Bahadır Aktug³

¹ Disaster and Emergency Management Authority (AFAD), Presidential of Earthquake Department, Cankaya 06800, Ankara

² Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, Geomatics Engineering, Maslak 34469, Istanbul

³ Ankara University, Faculty of Engineering, Geophysical Engineering, Golbasi 06830, Ankara

ORCID: 0000-0003-0802-8836, 0000-0003-4923-3561, 0000-0002-7995-4477

Keywords

Geographic Information Systems (GIS), Analytical Hierarchy Process (AHP), Earthquake Scenarios, Site Selection

Highlights

- * Investigation of disasters in Kahramanmaraş and Adıyaman provinces
- * Implementation of AHP on criteria such as disaster, accessibility, infrastructure, topography, capacity, land use type
- * The use of Analytical Hierarchy Process (AHP) with Geographic Information Systems (GIS)

Acknowledgements

Earthquake Department of the Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD).

Aim

By using AHP, it was aimed to determine the most suitable settlement locations based on multiple criteria.

Location

Kahramanmaraş and Adıyaman region.

Methods

Used of Analytical Hierarchy Method with Geographical Information Systems in choosing the best alternative.

Results

With the developed model, it is provided to identify the locations that can be least affected by a possible disaster and where the needs can be met most effectively.

Supporting Institutions

--

Manuscript

Research Article

Received: 17.06.2019

Revised: 25.09.2019

Accepted: 15.10.2019

Printed: 30.12.2019

DOI

doi.

Corresponding Author

Bahadır Aktug

Email: bahadir.aktug@ankara.edu.tr

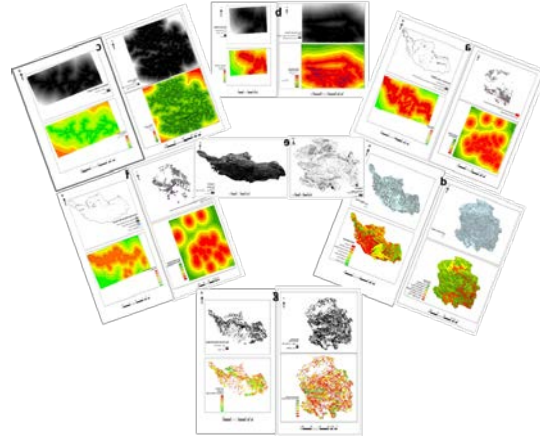


Figure
GIS classification criteria and optimal locations map (a) landslide, b) distance to fault, c) distance to highway, d) land use information, e) slope, f) avalanche and rockfall, g) size value of empty areas

How to cite

Karaagac D., Karaman H., Aktug B., 2019. Investigation of Disasters in Kahramanmaraş and Adıyaman Provinces and Determination of Suitable Settlement Locations with Spatial Analysis Techniques, Turk. J. Earthq. Res. 1 (2), 123-133



Kahramanmaraş ve Adıyaman İllerinin Afetselliğinin İncelenmesi ve Mekansal Analiz Teknikleriyle Yerleşime Uygun Alanların Belirlenmesi

Derya Karaağaç¹, Himmet Karaman² ve Bahadır Aktuğ³

¹ Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Deprem Dairesi Başkanlığı, Çankaya 06800, Ankara

² İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği, Maslak 34469, İstanbul

³ Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği, Gölbaşı 06830, Ankara
ORCID: 0000-0003-0802-8836, 0000-0003-4923-3561, 0000-0002-7995-4477

ÖZET

Kahramanmaraş ve Adıyaman illeri, jeolojik yapısı, iklim koşulları ve topoğrafik özellikleri nedeniyle doğal afetlere maruz kalmaktadır. Tarihsel ve aletsel dönemlerde gerçekleşen depremlere bakıldığında, Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin (DAFS) Kahramanmaraş civarından geçen parçası üzerinde uzun süredir deprem olmaması, bölgenin olası deprem riski açısından önemli bir konumda olduğunu göstermektedir. Çalışmada, olası deprem sonrası kayıpları en aza indirmek amacıyla deprem senaryosu hazırlanmış ve etki alanı belirlenmiştir. Ayrıca bölge, heyelan, su baskını, kaya düşmesi ve çığ gibi afetler göz önünde bulundurularak; erişilebilirlik, altyapı, topoğrafya, kapasite, arazi kullanım türü gibi kriterler açısından da değerlendirilmiş, karmaşık çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmakta olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi'nin (AHY) en iyi alternatifin seçilmesi işleminde Coğrafi Bilgi Sistemleriyle (CBS) birlikte kullanımı, varsayım dayalı yerleşime uygun alanların seçim problemi örneği üzerinde gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler

Doğal Afet, Senaryo, Kahramanmaraş, Adıyaman, AHY, CBS

Öne Çıkanlar

* Kahramanmaraş ve Adıyaman illerinin tektonik yapısı, iklim koşulları ve jeolojik özellikleri nedeniyle maruz kaldığı afetlerin incelenmesi

* Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY)'nin, afetsellik, erişilebilirlik, altyapı, topoğrafya, kapasite, arazi kullanım türü gibi kriterlerde uygulanması

* AHY'nin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile birlikte kullanımı

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 17.06.2019

Düzeltilme: 25.09.2019

Kabul: 15.10.2019

Basım: 30.10.2019

DOI

doi.

Sorumlu yazar

Bahadır Aktuğ

Eposta:

bahadir.aktug@ankara.edu.tr

Investigation of Disasters in Kahramanmaraş and Adıyaman Provinces and Determination of Suitable Settlement Locations with Spatial Analysis Techniques

Derya Karaagac¹, Himmet Karaman² and Bahadır Aktuğ³

¹ Disaster and Emergency Management Authority (AFAD), Presidential of Earthquake Department, Çankaya 06800, Ankara

² Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, Geomatics Engineering, Maslak 34469, İstanbul

³ Ankara University, Faculty of Engineering, Geophysical Engineering, Gölbaşı 06830, Ankara

ORCID: 0000-0003-0802-8836, 0000-0003-4923-3561, 0000-0002-7995-4477

ABSTRACT

Kahramanmaraş and Adıyaman Provinces are exposed to natural disasters due to their geological structure, climatic conditions and topographic features. Since, in a long term retrospect, no major earthquake has occurred on the segment of the East Anatolian Fault System (EAFS) passing through Kahramanmaraş, the region is in a critical state in terms of high earthquake risk. In this study, an earthquake scenario was prepared and the impact area was determined in order to minimize losses after possible earthquake. In addition, the region has been evaluated in terms of accessibility, infrastructure, topography, capacity, land use type by considering disasters such as landslides, floods, rock falls and avalanches. The use of Analytical Hierarchy Method (AHP), which is used in the solution of complex multi-criteria decision-making problems, together with Geographical Information Systems (GIS) in the selection of the best alternative is shown on the example of the problem of selection of the areas suitable for the hypothetical settlement.

Keywords

Geographic Information Systems (GIS), Analytical Hierarchy Process (AHP), Earthquake Scenarios, Site Selection

Highlights

* Investigation of disasters in Kahramanmaraş and Adıyaman provinces

* Implementation of AHP on criteria such as disaster, accessibility, infrastructure, topography, capacity, land use type

* The use of Analytical Hierarchy Process (AHP) with Geographic Information Systems (GIS)

Manuscript

Research Article

Received: 17.06.2019

Revised: 25.09.2019

Accepted: 15.10.2019

Printed: 30.10.2019

DOI

doi.

Corresponding Author

Bahadır Aktuğ

Email:

bahadir.aktug@ankara.edu.tr

1. GİRİŞ

Olası bir afet durumunda; afetin etkilediği bölgenin tespit edilmesinde, etkin müdahalenin sağlanmasında ve tahliye çalışmalarının yapılmasında afet öncesi planlama çalışmalarının yapılması önem arz etmektedir. Literatürde, kentsel kullanım planlama çalışmalarında, belirli kriterlerin dikkate alınarak çok kriterli karar verme yöntemlerinin CBS ile analizlerinin yapıldığı çeşitli çalışmalar mevcuttur (Yavuz 2013).

Bu çalışma, ilk yazarın “Kahramanmaraş ve Yakın Çevresi İçin Deprem Senaryolarının Hazırlanması ve Mekânsal (Spatial) Analiz Teknikleriyle Yerleşime Uygun Alanların Belirlenmesi” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir. Öncelikle, Kahramanmaraş ve Adıyaman bölgesi için olası deprem senaryosu hazırlanarak etkilenen alan hesaplanmıştır. İlave olarak bölgenin, heyelan, su baskını, kaya düşmesi ve çığ gibi afetselliği de dikkate alınarak birden fazla kritere dayanan karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) kullanılarak yerleşime uygun alanlar tespit edilmiştir. Kahramanmaraş ve Adıyaman illeri ve yakın civarı, Türkiye tektoniğinin aktif alanlarından birisidir. Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS) ile Ölü Deniz Fay Sistemi (ÖDFS) Kahramanmaraş ovasında bir araya gelmektedir.

Doğu Anadolu Fay Sistemi ile Anadolu ve Arap Levhalarının sınırında bulunan Kahramanmaraş ile Adıyaman illeri; jeolojik yapı, iklim koşulları ve topoğrafik özellikleri nedeni ile geçmişte deprem, heyelan, su baskını, kaya düşmesi ve çığ gibi afetlere maruz kalmıştır.

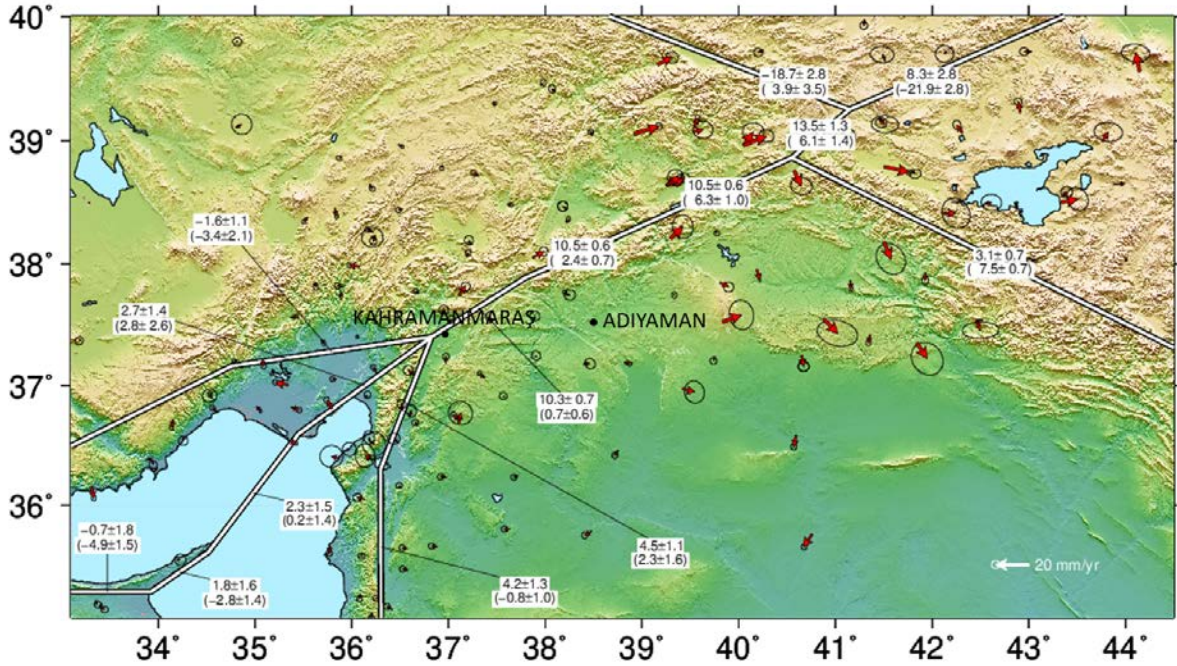
Tarihsel dönemde meydana gelmiş magnitudü 7 ve daha büyüğe karşılık gelen depremlerin dağılımına baktığımızda DAFS'nin son yüzyılda sakin kaldığı görülmektedir. Oysa DAFS'nin de, Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) kadar aktif ve büyük deprem üretme potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir. Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin farklı parçaları en son 1789-1905 serisinde yüzey faylanmaları oluşturmuş depremler üretmişlerdir (Erkmen ve diğ. 2009) (Tablo 1). Bu seride 28.05.1789 ($M_s \geq 7.0$) Palu-Bingöl arası; 13.08.1822 ($M_s = 7.5$) ve 3 Nisan 1872 ($M_s = 7.2$) Türkoğlu-Antakya Parçası; 12 Mayıs 1866 ($M_s = 7.2$) Karlıova-Bingöl Parçası; 3 Mayıs 1874 ($M_s = 7.1$), 27 Mart 1875 ($M_s = 6.7$) ve 4 Aralık 1905 ($M_s = 6.8$) Palu-Sincik Parçası ve 2 Mart 1893 ($M_s = 7.1$) Çelikhhan-Gölbaşı Parçası kırılmıştır. Bu seride deprem üretmeyen Gölbaşı-Türkoğlu fay parçasında uzun süredir yüzey kırığı oluşturabilecek büyüklükte bir depremin olmadığı görülmektedir.

Tablo 1: DAFZ üzerinde 1789-1900 yılları arasında meydana gelmiş büyük depremler (Ambraseys ve Jackson (1998)'den düzenlenerek alınmıştır)

TARİH	ENLEM	BOYLAM	M_s	YER
28.05.1789	38.8	39.5	7.0-7.8	Elazığ
13.08.1822	36.7	36.5	7.5	Antakya
12.05.1866	39.2	41	7.2	Göynük
03.04.1872	36.4	36.4	7.2	Amik gölü
03.05.1874	38.5	39.5	7.1	Hazar G. 1
27.03.1875	38.5	39.5	6.7	Hazar G. 2
02.03.1893	38	38.3	7.1	Malatya

Gölbaşı-Türkoğlu bölgesi 90 km'lik sürekli bir fay parçası ile kesilmiş olup büyük bir deprem üretecek yapıya sahiptir. 1900'den günümüze Kahramanmaraş il sınırları içerisinde meydana gelen en büyük deprem 10.01.1901 tarihinde Kahramanmaraş ili, Ekinözü ilçesinde gerçekleşmiş olup büyüklüğü 5.5'dir. Adıyaman il sınırları içerisinde ise 02.03.2017 tarihinde Samsat merkezli, 5.5 büyüklüğünde deprem gerçekleşmiştir.

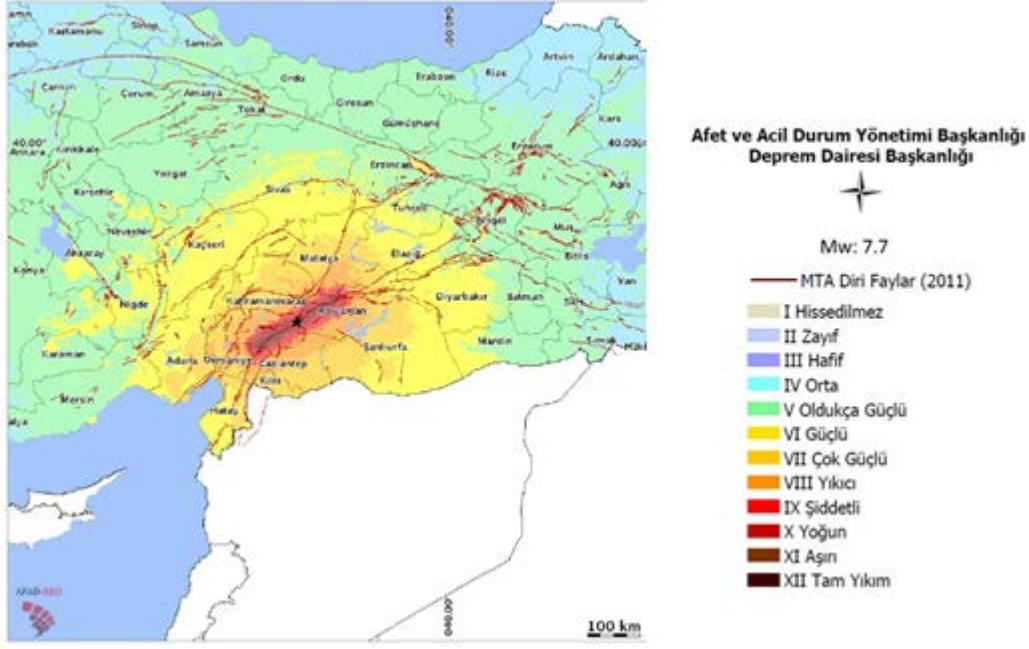
Aktuğ ve diğ. (2016)'nin yapmış oldukları çalışma kapsamında, Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS)'ni içine alan geniş bir bölgedeki Küresel Konumlama Sistemi (KKS) verileri elde edilerek analizleri yapılmış, bölgede daha önceden gerçekleştirilmiş olan çalışmalar kapsamında elde edilen sonuçlar ve literatürde verilen çalışmalar da dikkate alınarak DAFS üzerinde yer alan farklı parçalar üzerindeki kayma hızları, yüksek coğrafi çözünürlük, dağılım ve duyarlılıktaki jeodezik ölçümler ile belirlenmiştir (Şekil 1). KKS verileri analizi ile elde edilen kayma hızlarına göre deprem büyüklük değeri belirlenmiştir.



Şekil 1: Doğu Anadolu Fay Sistemi üzerindeki güncel kayma hızları (Aktuğ ve diğ. 2016)

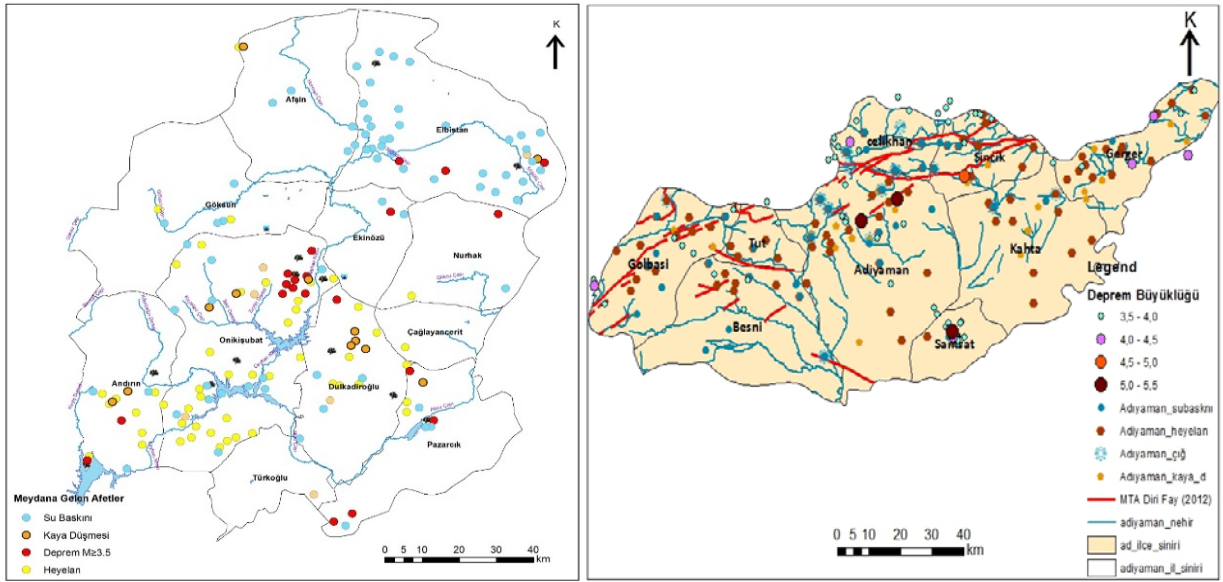
Elde edilen kayma hızları dikkate alındığında, DAFS üzerindeki bilinen sismik boşluk olan, 50 km'lik Çelikhan-Gölbaşı ve 90 km'lik Gölbaşı-Türkoğlu parçalarından oluşan ve toplam 140 km uzunluğunda Çelikhan-Türkoğlu parçasındaki kayma eksikliği (slip deficit) 5.16 m ve deprem potansiyeli $M_w = 7.7$ şeklinde bulunmuştur.

AFAD, Deprem Dairesi Başkanlığı'nca kullanılmak üzere Fahjan ve diğ. (2015) tarafından geliştirilen, uluslararası standartlarda AFAD Deprem Ön Hasar ve Kayıp Tahmin Sistemi (AFAD-RED) yazılımında, bu deprem parametreleri temel alınarak deprem senaryosu hazırlanmış ve tahmini sismik şiddet haritası üretilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2: $M_w = 7.7$ büyüklüğündeki senaryo deprem için tahmini sismik şiddet haritası (Karaağaç 2019)

Elde edilen etki alanı verisinin yanında Kahramanmaraş ve Adıyaman illeri için bölgenin maruz kaldığı heyelan, su baskını, kaya düşmesi ve çığ gibi afet verileri incelenmiş (Şekil 3a,b), erişebilirlik, altyapı, topoğrafya, kapasite, arazi kullanım türü gibi kriterler ile birlikte AHY analiz çalışmalarında kullanılmıştır.

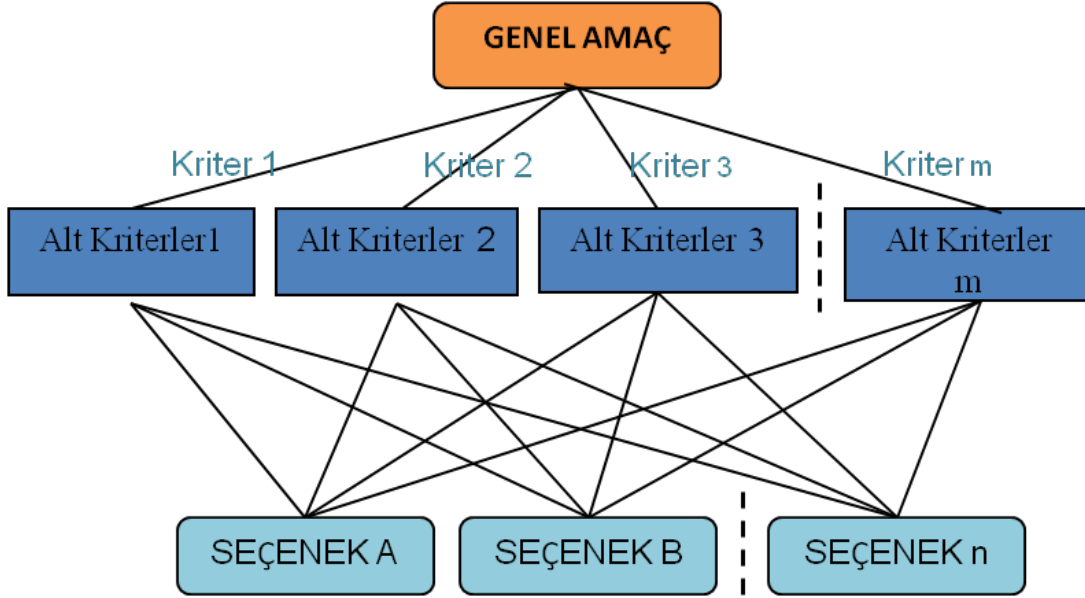


Şekil 3: a) Kahramanmaraş ilinde görülen afetler, b) Adıyaman ilinde görülen afetler

2. YÖNTEM

2.1) Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Thomas L. Saaty 1971 yılında Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY)'ni geliştirmiş ve 1977 yılında karar verme problemlerinde karar vericiler için yol haritası olacak bir model oluşturmuştur (Rençber 2010). AHY karar vericinin nesnel ve öznel düşüncelerini karar sürecine dâhil edebilmesinde aktif rol oynar (Baldemir ve diğ. 2012). AHY uygulanırken ilk olarak çözüme kavuşması istenilen amaç belirlenir. Amaca yönelik karşılaştırma yapılacak özellikler ve alt özellikler hazırlanarak matris haline getirilir. Matrisin en büyük öz vektörü hesaplanır. Her bir özelliğin önem sırasına göre en iyi alternatif elde edilir (Şekil 4).



Şekil 4: Analitik Hiyerarşi Modeli (Göksu ve Güngör 2008)

Hazırlanan hiyerarşi modeline göre her bir kriterin birbirine göre önem dereceleri 1-9 arasında değerlere göre hesaplanır. Önceliklerin belirlenmesine yönelik kriterlerin karşılaştırılması için matris oluşturulur ve Tablo 2'de matriste yer alan terimlere göre birinci kriterin ikinci kriterle oranla kaç kat önemli olduğu hesaplanır. Matriste köşegene gelen değerler birdir (Vargas 1990). Karşılaştırmanın sağlıklı yapılabilmesi için kriterler tutarlı olmalı ve ölçeğin doğruluğu açısından derece sayısı 9'dan küçük olmalıdır. Büyük olduğu durumlarda ortak özelliklere göre gruplara ayrılmalıdır (Saaty 1990).

Tablo 2: Karşılaştırma matrislerinin elde edilmesi (Vargas 1990)

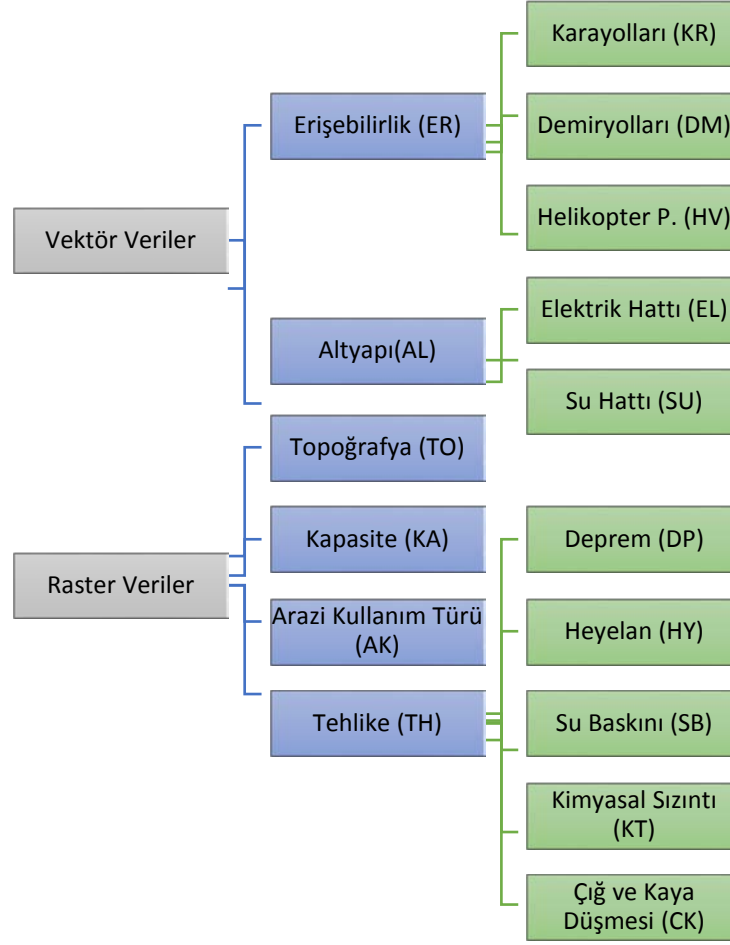
	Kriter 1	Kriter 2	Kriter n
Kriter 1	$a_{11} (W1/W1)$	$a_{12} (W1/W2)$	$a_{1n} (W1/Wn)$
Kriter 2	$a_{21} (W2/W1)$	$a_{22} (W2/W2)$	$a_{2n} (W2/Wn)$
.....
Kriter n	$a_{n1} (Wn/W1)$	$a_{n2} (Wn/W2)$	$a_{nn} (Wn/Wn)$

Karar vericilerin kriterleri karşılaştırırken her bir ikili kriter karşılaştırmasında tutarlı hareket edip etmediğini görmek amacıyla tutarlılık oranı hesaplanır. Elde edilen değer 0,10'un altında ise tutarlı karşılaştırma matrisi hazırlandığı, yüksek ise bir tutarsızlık olduğu düşünülür ve matris tekrar hazırlanır (Timor 2011).

3. VERİ

Bu çalışmada, yerleşim alanlarının belirlenmesinde öneme sahip ana kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Altyapı (AL), Erişebilirlik (ER), Tehlike (TH), Topoğrafya (TO), Kapasite (KA), Arazi Kullanım Türü (AK) ana kriter; İçme Suyu (SU), Elektrik (EL) altyapısının alt grup ölçütü, Deprem (DP), Heyelan (HY), Çığ (CT) ve Kaya Düşmesi (KD), Su Baskını (SB), Kimyasal Sızıntı (KT) tehlikenin alt grup ölçütü, Karayolları (KR), Demiryolları (DM), Helikopter (HV) erişebilirliğin alt grup ölçütü olarak belirtilmiştir (Şekil 5).

AHY ile birden fazla kritere dayanan karmaşık yapıyı CBS ortamında analiz edebilmek için verileri yazılımın kabul edebileceği uluslararası formatta hazırlamak gerekmektedir. Bu çalışmada kullanılan veriler farklı kurumlardan farklı formatlarda elde edilmiş, çalışma öncesinde tek bir format belirlenerek (raster), bütün veriler bu formata dönüştürülmüş ve modele girdi olacak şekilde düzenlenmiştir.



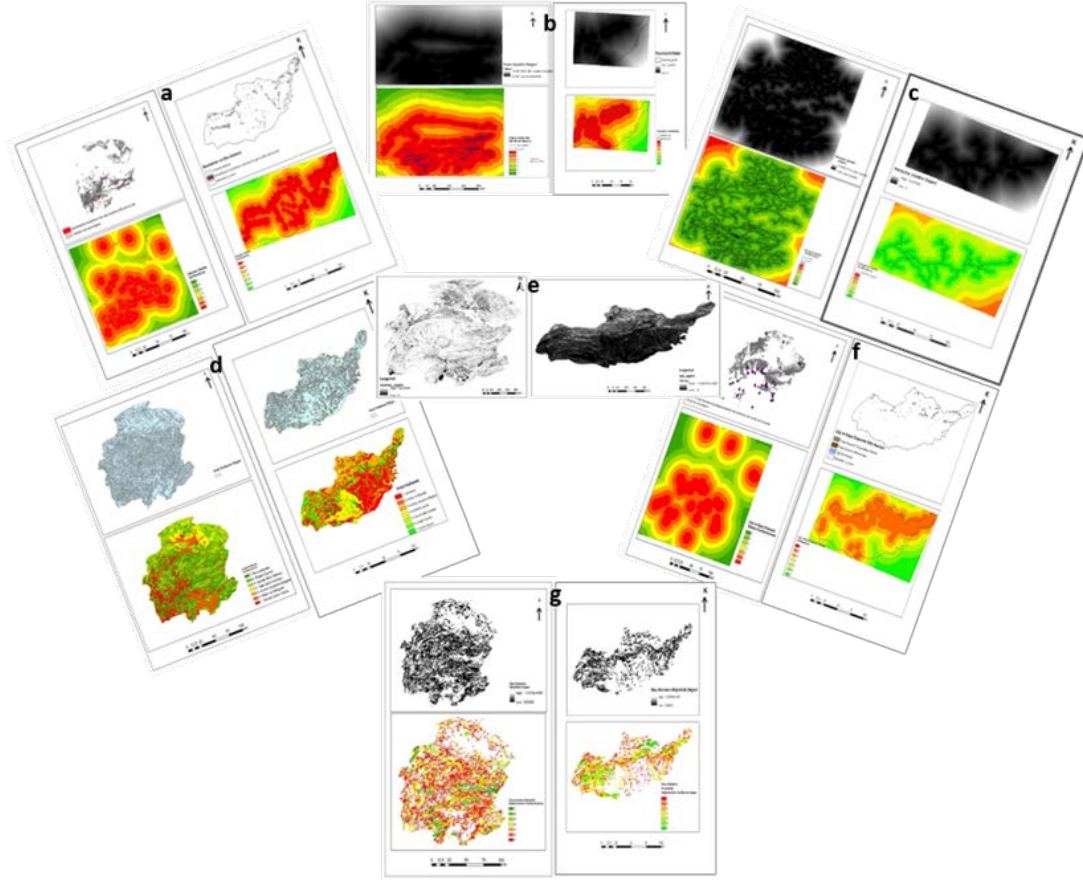
Şekil 5: AHY'ye göre çalışmada kullanılan ana kriterler ve alt kriterler

4. BULGULAR

AHY'ye göre belirlenen kriterler için hiyerarşi oluşturulmuş, ağırlık değerleri hesaplanmış, ikili karşılaştırma matrisleri düzenlenmiş ve her bir kriter için ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen ağırlık değerleri CBS ortamında hazırlanan modelde girdi olarak kullanılmıştır.

Raster tabanlı afet sonrası en uygun yerleşim alanlarını planlama modelinde, veriler konumsal ve konumsal olmayan veri şeklinde olduğu için beraber değerlendirme yapmak gerekmektedir. Çalışmada kullanılan verilerin çoğunluğu konumsal veridir.

Yerleşim alanlarının belirlenmesinde, kullanılan kriterlerin aynı ortamda kullanılabilmesi için vektör veri olanlar da raster veriye dönüştürülerek raster tabanlı planlama yapılmıştır. AHY ile analiz edilen her bir ölçüt ArcGIS yazılımında birer tabaka ile betimlenmiş ve vektör veri formatında olan ölçütler raster veriye dönüştürülmüştür. Bu ölçütlerin her birinin aynı analize tabi tutulabilmesi için her ölçüt için CBS yazılımının Yeniden Sınıflandırma (Reclassification) işlemi uygulanmıştır. Raster formatındaki haritalar uygulayıcının kolay ve hızlı anlayabilmesi için yedi sınıf olarak kategorize edilmiştir (Şekil 6).



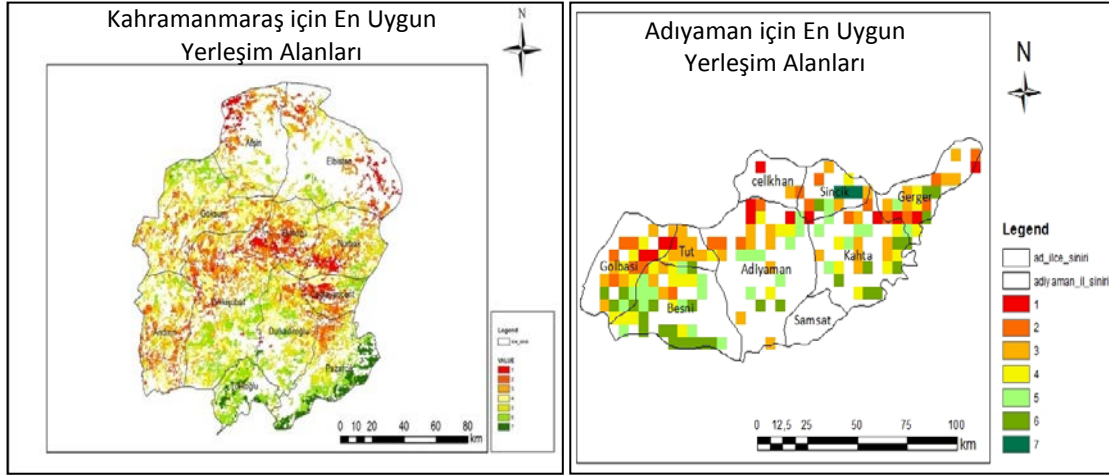
Şekil 6: CBS ortamında sınıflandırma işlemi yapılmış ölçütler: a) Heyelan, b) Faya Uzaklık, c) Karayoluna Uzaklık, d) Arazi Kullanım Bilgisi, e) Eğim, f) Çiğ ve Kaya Düşmesi, g) Boş Alanların Büyüklük Değeri

Sınıflamaya göre yerleşime uygun alanın belirlenmesinde en az uygun alan değeri 1'i, en fazla uygun alan değeri 7'yi temsil edecek şekilde 1'den 7'ye kadar sınıflama tasarlanmıştır. Karaman ve diğ. (2014), CBS ortamında, afet durumunda halkın geçici olarak kullanabileceği barınma alanlarını belirlemiştir. Beklenen İstanbul depreminde halkın kalacak yer sıkıntısını çözmek amacıyla AHY kullanılarak CBS ortamında karar vericiler için bir model oluşturulmuş ve aynı şekilde haritalamada 7 sınıf olarak kategorize edilmiştir. Schoppmeyer (1978)'e göre haritalamada 7 sınıftan fazla olduğunda haritanın anlaşılabilirliği azalmakta, sınıf sayısı azaldığı zaman da verilmek istenen bilginin azaldığı düşünülmektedir (Erden ve Karaman 2012).

5. SONUÇLAR

Modelden elde edilen haritaya göre (Şekil 7), Kahramanmaraş ilinin güneydoğu ve güneybatı bölgelerinde uygun alanlar yoğun olarak görülmektedir. İlin güneybatı kesiminde Türkoğlu İlçesi Uzunsöğüt, İmalı, Küçükimalı, Kızıleniş, Beyoğlu, Şerefoğlu mahallelerinin vadi yamaçları ile Onikişubat İlçesi Hacı Mustafa, Altınova, Dadağlı, Fatih Merkez, Kümperli, Önsen, Kurtlar, Kale, Hartlap, Hacıağalar, Fatmalı mahallelerinde belirli bölgeler yerleşim için en uygun alanlar olarak görülmektedir.

Adıyaman ilinde; Sincik İlçesi Kıran, Şahkolu, Serindere, Çatbahçe, Dilektepe, Çamdere köyleri, Gerger İlçesi Üçkaya, Dağdeviren, Oymaklı, Köklüce, Beybostan köyleri, Kahta İlçesi Bostanlı, Geldibuldu, Güdülge, Oluklu, Atamer, Dardağan, Eskitaş, Belenli, Köseler köyleri, Besni İlçesi Yeniköy, Hacıhalil, Akkuyu, Alıçlı, Köseceli, Sarıyaprak, Karagüveç, Konuklu, Üçgöz, Uzunkuyu, Çakallı köyleri civarı, Tut İlçesi Boyundere köyü ile Gölbaşı İlçesi Gedikli, Aşağıkarakuyu, Yukarınasırlı ve Belören köyleri civarı yerleşim için en uygun alanlar içerisinde görülmektedir.



Şekil 7: Kahramanmaraş ve Adıyaman İlleri için en uygun yerleşim alanları
(Yerleşim alanlarının belirlenmesinde en az uygun alan değeri 1'i, en fazla uygun alan değeri 7'yi temsil edecek şekilde 1'den 7'ye kadar sınıflama yapılmıştır.)

Belirlenen bu bölgeler Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi, Adıyaman Belediyesi ve Milli Emlak Müdürlüğü'ne bildirilerek; arazi kullanım durumu, imar ve iskân durumu, hazine veya özel mülkiyete ait olup olmadığı bilgilerinin tespit edilmesi gerekmekte ve arazi çalışmaları ile desteklenmelidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, AFAD-RED programının kullanımına olanak sağlayan T.C. İçişleri Bakanlığı AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı'na, konumsal veri ve bilgilerin elde edilmesinde destek sağlayan AFAD Bilgi Sistemleri ve Haberleşme Dairesi Başkanlığı'na teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Aktug B., Ozener H., Dogru A., Sabuncu A., Turgut B., Halicioglu K., Yilmaz O., Havazli E., 2016. Slip rates and seismic potential on the East Anatolian Fault System using an improved GPS velocity field, *Journal of Geodynamics*, 94-95, 1-12, 2016.

Ambraseys N.N., Jackson, J. A., 1998. Faulting Associated With Historical And Recent Earthquakes In The Eastern Mediterranean Region, *Geophys. J. Int.* 133, 390-406.

Baldemir E., Bakan H., Kılıç B., 2012. Fakülte Kurulması Uygun Olan İlçelerin AHP Yöntemiyle Belirlenmesi: Muğla İli Örneği, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi* 4 (1), 1-15.

Erden T., Karaman H., 2012. Analysis of Earthquake Parameters To Generate Hazard Maps By Integrating AHP and GIS For Kucukcekmece Region, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 12, 475-483.

Erkmen C., Eravcı B., Öz Saraç V., Yaman M., Tekin B.M., Albayrak H., Kuterdem K., Aktan T., Tepeuğur E., 2009. Doğu Anadolu Fayı'nın Paleosismolojisi; Pilot Bölge Gölbaşı-Türkoğlu Arası, TUJJB Ulusal Deprem Programı Proje No:TUJJB-UDP-1-07, Ankara.
Erişim adresi: <http://www.tujjb.org.tr/images/projeler/559269b636448e7.pdf>.

Fahjan Y.M., Pakdamar F., Kara F.İ., Eryılmaz Y., Eravcı B., Baykal M., Yenilmez G., Yalçın D., Yanık K., 2015. Afet Yönetiminde Olası Depremler İçin "AFAD-RED" Hasar Tahmin Sistemi'nin Kullanımı, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 14-16 Ekim 2015, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Göksu A., Güngör İ., 2008. Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralanmasında Uygulanması, Süleyman Demirel Üniversitesi, *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 13 (3), 1-26.

Karaağaç D., 2019. Kahramanmaraş ve Yakın Çevresi İçin Deprem Senaryolarının Hazırlanması ve Mekânsal (Spatial) Analiz Teknikleriyle Yerleşime Uygun Alanların Belirlenmesi, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 125 s.

Karaman H., Rezaei S., Kalkan K., Konukçu B.E., Erden T., 2014. Afet Sonrası En Uygun Geçici Barınma Alanlarının CBS ile Tespiti, V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2014), 14-17 Ekim 2014, İstanbul.

Rençber Ö.F., 2010. Büyük Çaplı Projelerde Karar Verme: Analitik Hiyerarşi Süreci Uygulanması, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gebze.

Saaty T.L., 1990. How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Proses, *European Journal of Operation Research*, 48 (1), 9-26.

Timor R.M., 2011. Analitik Hiyerarşi Prosesi, Türkmen Kitabevi, İstanbul, 303 s.

Vargas L.G., 1990. An Overview Of The Analytic Hierarchy Process And Its Applications, *European Journal Of Operational Research*, 48 (1), 2-8.

Yavuz K.B., 2013. Deprem Duyarlı Planlamada Coğrafi Bilgi Sistemleri Odaklı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Uygulanması: Yalova Kent Merkezi Örneği, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 139 s.