

CBS TABANLI BULANIK MANTIK VE AHP YÖNTEMLERİ KULLANILARAK ADIYAMAN İLÇELERİNİN DEPREM TEHLİKE ANALİZİNİN OLUŞTURULMASI

Cihan YALÇIN^{1*}, Levent SABAH²

¹Ministry of Science, Industry and Technology, Burdur Office, Burdur, Turkey

² Düzce University, Department of Information Technology, Düzce, Turkey

Geliş tarihi: 07.12.2017 Kabul tarihi: 14.02.2018

ÖZET

Sahip olduğu tektonik yapısı gereği ülkemizde önemli büyüklükte depremler meydana gelmektedir. Bu depremler insan yaşamını olumsuz etkilemektedir. Depremden doğan olumsuzlukların en aza indirgenmesi için birçok çalışma yapılmaktadır. Özellikle farklı mesleki disiplinler kullanılarak bölgenin deprem tehlike analizleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu çalışmalar daha çok deprem öncesi bölgenin riskinin ortaya konulması esasına dayanmaktadır. Bu sebeple son yıllarda deprem aktivitesinin yoğun olduğu bölgelerden olan Adıyaman İlinin deprem tehlikesinin ortaya konulması önem arz etmektedir. Sahip olduğu jeolojik özellikler bakımından ülkemizde önemli depremlerin meydana gelebileceği alan olan Adıyaman ili ve ilçelerinin deprem tehlikesi analizi CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) tabanlı Bulanık Mantık ve AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) yöntemleri kullanılarak ortaya konulmuştur. Çalışmada bölgenin deprem açısından tehlike arz edebilecek jeolojik yapıları değerlendirilmiş ve CBS ortamına aktarılmıştır. Her ilçe için sayısallaştırılan veriler Bulanık Mantık ve AHP yöntemlerinin kullanılması ve karşılaştırılmasıyla ilçelerin deprem tehlike değerlerini ortaya çıkarmıştır. Sonuç olarak sırasıyla Gölbaşı, Adıyaman Merkez ve Çelikhan İlçelerinin deprem tehlike değerlerinin yüksek olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Adıyaman, Analitik Hiyerarşi Prosesi, Bulanık Mantık, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Deprem

CREATION OF EARTHQUAKE HAZARD ANALYSIS OF ADIYAMAN PROVINCE VIA GIS-BASED FUZZY LOGIC AND AHP METHODS

ABSTRACT

Earthquakes occur because of the tectonic structure of our country and negatively impact human life. Many studies have been performed in order to minimize earthquake damage. Earthquake Hazard Analysis is a known goal for the region, especially one that combines different professional disciplines. Based on these studies, it is crucial to understand the area's risk before the earthquake occurs; therefore, it is crucial that the seismic hazard should be put out of the Adıyaman province, which is a region where earthquake activity has been intense in recent years. Earthquake Hazard Analysis of Adıyaman province is demonstrated in this paper using the methods of GIS-based Fuzzy Logic and the Analytical Hierarchy Process (AHP). The geological structures of the study area that may be seismically hazardous were assessed and transferred to the GIS environment. The earthquake hazard values of the county were revealed by digitized data for each county by using and comparing the fuzzy logic and AHP methods. It is revealed that the earthquake hazard values are high in the following counties: Gölbaşı, Adıyaman Centrium, and Çelikhan.

Keywords: Adıyaman, Analytical Hierarchy Process, Fuzzy Logic, Geographic Information System, Earthquake

* e-posta: cihan.yalcin@sanayi.gov.tr

1. Giriş

Depremler insan yaşamını olumsuz etkilemişlerdir ve etkilemeye devam etmektedirler. Artan nüfus ile bu doğal afetten etkilenme oranı yükselmektedir. Deprem aktivitesi ile ön plana çıkan Adıyaman ilinin jeolojik özellikleri göz önüne alındığında deprem riskinin yüksek olduğu bilinmektedir.

Deprem tehlikesi dendiğinde hasar ve can kaybına neden olabilecek depremlerin yaklaşık yerinin, büyüklüğünün ve belli bir zaman süresi içerisinde olabileceğinin ön izlemesi çalışması akla gelmektedir [1].

Ülkemizin önemli deprem kuşağını oluşturan Doğu Anadolu Fayı (DAF)'nın ürettiği depremler önemli tahribatlara yol açmıştır. DAF, kuzeyde Karlıova'dan başlar, GB'da Ölü Deniz Fay Sistemine kadar uzanmaktadır. Genel uzanımı KD-GB, uzunluğu ise yaklaşık 580 km'dir. Sol yönlü doğrultu atım özelliği gösteren DAF, 6 segmentten oluşur [2]. Bu segmentlerden biri de Çelikhan'ın güneyinden ve Adıyaman Gölbaşı ilçe merkezinden geçerek Kahramanmaraş'ın güneyinde Türkoğlu'na kadar uzanan segmenttir [3], [4].

Adıyaman sahip olduğu jeolojik yapısı ve DAF dışındaki diğer diri fayların da bulunmasıyla deprem tehlikesi açısından önemli bir ilimizdir.

Gelişen teknoloji ile birlikte birçok alanda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılmaktadır. Birçok veri sayısal ortama aktarılarak tematik haritalar oluşturulmaktadır [5]. Deprem tehlikesi analizi oluşturma çalışmalarında da CBS kullanılmaktadır [6].

Deprem tehlikesini oluşturabilecek parametreler farklı metotlarla değerlendirilip analizler yapılabilmektedir [6]. Bunlardan en önemli olan yöntem Saaty (1971) tarafından ortaya konulan [7] Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) metodudur. Bu metotta analizi gerçekleştirilen sistemin kriterleri belli bir hiyerarşik düzen içerisinde değerlendirilerek hesaplanmaktadır.

Son yıllarda farklı meslek alanlarında kullanılan bir yöntem de Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) yöntemidir. İlk olarak 1965 yılında Dr. Lotfi A. Zadeh [8] tarafından ortaya konulan bu yöntem bir sistemdeki sonuçların kesin olarak tanımlanmasından ziyade bir yaklaşım ortaya koymak amacıyla kullanılmaktadır. Deprem tehlikesi analizi için de deprem olayının gerçekleşeceği zamanın belirsiz olması nedeniyle Bulanık Mantık Yöntemi kullanılabilir [9].

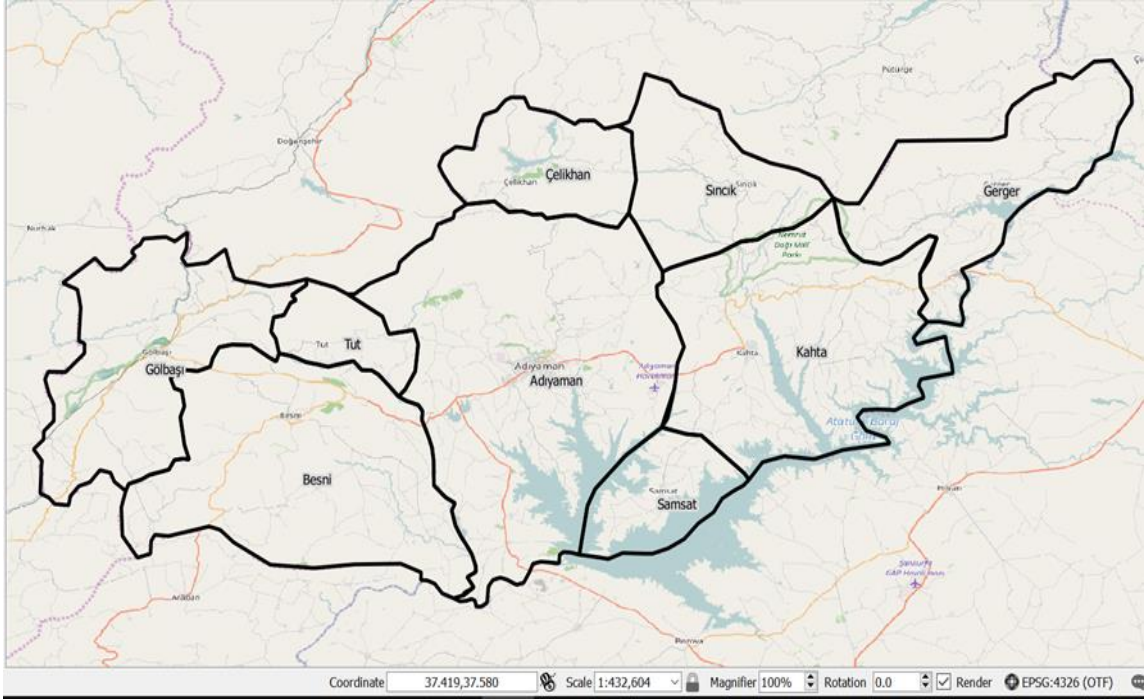
Bu çalışmada deprem aktivitesi açısından riskli alan olarak belirlenen Adıyaman ilinin deprem tehlikesi analizi CBS, AHP ve Bulanık Mantık yöntemleri kullanılarak ortaya konulmuş ve değerler karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Metod

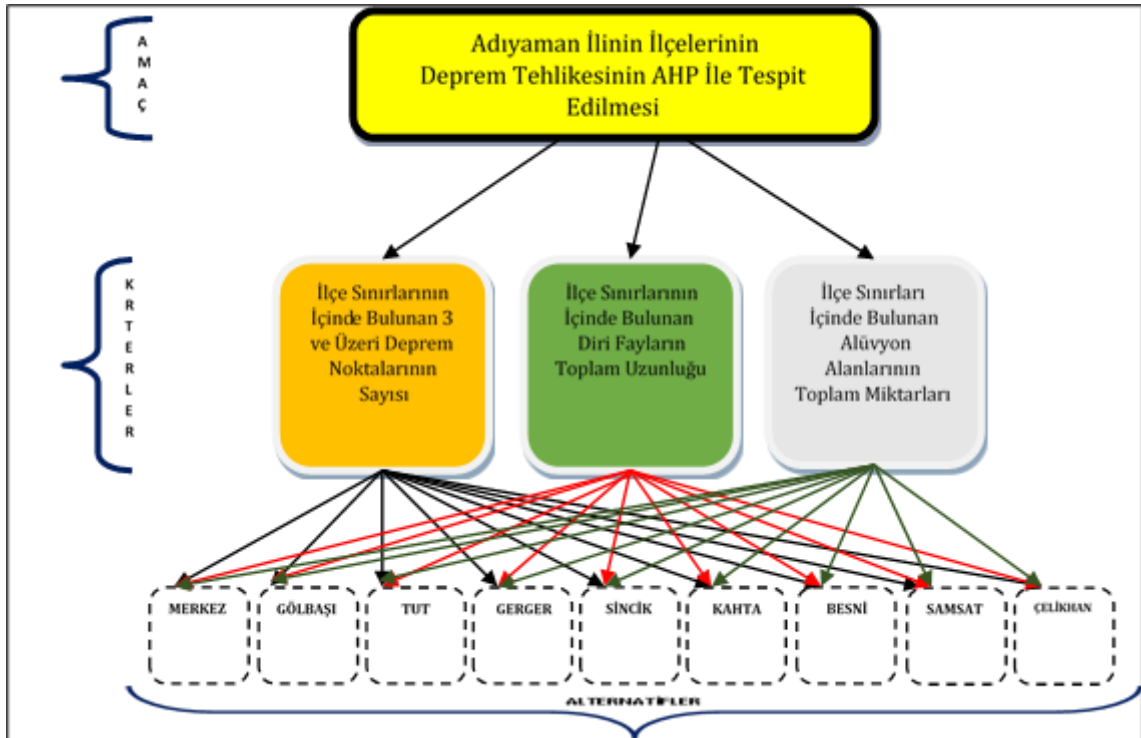
Deprem tehlikesi analizi Adıyaman il sınırları içerisindeki ilçeleri kapsamaktadır (Şekil 1). Adıyaman ili ülkemizin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır. 9 adet ilçesi bulunmaktadır. Bunlar; Adıyaman Merkez, Gölbaşı, Kâhta, Tut, Sincik, Çelikhan, Samsat, Besni ve Gerger ilçeleridir.

Bu çalışmada sayısallaştırılan il haritası üzerinde analizler gerçekleştirebilmek için deprem tehlikesi analizinde kullanılacak kriterler belirlenmiştir. Bu kriterler alüvyon alanlar, aktif ve diri faylar ve il genelinde 1900-2017 yılları arasında meydana gelmiş 3 ve üzeri depremlerin dış merkez noktalarıdır (epicenter) (Şekil 2). Bu kriterlerden alüvyon ve diri faylar Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün (MTA) "Yerbilimleri Harita Görüntüleyicisi" sisteminden [10], [11], [12] temin edilmiş ve sayısal harita üzerine atılmıştır (Şekil 3-4). Daha sonra ise Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsünün "Deprem Katalog Sorgulaması" sekmesinden deprem noktaları elde edilmiş [13] ve ilin sayısal haritası üzerine aktarılmıştır (QGIS) (Şekil 5). Daha sonra AHP kullanılarak analiz gerçekleştirilmiş ve analiz sonucunu yansıtan tematik harita QGIS ile hazırlanmıştır. Son olarak

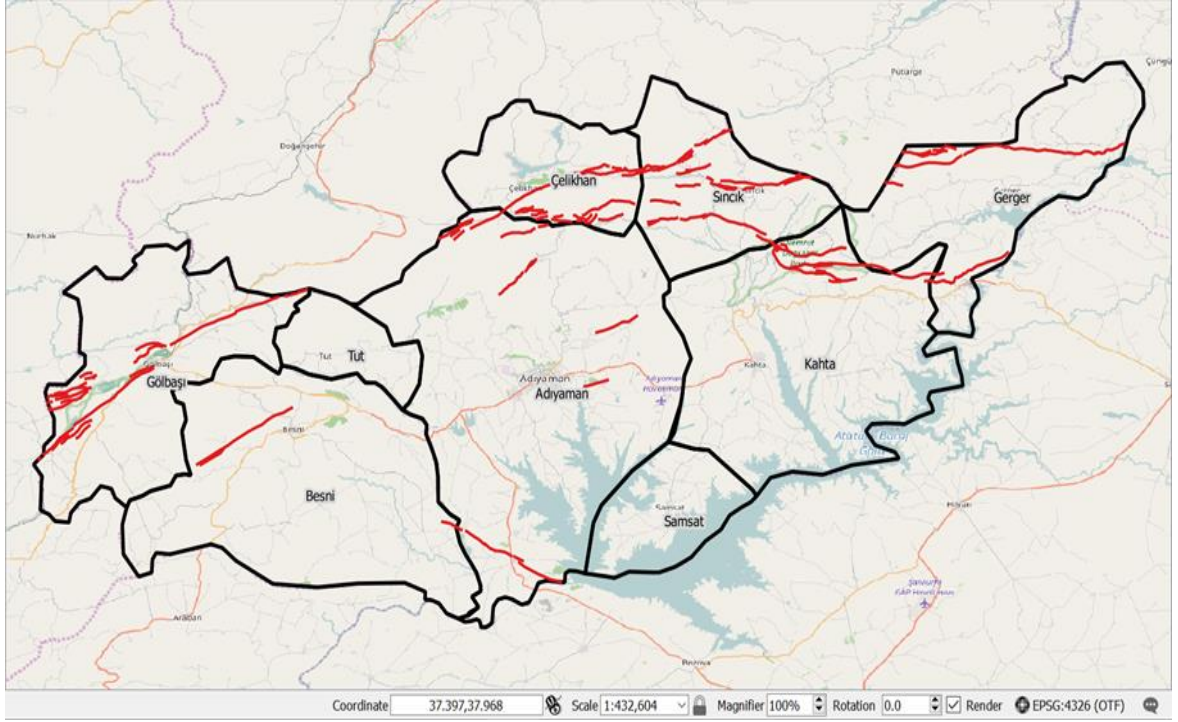
da MATLAB Fuzzy Logic Designer bulanık mantık eklentisinde aynı kriterler değerlendirilmiş ve AHP sonuçları ile karşılaştırılmıştır.



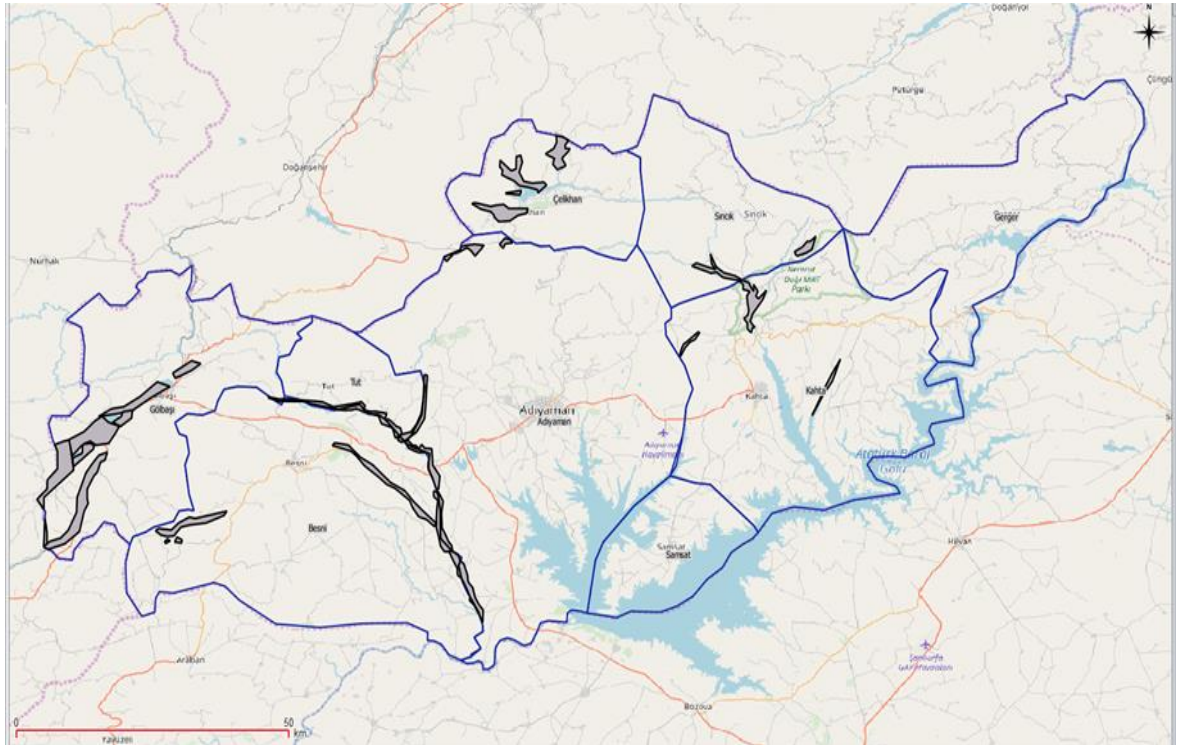
Şekil 1. Adiyaman ilinin ilçe sınırlarını gösteren harita (QGIS)



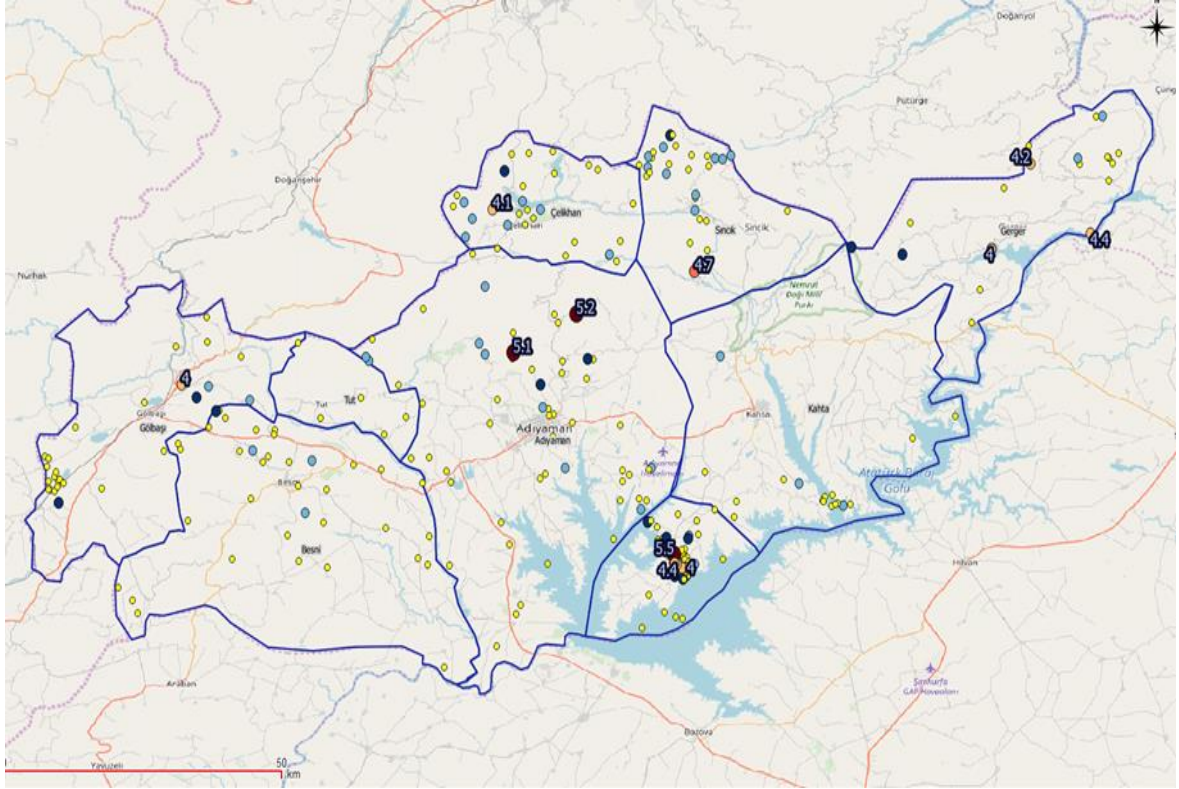
Şekil 2. Adiyaman ilinin deprem tehlikesi analizinin oluşturulmasının genel çerçevesi



Şekil 3. Adiyaman ilinin sınırları içerisinde yer alan diri fayların görünümü



Şekil 4. Adiyaman ilinin sınırları içerisinde yer alan alüvyonların görünümü



Şekil 5. Adiyaman ilinin sınırları içerisinde meydana gelmiş 3 ve üzeri büyüklükteki depremlerin dış merkez noktaları (epicenter)

2.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanılarak Deprem Tehlike Analizinin Oluşturulması

Saaty (1971) tarafından ortaya konulan [7] Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) metodunda kriterler sınıflandırılır ve her bir kritere bir ağırlık değeri verilir. AHP analizinde kabul edilen kriterlerin ağırlık değerlerinin belirlenmesi önemli etkiye sahiptir [14]. Kriterler belirlendikten sonra her bir kriterin ağırlığı karar vericilerin tercihlerine bağlı olarak değişebilmektedir [15]. Bu ağırlık değerleri 1 ile 9 arasında değişmektedir. Değerin 1 olması iki kriter arasındaki ilişkinin eşit olduğunu gösterir. Bu çalışmada kullanılan kriterlerin ağırlıkları eşit alınmıştır (Tablo 1).

Çizelge 1. Kriterlerin ağırlıkları

	$xM \geq 3$	Alüvyon	Fay
$xM \geq 3$	1	1	1
Alüvyon	1	1	1
Fay	1	1	1

Deprem tehlikesini oluşturan parametrelerin konumsal verilerinin sayısallaştırılması sonucunda ortaya çıkan haritalarda her bir ilçe için sayısal değerler hesaplanmıştır (Tablo 2). Daha sonra ise sayısal değerlendirme yapmak için her kriter için ilçelerin sahip oldukları sayısal değerler tüm ilçelerin toplam değerlerine bölünmüş ve değerleri ortaya çıkarılmıştır (Tablo 3). İlçe merkezleri için 3 kriterden elde

edilen sonuçlar ile 9x3 matris oluşturulmuş ve ağırlıklar eşit olan 3x1 kriter karar matrisi ile çarpılarak 9x1 sonuç matrisi oluşturulmuştur (Şekil 6). Matris işlemi sonucunda ilçelerin sahip oldukları deprem risk durumları ortaya çıkarılmıştır. Ortaya çıkan bu değerler ise 100 ile çarpılarak normalize edilmiştir (Şekil 7).

Yapılan işlem sonucunda Gölbaşı ilçesi deprem tehlikesi açısından en yüksek ilçe olarak belirlenmiştir. Gölbaşı'nı sırasıyla Adıyaman Merkez ve Çelikhan ilçeleri takip etmektedir. Bu değerlere göre ilin deprem tehlikesi analizini yansıtan tematik harita oluşturulmuştur (Şekil 8).

Çizelge 2. Kriterlerin ilçelerdeki değerleri

İlçeler	Fay uzunlukları (m)	Deprem nokta \geq 3	Alüvyon alan (km ²)
ADİYAMAN	57172	57	24.92
BESNİ	22581	36	36.09
ÇELİKHAN	64431	29	29.43
GERGER	68354	23	0
GÖLBAŞI	88746	27	79.88
KAHTA	52754	17	13.26
SAMSAT	0	72	0
SINCIK	81220	29	8.43
TUT	0	4	9.32
Toplam	435258	294	201.33

2.2. Bulanık Mantık Kullanılarak Deprem Tehlike Analizinin Oluşturulması

Deprem tehlike analizinde, deprem afetinin gerçekleşeceği zamanın belirsiz olması nedeniyle bulanık mantık yöntemi kullanılarak bir bulanık model oluşturulmuştur. Bulanık model oluşturulurken deprem afeti ile ilgili ilin ilçeler bazında meydana gelmiş olan deprem nokta sayıları, diri fay uzunlukları ve alüvyon alanlar şeklinde 3 kriter belirlenmiş ve bunlar üyelik fonksiyonu olarak kullanılmıştır.

Üyelik fonksiyonunda aralıklar düşük, orta ve yüksek şeklinde belirlenmiştir. Deprem tehlike sonucu da aynı şekilde düşük, orta ve yüksek olarak tanımlanmıştır. Sonuç değer aralıklarının belirlenmesinde Adıyaman ili deprem tehlikesi tespitinde yapmış olduğumuz AHP analitik hiyerarşi sürecinde elde edilen değerler kullanılmıştır. Giriş değerleri olarak her ilçenin sahip olduğu deprem noktaları, diri fay uzunlukları ve alüvyon alanlar açık kaynak kodlu coğrafi bilgi sistemi QGIS ile kesişim fonksiyonları uygulanarak elde edilmiştir ve bulanık modelde kullanılmıştır.

Deprem tehlikesini oluşturan çok sayıda değişken bulunur. Farklı çalışmalarda ve farklı amaçlara göre bu değişkenlerin sayısı ve türü değişebilir [9]. Bu çalışmada; alüvyon alanlar, aktif ve diri faylar ve il genelinde 1900-2017 yılları arasında meydana gelmiş 3 ve üzeri depremlerin dış merkez noktalarının (epicenter) sayısı kullanılmıştır.

Bulanık model oluşturulması MATLAB Fuzzy Logic Designer eklentisi ile hazırlanmıştır. Bulanık model fay uzunlukları, deprem noktaları ve alüvyon alan şeklinde 3 giriş, 1 kural tablosu ve 1 deprem tehlike sonuç katmanından oluşmaktadır (Şekil 9).

Çizelge 3. Kriterlerin ilçelerdeki değerlerinin hesaplanması

İlçeler	Fay uzunlukları (m)		Deprem nokta \geq 3		Alüvyon alan (km ²)	
ADİYAMAN	57172	0.13135198	57	0.193877551	24.92	0.123776884
BESNİ	22581	0.051879575	36	0.12244898	36.09	0.179257935
ÇELİKHAN	64431	0.148029445	29	0.098639456	29.43	0.146177917
GERGER	68354	0.15704249	23	0.078231293	0	0
GÖLBAŞI	88746	0.203892864	27	0.091836735	79.88	0.396761536
KAHTA	52754	0.121201678	17	0.057823129	13.26	0.065862018
SAMSAT	0	0	72	0.244897959	0	0
SINCIK	81220	0.186601969	29	0.098639456	8.43	0.041871554
TUT	0	0	4	0.013605442	9.32	0.046292157
Toplam	435258	1	294	1	201.33	1

$$\begin{bmatrix} 0.1314 & 0.1939 & 0.1238 \\ 0.0519 & 0.1224 & 0.1793 \\ 0.1480 & 0.0986 & 0.1462 \\ 0.1570 & 0.0782 & 0 \\ 0.2039 & 0.0918 & 0.3968 \\ 0.1212 & 0.0578 & 0.0659 \\ 0 & 0.2449 & 0 \\ 0.1866 & 0.0986 & 0.0419 \\ 0 & 0.0136 & 0.0463 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.33 \\ 0.33 \\ 0.33 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1495 \\ 0.1177 \\ 0.1308 \\ 0.0783 \\ 0.2306 \\ 0.0815 \\ 0.0815 \\ 0.1089 \\ 0.0199 \end{bmatrix}$$

Şekil 6. Matris işlemi ve sonucu

$$\begin{bmatrix} 0.1495 \\ 0.1177 \\ 0.1308 \\ 0.0783 \\ 0.2305 \\ 0.0815 \\ 0.0815 \\ 0.1089 \\ 0.0199 \end{bmatrix} \times 100 = \begin{bmatrix} 14.95 \\ 11.77 \\ 13.08 \\ 07.83 \\ 23.05 \\ 08.15 \\ 08.15 \\ 10.89 \\ 01.99 \end{bmatrix}$$

Şekil 7. Normalize edilmiş deprem tehlikesi analizi sonuçları

Model oluşturulurken giriş değerler ve çıkış sonuçları arasındaki ilişkiyi sağlayan kurallar belirlenmiştir. Genel olarak ilçelerin sahip oldukları değerler düşük, orta ve yüksek olarak belirlenmiştir.

Buna göre de AHP ile elde edilen deprem tehlike sonucuyla ilişkilendirilmiştir. Örnek olarak bir ilçenin diri fay uzunluğu az, deprem noktası çok ve alüvyon alanı az ise deprem tehlikesi ortadır gibi kurallar tanımlanarak bir bulanık model elde edilmiştir (Tablo 4).

Deprem tehlike sonucu için diri fay (Şekil 10), deprem noktaları (Şekil 11) ve alüvyon alanların (Şekil 12) giriş üyelik fonksiyon değerleri gösterilmektedir. Deprem tehlike sonucu ise Şekil 13'deki üyelik fonksiyonu ile gösterilmektedir.

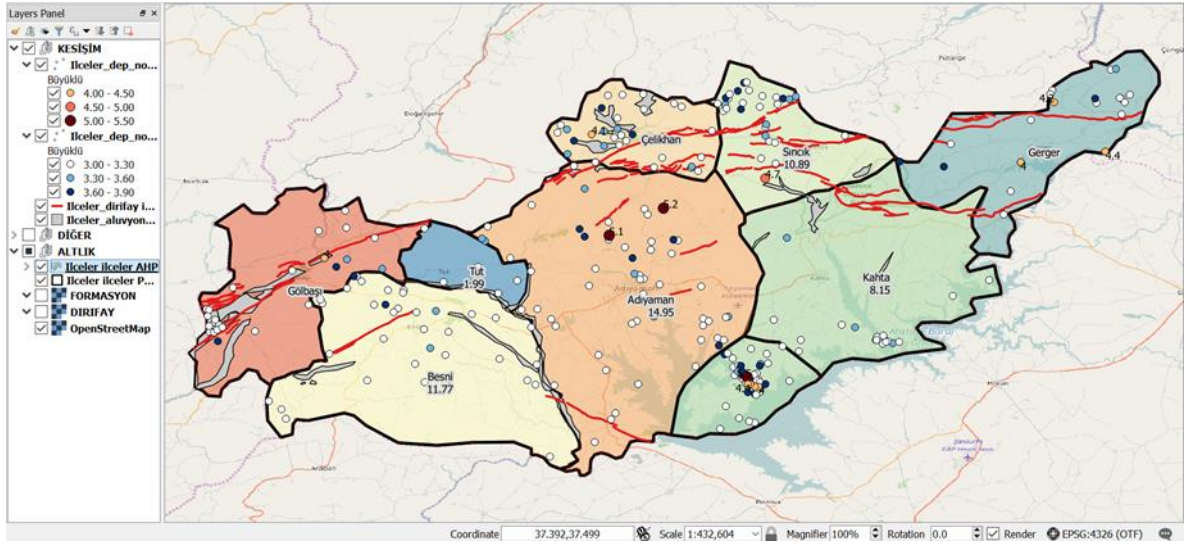
Bulanık modelde tanımlanan 23 adet kural tablosu Şekil 14'de görülmektedir. Buna göre oluşturulan modelde bir ilçenin sahip olduğu güncel fay uzunluğu 50 km, deprem nokta sayısı 50 ve alüvyon alan 50km² ise tehlike sonucu olarak 13.4 bulunmaktadır. AHP değerleriyle normalize etmek için 2 ile çarpıldığında ise % 26.8 lik deprem tehlike değeri elde edilmektedir.

İstatistiksel normalleştirme, özellikle veri madenciliği (data mining) alanında kullanılan bir yöntemdir. Yöntemde veriler arasında farklılığın çok fazla olması durumunda veriler tek bir düzen içerisinde ele alınmaktadır. Bunun dışında ise farklı ölçekleme sisteminde bulunan veriler birbiri ile karşılaştırılmaktadır. Böylece matematiksel fonksiyonlar kullanarak farklı sistemlerde bulunan veriler ortak bir sisteme taşınır ve karşılaştırılabilir hale getirilir [16].

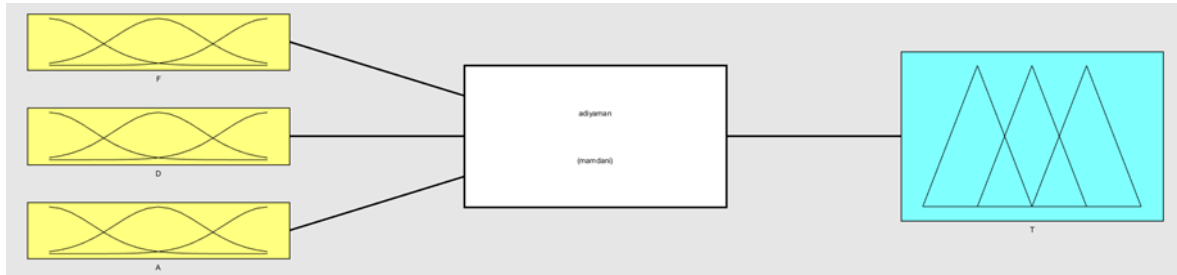
Bu çalışmada bulanık model sonuçlarının 2 katsayısı ile çarpılmasının nedeni AHP yöntemiyle elde edilen sonuçlara yakın sonuçların elde edilmesidir. Böylece referans alınan AHP yöntem sonuçlarıyla bulanık modelde elde edilen sonuçların birbirine yakın olup olmadığı görülmektedir. Farklı parametreler ve değerler ile farklı bir katsayısı çarpımı mümkün olabilmektedir.

Çizelge 4. Bulanık modelde kullanılan sözel kurallara dair örnekler

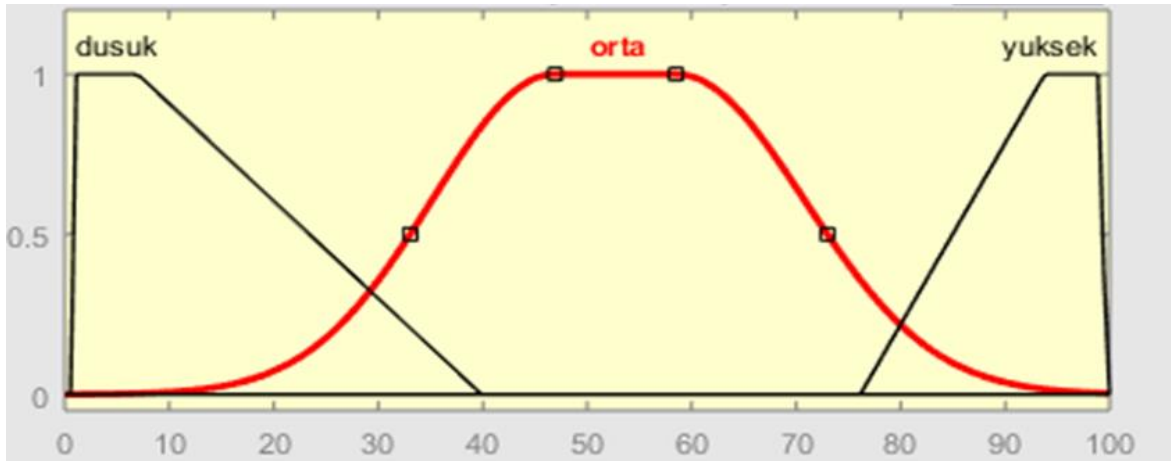
Kural No	F	D	A	T	Ağırlık
1	Orta	Yüksek	Orta	Yüksek	1
2	-	Orta	Orta	Orta	0.7
3	-	Orta	Yüksek	Yüksek	0.7
4	-	Orta	Düşük	Orta	0.5
5	-	Orta	Yüksek	Düşük	0.3
6	Orta	Düşük	Orta	Düşük	1
7	-	Yüksek	Düşük	Düşük	0.2
8	-	Orta	Düşük	Düşük	1
9	-	Düşük	Düşük	Düşük	1
10	Orta	Orta	Orta	Orta	1
11	-	Yüksek	Yüksek	Yüksek	0.8
12	-	Orta	-	Orta	0.8
13	-	-	Yüksek	Orta	0.3
14	-	Yüksek	-	Düşük	0.4
15	-	Düşük	Yüksek	Orta	0.5
16	-	Düşük	Yüksek	Orta	1
17	Yüksek	-	-	Orta	1
18	-	Yüksek	-	Düşük	1
19	Orta	Yüksek	Düşük	Orta	1
20	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	1
21	Düşük	Yüksek	Düşük	Orta	0.7
22	Yüksek	Orta	Düşük	Orta	0.7
23	Yüksek	Orta	Yüksek Değil	Orta	1



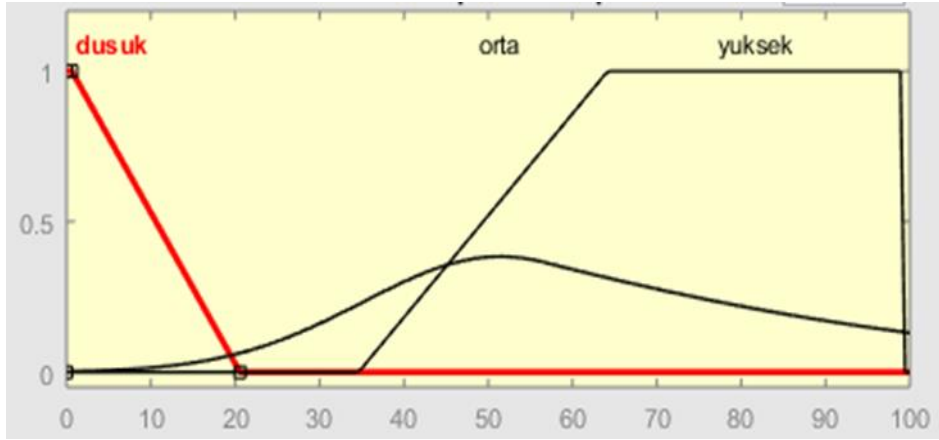
Şekil 8. Adıyaman ilçelerinin AHP kullanılarak elde edilen deprem tehlikesi analizinin tematik haritası



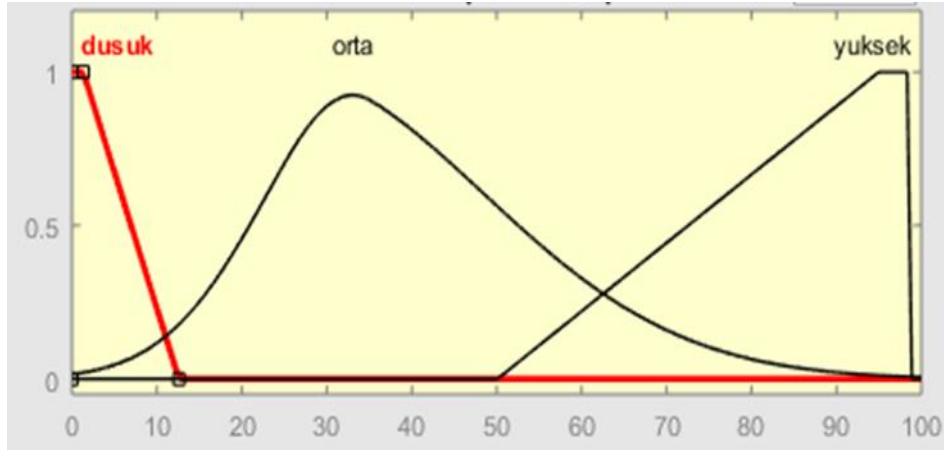
Şekil 9. Bulanık model bileşenleri, fay (F), deprem noktaları (D), alüvyon (A)



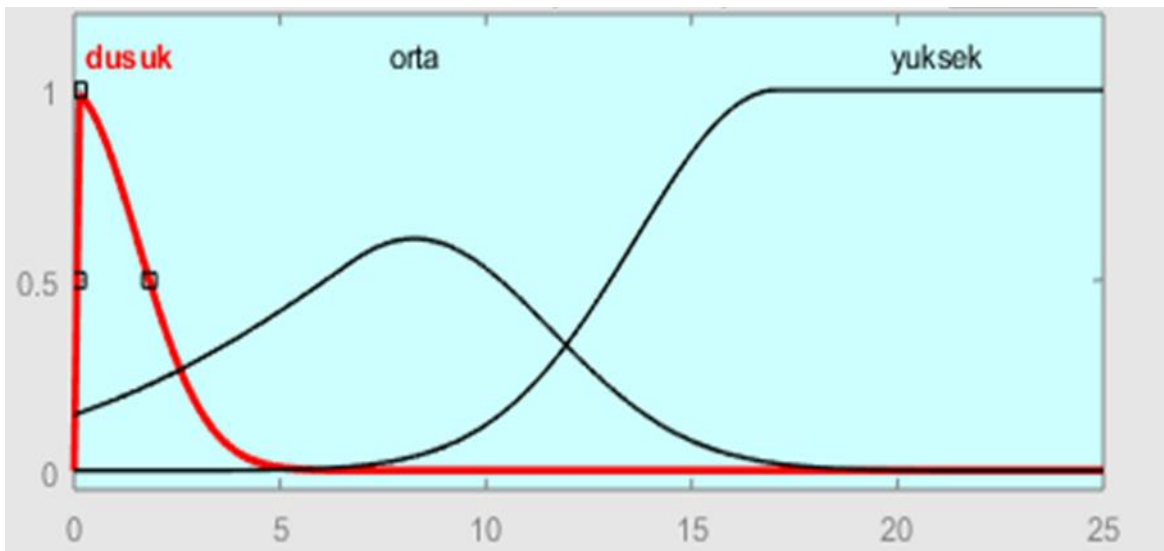
Şekil 10. Fay üyelik fonksiyonu



Şekil 11. Deprem noktaları üyelik fonksiyonu



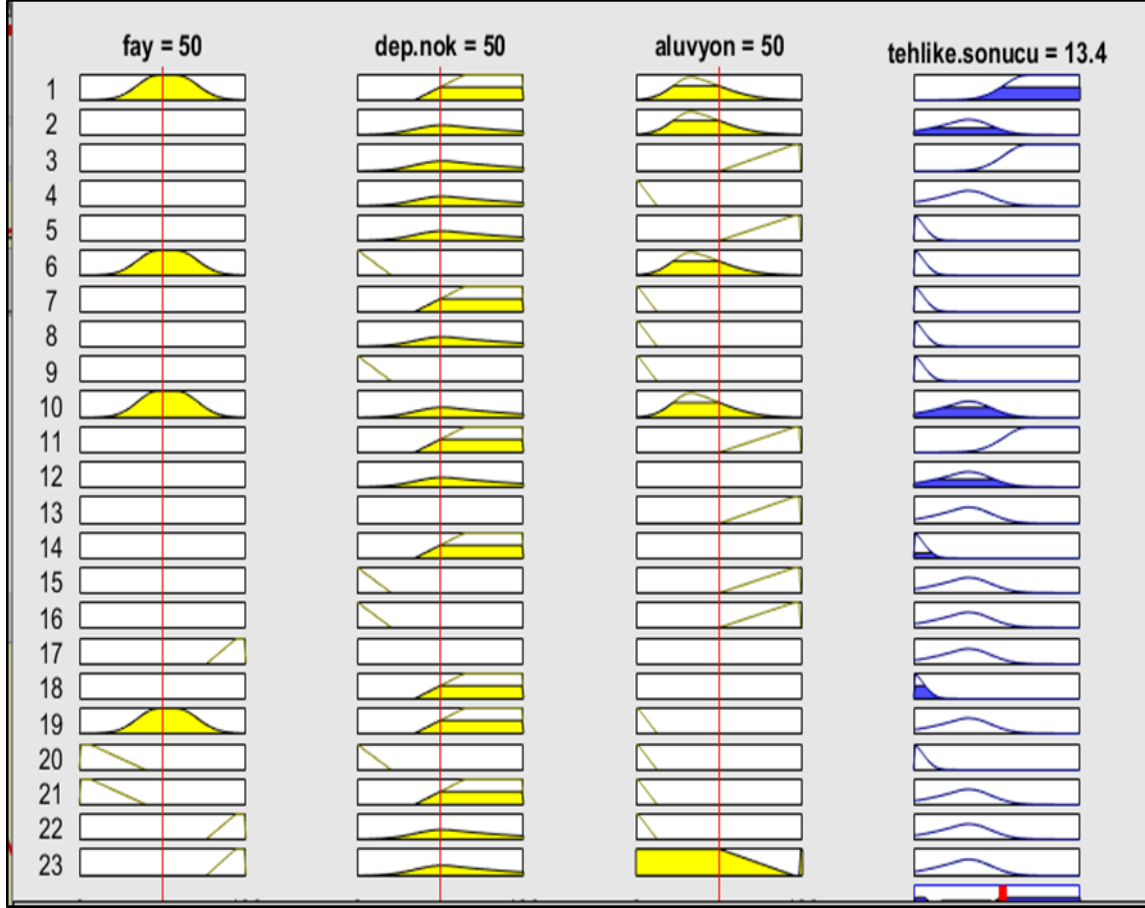
Şekil 12. Alüvyon alan üyelik fonksiyonu



Şekil 13. Deprem tehlike sonucu fonksiyonu

3. Sonuçlar

Adıyaman ili için oluşturulan bulanık mantık ve AHP metotlarından elde edilen değerler Tablo 5’de gösterilmektedir. Bulanık modelde elde edilen değerler 2 ile çarpılarak AHP ile elde edilen değerlerle normalize edilmiştir. İki yöntemle elde edilen sonuçların korelasyon değeri ise %95 olarak belirlenerek grafikte gösterilmiştir (Şekil 15).



Şekil 14. Bulanık model kural tablosunun görsel gösterimi

Oluşturulan bu model ile güncel olarak girilecek fay, deprem noktası ve alüvyon alan değerlerine göre Adıyaman ili için deprem tehlike değerleri görülebilmektedir. Afet öncesi diğer çalışmalara örnek olabilecek bu çalışmada 2 farklı yöntem kullanılmış ve karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmada;

-Kullanılan her iki yöntemde de Gölbaşı, Adıyaman Merkez ve Çelikhan ilçelerinin deprem tehlikesi değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

-Deprem tehlikesi analizi çalışmalarında daha hızlı ve doğru analizlerin yapılması birkaç parametrenin değerlendirilmesi ile mümkün olabilmektedir. AHP ve Bulanık Mantık yöntemleri ile deprem tehlikesi analizleri yapılabilmekte ve sonuçlar birbiri ile uyum göstermektedir.

-Sabah ve diğ. [9] tarafından yapılan benzer bir çalışmada Düzce ilinin deprem tehlikesi analizi aynı yöntemlerle ortaya konulmuştur. Düzce İli için yapılan deprem riski değerlendirmesinde üç kritere göre en riskli ilçeler Merkez ilçe, Yığılca, Gölyaka ve Kaynaşlı ilçeleri olarak belirlenmiştir.

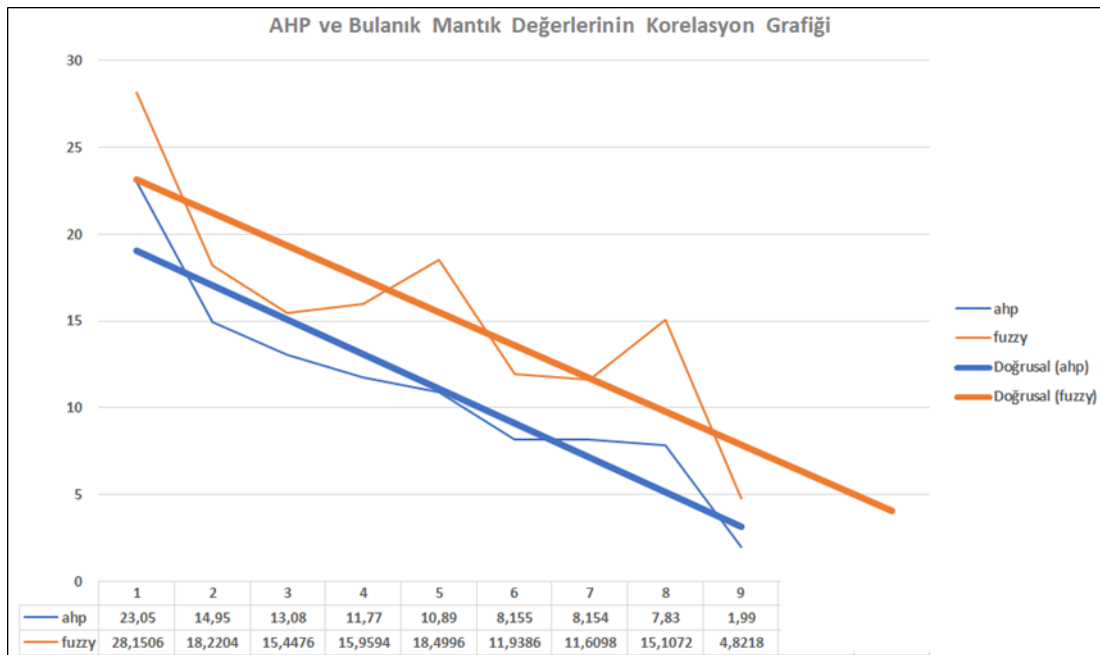
-Yalçın ve Sabah [6] tarafından yapılan diğer bir çalışmada da Edirne ilinde faaliyet gösteren sanayi firmalarının deprem tehlikesi analizi AHP yöntemiyle ortaya konulmuştur.

-Yalçın ve Sabah [17] tarafından Çanakkale sanayi işletmelerinin deprem tehlikesi analizinde 4 kriter belirlenmiş ve bu kriterler AHP ve Bulanık Mantık yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmede Biga, Yenice ve Çan ilçelerinde faaliyet gösteren 462 adet sanayi firmasının deprem tehlike değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

-Diğer afet yöntemleri içinde (Sel, heyelan, taşkın, yangın vb.) CBS tabanlı AHP ve Bulanık Mantık yöntemleri kullanılarak tehlike analizleri yapılabilir.

Çizelge 5. Adıyaman deprem tehlike analizinde elde edilen AHP ve bulanık mantık değerleri

İLÇE	AHP	Bulanık Mantık	Bulanık Mantık*2	Fark	Korelasyon
ADİYAMAN	23,05	14,0753	28,1506	5,1006	0,95
BESNİ	14,95	9,1102	18,2204	3,2704	0,95
ÇELİKHAN	13,08	7,7238	15,4476	2,3676	0,95
GERGER	11,77	7,9797	15,9594	4,1894	0,95
GÖLBAŞI	10,89	9,2498	18,4996	7,6096	0,95
KAHTA	8,155	5,9693	11,9386	3,7836	0,95
SAMSAT	8,154	5,8049	11,6098	3,4558	0,95
SİNCİK	7,83	7,5536	15,1072	7,2772	0,95
TUT	1,99	2,4109	4,8218	2,8318	0,95



Şekil 15. AHP ve bulanık mantık yöntemi sonucunda elde edilen değerlerin korelasyonu

Kaynaklar

- [1] Wang, Z., *Understanding Seismic Hazard and Risk Assessments: An Example In The New Madrid Seismic Zone Of The Central United State*. Proceedings of the 8th U.S. National Conference on Earthquake Engineering, 2006. P 416.
- [2] Şaroğlu, F., Emre, Ö ve Kuşçu, İ., *1:1000000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası*. 1992, MTA Yayınları.
- [3] İmamoğlu, M. Ş., *Gölbaşı (Adıyaman)-Pazarcık-Narlı (K.Maraş) Arasındaki Sahada Doğu Anadolu Fayı'nın Neotektonik İncelemesi*. 1993, Yayınlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [4] İmamoğlu, M.Ş., *Doğu Anadolu Fay Zonu Gölbaşı Kesimi Neotektonik Özellikleri Ve Gölbaşı-Saray Fay Kaması Havzası*. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 1996. 11, p 176-184.
- [5] Yalçın, C., *Tematik Coğrafi Haritalar İle Edirne'nin Sanayi ve Ar-Ge Yetenek Envanterinin Oluşturulması*. Verimlilik Dergisi, 2017. (2): p. 121-133.
- [6] Yalçın, C. Sabah, L., *Açık Kaynak Kodlu CBS ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi (AHP) Kullanılarak Edirne Sanayisinin Deprem Tehlikesi Analizi*. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2017. 5(2): p. 524-537.
- [7] Wind, Y. ve Saaty, T. L., *Marketing Application of the Analytic Hierarchy Process*. Management Science, 1980. 26(7): p. 641-658.
- [8] Bozyiğit, F., Kılınç, D., Kut, A., Kaya, M., *Bulanık Mantık Algoritmaları Kullanarak Kaynak Kod Benzerliği Bulma*. XVII. Akademik Bilişim Konferansı, Ab, 2015.
- [9] Sabah, L., Yücedağ, İ., Yalçın, C., *Earthquake Hazard Analysis for Districts of Düzce via AHP and Fuzzy Logic Methods*. The Journal of Cognitive Systems, 2017. 2 (1): p. 43-47.
- [10] Akbaş, B., Akdeniz, N., Aksay, A., Altun, İ., Balci, V., Bilginer, E., Bilgiç, T., Duru, M., Ercan, T., Gedik, İ., Günay, Y., Güven, İ.H., Hakyemez, H. Y., Konak, N., Papak, İ., Pehlivan, Ş., Sevin, M., Şenel, M., Tarhan, N., Turhan, N., Türkecan, A., Ulu, Ü., Uğuz, M.F., Yurtsever, A. ve diğerleri, *Türkiye Jeoloji Haritası*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını. Ankara, Türkiye.
- [11] Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş. ve Şaroğlu, F., *Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası Ölçek 1/1.125.000*, 2013, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30, Ankara, Türkiye.
- [12] MTA Yerbilimleri Harita Görüntüleyici Ve Çizim Editörü. [Erişim 2017 15 Haziran]. MTA Genel Müdürlüğü internet sitesi: <http://yerbilimleri.mta.gov.tr>.
- [13] Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Sorgulama Sistemi. [Erişim 2017 15 Haziran]. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) internet sitesi: <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/>.
- [14] Chen, Y. Yu, J., Shahbaz, K., Xevi, E., *GIS-Based Sensitivity Analysis of Multi-Criteria Weights*. 18th World IMACS/MODSIM Congress, 2009. Cairns, Australia.
- [15] Öztürk, D., Batuk, F., *Çok Sayıda Kriter İle Karar Vermede Kriter Ağırlıkları*. Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 2007. (1).
- [16] İstatistiksel Normalleştirme (Statistical Normalisation). [Erişim 2018 15 Ocak]. Bilgisayar kavramları web sitesi: <http://bilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com/2012/01/29/istatistiksel-normallestirme-statistical-normalisation/>
- [17] Yalçın, C., Sabah, L., *CBS Tabanlı Bulanık Mantık Ve AHP Yöntemleri Kullanılarak Çanakkale Sanayi İşletmelerinin Deprem Tehlike Analizinin Oluşturulması*. Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi, 2017. 29 (348): p. 28-34.