



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Açık Kaynak Kodlu CBS ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Yöntemi Kullanılarak Edirne Sanayi İşletmelerinin Deprem Tehlike Analizi

Cihan YALÇIN^{a,*}, Levent SABAH^b

^a Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Burdur İl Müdürlüğü, Burdur, TÜRKİYE

^b Düzce Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, Düzce, TÜRKİYE

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

ÖZET

Türkiye’de il ve/veya ilçe bazında faaliyet gösteren sanayi kuruluşları için yapılan deprem tehlikesi ve deprem riski çalışmaları istenilen düzeyde değildir. Can ve mal güvenliğini korumak ve sanayi kuruluşlarının ekonomik zararlarını en aza indirmek amacıyla, illerde faaliyet gösteren sanayi işletmelerinin deprem açısından tehlike ve risk içeren alanlarının saptanması önem arz etmektedir. Bu çalışmada, açık kaynak kodlu Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı (QGIS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılarak Edirne ilinde faaliyet gösteren sanayi firmalarının deprem tehlikesi analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada parametre olarak ilin jeolojisi, 1908-2016 yılları arasında il genelinde meydana gelmiş depremlerin deprem dış merkez noktaları, fay uzunlukları ve aktif faylara uzaklıklar kullanılmıştır. Bu veri seti değerlendirilerek tematik haritalar oluşturulmuş, çalışma alanındaki tehlikeli ilçeler tespit edilmiş ve ilçeler tehlike derecelerine göre sıralanmıştır. Daha sonra ise Edirne ilinde faaliyet gösteren firmaların konumları, oluşturulan tematik haritalar üzerine aktararak deprem tehlikesi analizi yapılmıştır. Sonuç olarak, Keşan ve Enez ilçelerinde faaliyet gösteren 59 adet sanayi kuruluşunun deprem tehlike değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: CBS, AHP, Deprem Riski, Sanayi, Edirne.

Analysis the Earthquake Hazard of Edirne Industry Enterprises by Using Open Source Geographic Information Systems (GIS) and Analytic Hierarchy Process (AHP) Method

ABSTRACT

On a basis of city-county which operating industrial enterprises in Turkey, earthquake hazard and seismic risk studies are not at the desired level. Thus it is important that identification of earthquake hazard and risk areas for industrial enterprises, which operates in the provinces. Earthquake hazard analysis demonstrated on Industrial firms, which operates in the province of Edirne via Open Source Geographic Information Systems (GIS) and Analytic Hierarchy Process (AHP) in this study. AHP parameters are determined as geology of the city,

epicenter points of occurred earthquakes between 1908-2016 throughout the province, length of faults and far of active faults. Thematic maps created, dangerous counties were found and counties are ordered according to their degree of hazard after evaluated the data set. Then earthquake hazard analysis is reviewed. on the locations of operating companies in the province of Edirne with thrown on thematic maps. As a result, it was determined that the values were high of earthquake hazard for 59 establishment of industrial units which operating in Keşan and Enez districts.

Keywords: GIS, AHP, Earthquake Risk, Industry, Edirne.

I. GİRİŞ

Depremler tarihsel süreç boyunca sürekli olarak meydana gelmiş ve insanoğlunun yaşamını olumsuz olarak etkilemiştir. Depremlerin gelecekte de olacağını dikkate alarak, yapılacak her türlü altyapı, mühendislik ve endüstriyel çalışmalarda depremin olumsuz etkilerinin azaltılması veya ortadan kaldırılması temasının göz önünde bulundurulması gerekir.

Meydana gelmiş yıkıcı bir depremin sosyo-ekonomik sonuçları, insan ölümlerinin yanında, sanayi işletmelerindeki tahribatlar, makine-teçhizat hasarı, ürünlerin stok kaybı ve aynı zamanda da iş gücü kaybı gibi olumsuzluklar olarak ifade edilmektedir [1]-[4].

Özellikle son yıllarda artan şehirleşme ve endüstrileşmenin tektonik olarak aktif bölgelerde veya yakınlarında yer alması önemli tahribatlara neden olabilmektedir [5]. Buna rağmen, Türkiye’de il genelindeki sanayileşme için yapılan deprem tehlikesi ve deprem riski çalışmaları yok denecek kadar azdır. Bu nedenle, il genelinde faaliyet gösteren sanayi kuruluşlarının bölgenin jeolojik yapısı ile ilişkilendirilmesi [6] ve illerde faaliyet gösteren sanayi işletmelerinin deprem açısından tehlike ve risk içeren alanlarının saptanması can ve mal kayıplarını azaltmak açısından önem arz etmektedir.

Bu amaçla, Ayday vd. [7] tarafından yapılan bir çalışmada Eskişehir il sınırı içinde kalan ilçelerde deprem tehlikesi analizi için açık kaynak kodlu Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı ve önerici sistemler kullanmıştır. Bu analiz için ilin jeolojisi, 1901’den 2014 yılına kadar Eskişehir il sınırı içinde oluşan deprem dış merkez noktaları ve aktif fay uzunlukları kullanılmıştır. Her bir kriterin önem dereceleri, karşılaştırmalı matriste eşit olacak şekilde değerlendirilerek analiz yapılmıştır. Böylece deprem açısından riskli alanlar belirlenmiştir.

Bu çalışmada da açık kaynak kodlu QGIS CBS yazılımı ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılarak Edirne ilinde faaliyet gösteren sanayi kuruluşlarının deprem tehlike analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Edirne sanayisi işletmelerinin konumları ile birlikte ilin jeolojisi, 1908-2016 yılları arasında il genelinde meydana gelmiş depremlerin deprem dış merkez noktaları, fay uzunlukları ve aktif faylara olan uzaklıkları değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda deprem açısından tehlikeli ilçeler bulunmuş ve tehlike derecelerine göre sıralanmıştır. Elde edilen sonuçlar sanayi işletmelerinin konumlarıyla beraber yorumlanarak Edirne ili için sanayi-deprem riski ilişkisi ortaya konulmuştur.

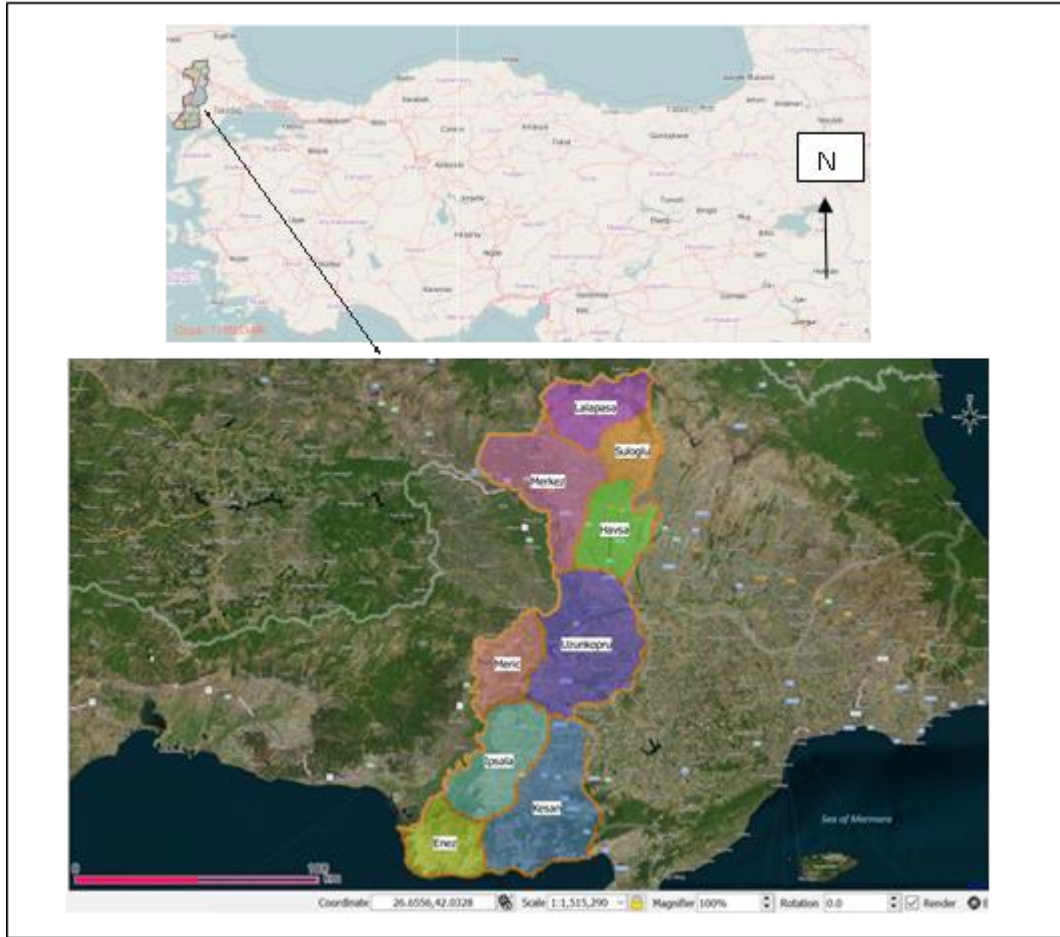
II. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, Trakya Kalkınma Ajansı tarafından desteklenen ve Edirne Bilim, Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen “Edirne İlinin Sanayi ve Ar-Ge Yetenek Envanterinin Oluşturulması” (TR21/13/DFD/0020) adlı projeye ait veriler kullanılmıştır.

Çalışma alanı Edirne ilini ve ilçelerini kapsamaktadır (Şekil 1). Edirne, Türkiye’nin kuzeybatısında Marmara Bölgesi’nin Trakya kısmında bulunmaktadır. Yüzölçümü 6.276 km² olan Edirne İli, 40°30’ ve 42° 00’ kuzey enlemleri ile 26°00’ ve 27°00’ doğu boylamları arasında yer almaktadır [8].

Çalışma üç aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, Edirne il ve ilçe sınırları sayısallaştırılarak CBS veri tabanına aktarılmıştır. İkinci aşamada, sanayi işletmelerinin konumları GPS ile ölçülmüş ve noktasal veri olarak CBS veri tabanına yüklenmiştir (Şekil 2).

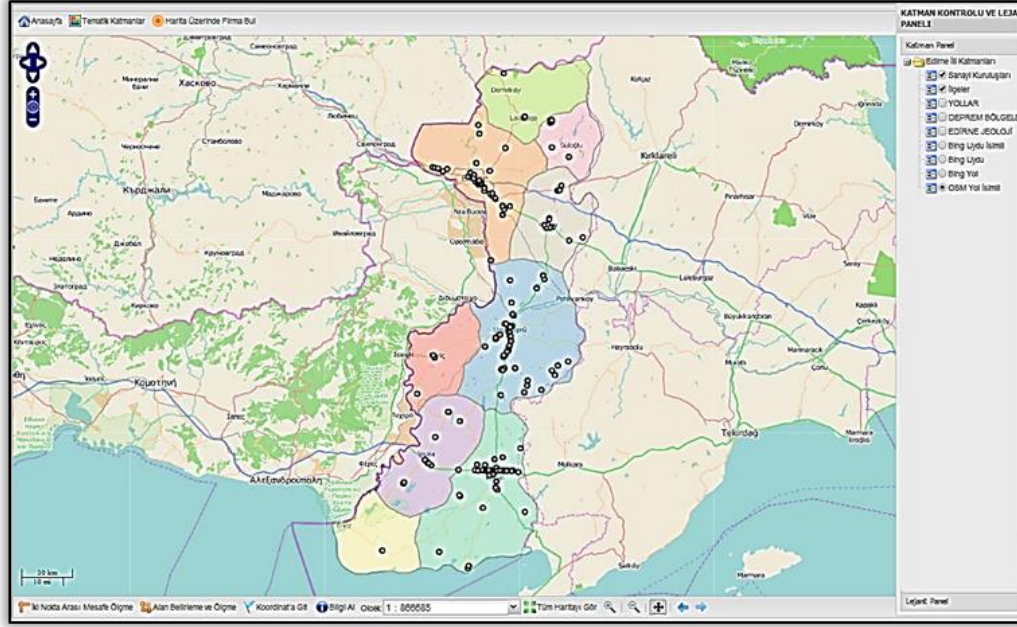
Üçüncü aşamada ise deprem tehlike analizinde kullanılacak olan konumsal verilerin birbirlerine oranının hesaplandığı “kriterler sekmesi”, bu parametrelerin ilçeler bazındaki değerlerinin girişinin yapıldığı ve bu değerlerin her ilçe için oranlarının hesaplandığı “alternatifler sekmesi” ve kriter ile alternatif sekmelerinden elde edilen değerlerin analiz edilerek sonucunun gösterildiği “sonuç sekmesinden” oluşan bir yazılım oluşturulmuştur.



Şekil 1. Çalışma alanının lokasyon haritası.

Bu yazılımda AHP yöntemi kullanılarak alt parametrelerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Hesaplanan ağırlıklara göre il ve ilçe bazında deprem tehlike dereceleri belirlenmiştir. AHP yöntemi Thomas L.

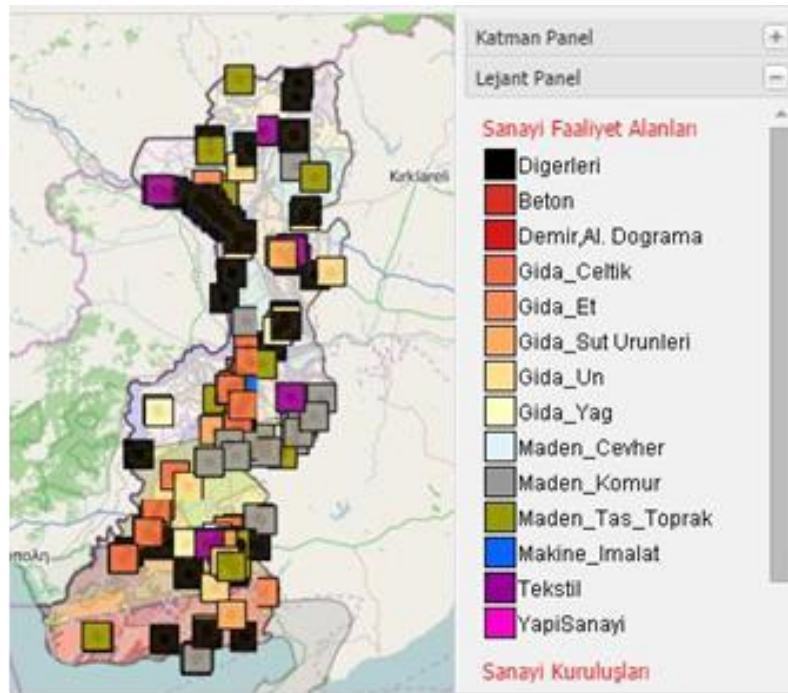
Saaty tarafından 1971 yılında geliştirilmiş [9] çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir [10]. Bu yöntem, mekânsal planlama yönetiminde kullanılan en etkili yöntemlerden biridir [11],[7]. Bu yöntemde kriterler uygunluk seviyesine göre sınıflandırılır ve her birisine bir ağırlık değeri verilir. AHP analizinde sonucun elde edilmesinde ağırlık değerlerinin belirlenmesi önemli etkiye sahiptir [12].



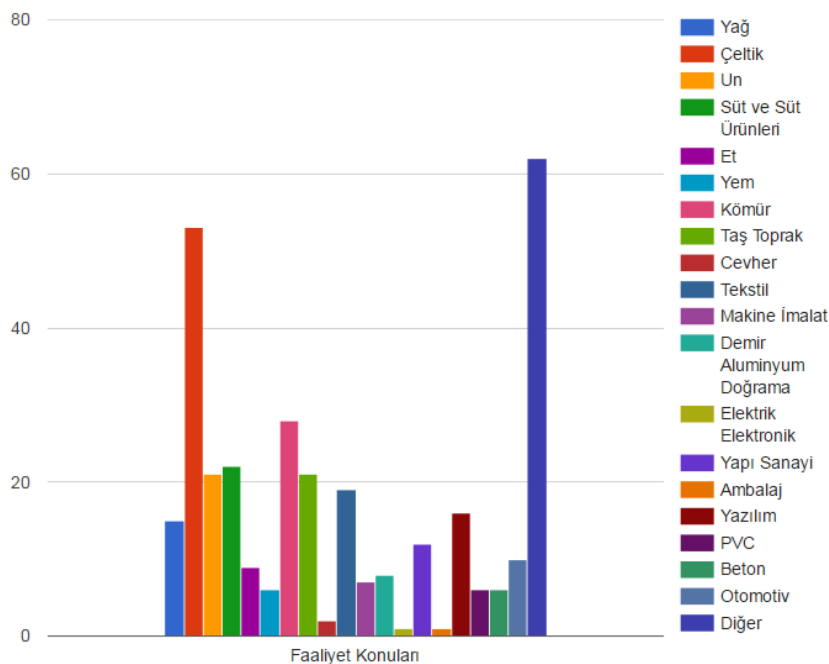
Şekil 2. Edirne’de faaliyet gösteren sanayi işletmelerinin konumlarını gösteren tematik harita.

A. EDİRNE SANAYİ İŞLETMELERİ

Açık kaynak kodlu yazılımlar kullanılarak geliştirilen “mobil veri toplama” arayüz yazılımı ile Edirne ilinde bulunan 279 adet sanayi işletmesi ziyaret edilmiş ve işletmelerin faaliyet konuları belirlenmiştir [6] (Şekil 3). Bu bağlamda, Edirne sanayisinin ürün bazında faaliyet konularına göre sınıflandırıldığı grafik incelendiğinde, en fazla işletmenin çeltik üretimi ve/veya işlenmesi üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir [6],[13] (Şekil 4).



Şekil 3. Edirne İlinde faaliyet gösteren firmaların faaliyet konularına göre oluşturulan tematik haritası [6].



Şekil 4. Edirne İlinde faaliyet gösteren firmaların faaliyet konularına göre dağılımlarını gösteren grafik [6].

B. DEPREM TEHLİKESİNİ OLUŞTURAN PARAMETRELER

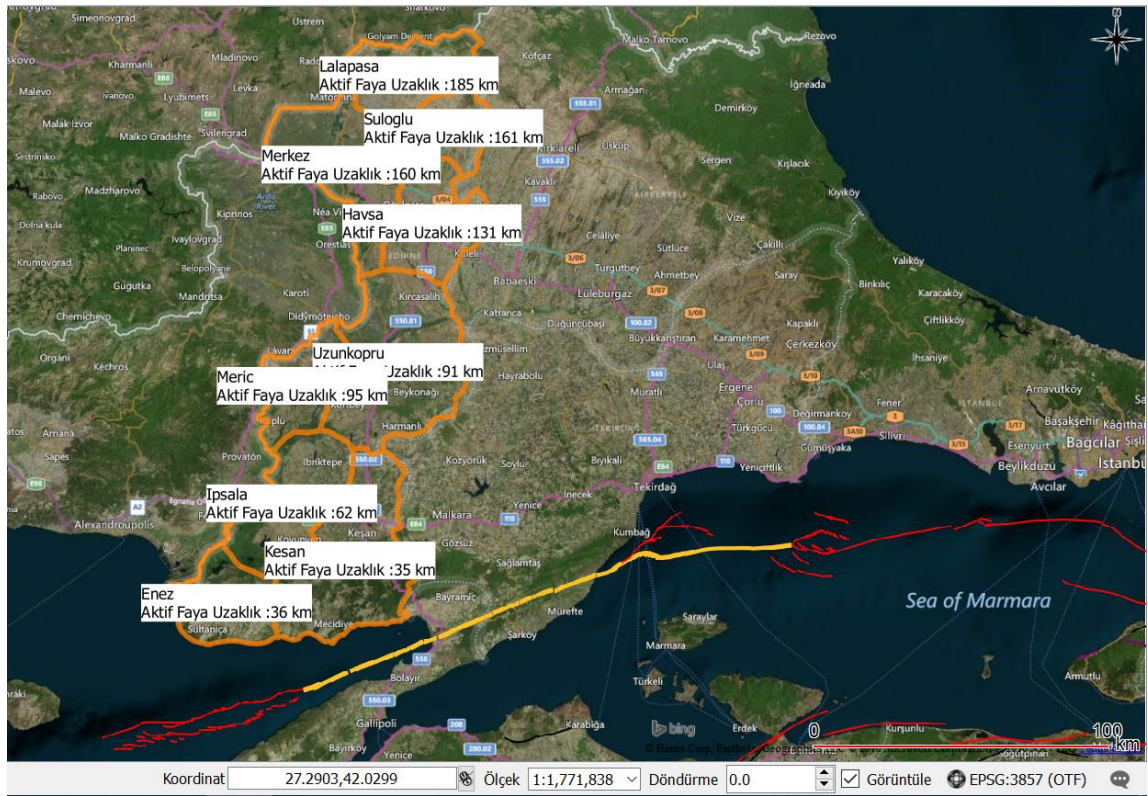
Deprem tehlikesini belirlemek için birçok parametre kullanılabilir. Parametrelerin sayısı, inceleme alanının jeolojik özelliklerine göre göreceli olarak artırılabilir veya azaltılabilir. Edirne ve ilçelerinin deprem tehlike değerlerini belirlerken kullanılan kriterler aşağıda Tablo 1’de belirtilmiştir.

Aktif faya uzaklık: Edirne il sınırları içerisinde önemli derecede aktif bir fayın olmaması fakat ilin hemen güneyinden geçen ve deprem üretme potansiyeli yüksek olan Kuzey Anadolu Fayının kuzey kolunun en batı segmentini oluşturan ve Saros körfezine kadar uzanan Ganos fayının [16]-[25] bulunması nedeniyle bu parametre kullanılmıştır.

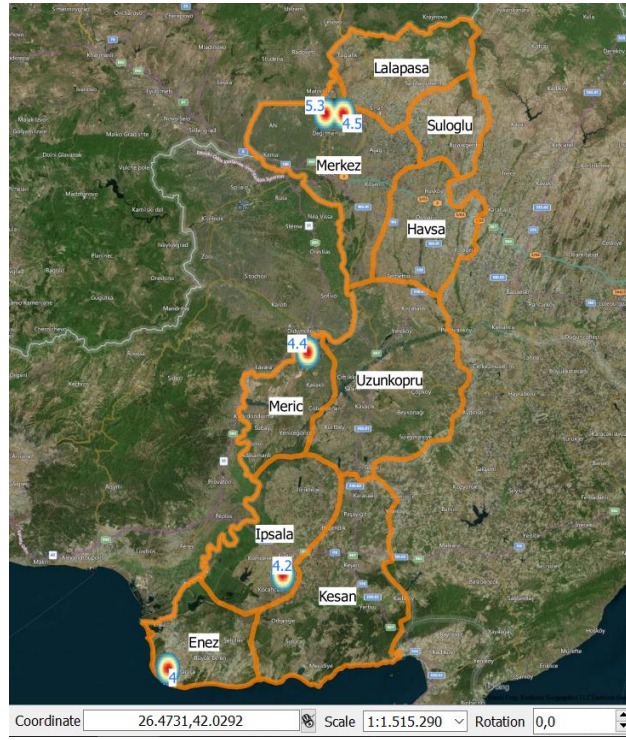
Aktif fayların bulunduğu alanlarda meydana gelebilecek olası depremlerden bu alanlara yakın olan alanlar daha çok etkilenecektir. Deprem kaynağından uzaklaştıkça depremin etkisinin azalacağı da bilinmektedir. Bu sebeple bu parametre kullanılmış ve CBS ortamında ilçe merkezlerinin aktif faylara en yakın dik mesafesi km biriminden hesaplanmıştır (Şekil 6).

Deprem dış merkez nokta sayısı: “Aletsel Dönem” olarak adlandırılan ve 1908-2016 arasında Edirne ili ve civarında meydana gelmiş ve deprem büyüklüğü $M \geq 4$ olan deprem verileri [26], uygun formatta CBS yazılımına aktarılarak kullanılmıştır (Şekil 7).

Alüvyon alan büyüklüğü: Bilindiği gibi depremin enerjisinin iletilmesi zeminin litolojisine göre farklılıklar göstermektedir. Enerji, iyi zeminlerde (granit, vb.) yutulur, kötü zeminlerde (alüvyon, vb.) ise büyür. Bu nedenle depremden etkilenme açısından alüvyon zeminlerin risk oluşturacağı düşünüldükçe MTA’nın 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji haritası [27] kullanılmıştır. Alüvyon alanlar, CBS veri tabanına aktarılmış ve söz konusu alanların yüzölçümleri m^2 biriminden hesaplanmıştır (Şekil 8).



Şekil 6. Edirne ili güneyinden geçen Kuzey Anadolu Fayının ilçe merkezlerine uzaklığı.



Şekil 7. Edirne il sınırları içinde 1908-2016 yılları arasında 4 ve üzeri büyüklükte meydana gelmiş depremlerin deprem dış merkez noktaları.



Şekil 8. Edirne il sınırları içindeki alüvyon alanların haritası.

B. DEPREM TEHLİKESİNİ OLUŞTURAN PARAMETRELERİN KULLANIMI

Konumsal analiz için oluşturulan AHP yazılımında kriterler, alternatifler ve sonuç sekmesi bulunmaktadır. Bu yazılıma ait modüller Visual Studio 2010 ortamında Asp.NET dili ile geliştirilmiştir. Görsel kısımları Dev Express 9.2.9 ile desteklenmiştir. Sonuç sekmesinde deprem risk oranlarının daha kolay takip edilmesi için yüzdelerin gösterimi renkli progressbar (ilerleme çubuğu) bileşeniyle sağlanmıştır.

Deprem tehlikesi analizinde bu çalışmada kriter olarak kabul edilen alüvyon, aktif faya uzaklık, fay uzunlukları ve depremlemlerin dış merkez noktaları parametrelerin birbirlerine oranının hesaplandığı “kriterler sekmesi” bulunmaktadır. Bunun yanında bu parametrelerin ilçeler bazındaki değerlerinin girişinin yapıldığı ve bu değerlerin her ilçe için oranlarının hesaplandığı “alternatifler sekmesi” ve kriter ile alternatif sekmelerinden elde edilen değerlerin analiz edilerek sonucunun gösterildiği “sonuç sekmesi” yer almaktadır. Yapılan değerlendirmede en yüksek puanlı ilçeler deprem tehlikesi açısından en tehlikeli ilçeler olarak değerlendirilmiştir.

B.1. KRİTERLER SEKMESİ

Deprem tehlikesi analizinde bu çalışmada kriter olarak kabul edilen alüvyon, aktif faya uzaklık, fay uzunlukları ve depremlemlerin dış merkez noktaları parametrelerin birbirleri ile olan ilişkileri önceliklerine göre durumlarının belirlendiği sekmesidir (Tablo 2).

Kriterler belirlendikten sonra her bir kriterin ağırlığı karar vericilerin tercihlerine bağlı olarak farklı ağırlıklarda olabilir [28].

Saaty [29] tarafından ortaya konulan ve 1 ile 9 arasında olan derecelendirme önem ölçeği göz önünde bulundurulmuş ve Ayday vd. [7] tarafından yapılan çalışma da örnek alınarak eşit alınmıştır.

AHP karar matrisleri oluşturmada nitel ve nicel değerler kullanılabilir. Kriter matrisinin oluşturulmasında nitel değerlendirme yapılmıştır ve tüm kriterler eşit öneme sahip olduğu düşünülerek ağırlıkları “1” olarak verilmiştir.

Tablo 2. Kriterlerin ağırlıklarına göre oluşturulmuş matris sekmesi.

	xM>=4	Alüvyon	Fay	Fay uzaklık
xM>=4	1	1	1	1
Alüvyon	1	1	1	1
Fay	1	1	1	1
Fay uzaklık	1	1	1	1

B.2. ALTERNATİFLER SEKMESİ

İl içinde bulunan ilçelere ait sekmedir. İl içinde bulunan ilçelerin isimlerini içerir. Alternatifler için oluşturulan karar matrisinde ise ilçelerin sahip olduğu fay uzunlukları, 4 ve üzeri deprem noktaları, alüvyon alanları ve faya uzaklık mesafeleri için nicel değerlendirme yapılmıştır. Nicel değerlendirme yapılırken nitel değerlendirme aksine her kriter için ilçelerin sahip oldukları değer yazılmış ve ağırlıklarının hesaplanmasından tüm ilçelerin sahip olduğu toplam değerlere bölünerek oluşturulmuştur (Tablo 3).

Ayrıca “Faya uzaklık” kriteri için bir ilçe faya ne kadar yakın ise o kadar yüksek tehlikede olduğu için mevcut olan mesafe değerleri 1 e bölünerek ters orantı uygulanmıştır.

Alternatifler (ilçeler) için 4 kriterden elde edilen sonuçlar ile 9x4 matris oluşturulmuştur. Bu matris ile 4x1 kriter karar matrisi çarpılarak sonuç matrisi oluşturulmuştur (Şekil 9).

Tablo 3. Kriterlerin ağırlıklarına göre oluşturulmuş matris sekmesi.

İlçeler	Fay uzunlukları (m)		Deprem nokta>=4		Alüvyon alan (m ²)		Fay uzaklık (km)		
Enez	30534	0.18254865	1	0.2	236900622	0.101445	36	0.027777778	0.232462203
Havsa	0	0	0	0	133330699	0.057094	131	0.007633588	0.063882743
İpsala	0	0	1	0.2	559798769	0.239715	62	0.016129032	0.134978054
Keşan	64860	0.387767913	0	0	313859846	0.1344	35	0.028571429	0.239103981
Lalapaşa	68915	0.412010881	0	0	9926309	0.004251	185	0.005405405	0.045235888
Meriç	0	0	1	0.2	265649701	0.113756	95	0.010526316	0.08809094
Merkez	2956	0.017672556	2	0.4	344091864	0.147346	160	0.00625	0.052303996
Süloğlu	0	0	0	0	16926211	0.007248	161	0.00621118	0.051979126
Uzunköprü	0	0	0	0	454781227	0.194745	91	0.010989011	0.091963069
Toplam	167265	1	5	1	2335265248	1	956	0.119493739	1

III. BULGULAR ve TARTIŞMA

Matris işlemi sonucunda ilçelerin birbirlerine göre sahip oldukları deprem risk durumları ortaya çıkmıştır. Daha sonra bu değerler 100 ile çarpılarak normalize edilmiştir. (Şekil 10).

Çıkan sonuçlar sonucunda değeri en yüksek olan en riskli bölge olarak belirlenmiştir. Bu durumda Keşan ve Enez ilçeleri en riskli bölgeler, Süloğlu ve Havsa ilçeleri az riskli bölgeler olarak belirlenmiştir (Şekil 11).

İlçelerin deprem tehlike değerlerinin ortaya konulması sonucunda bu verilerin tematik haritası oluşturulmuştur. Daha sonra ise Edirne ilinde faaliyet gösteren sanayi kuruluşlarının konumları bu tematik harita üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 12). Harita değerlendirildiğinde Keşan ve Enez ilçelerinde faaliyet sürdüren toplam 59 adet firmanın deprem tehlike değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir.

İLÇE ADI	Fay uzunlukları (m)	Deprem nokta>=4	Alüvyon alan (m ²)	Fay uzaklık (km)	SONUÇ
Enez	0.18254865	0.2	0.101444845	0.232462203	0.179114
Havsa	0	0	0.057094456	0.063882743	0.030244
İpsala	0	0.2	0.239715283	0.134978054	0.143673
Keşan	0.387767913	0	0.134400084	0.239103981	0.190318
Lalapaşa	0.412010881	0	0.004250613	0.045235888	0.115374
Meriç	0	0.2	0.113755686	0.08809094	0.100462
Merkez	0.017672556	0.4	0.147345945	0.052303996	0.154331
Süloğlu	0	0	0.007248089	0.051979126	0.014807
Uzunköprü	0	0	0.194744998	0.091963069	0.071677

$$\begin{array}{c}
 0.25 \\
 0.25 \\
 0.25 \\
 0.25
 \end{array}
 \times
 =
 \begin{array}{c}
 0.179114 \\
 0.030244 \\
 0.143673 \\
 0.190318 \\
 0.115374 \\
 0.100462 \\
 0.154331 \\
 0.014807 \\
 0.071677
 \end{array}$$

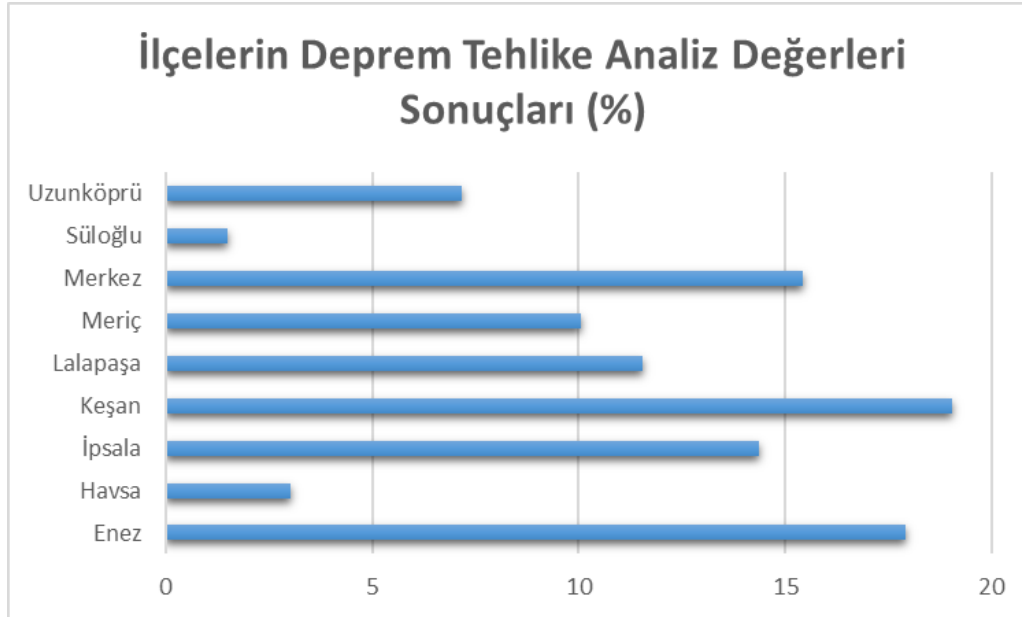
Şekil 9. 4 kriterden elde edilen matris işlemi.

İLÇE ADI	SONUÇ	
Enez	0.179113925	17.91139248
Havsa	0.0302443	3.024429973
İpsala	0.143673334	14.3673334
Keşan	0.190317994	19.03179945
Lalapaşa	0.115374346	11.53743456
Meriç	0.100461657	10.04616566
Merkez	0.154330624	15.4330624
Süloğlu	0.014806804	1.480680387
Uzunköprü	0.071677017	7.167701696

Şekil 10. Normalize edilmiş matris değerleri.

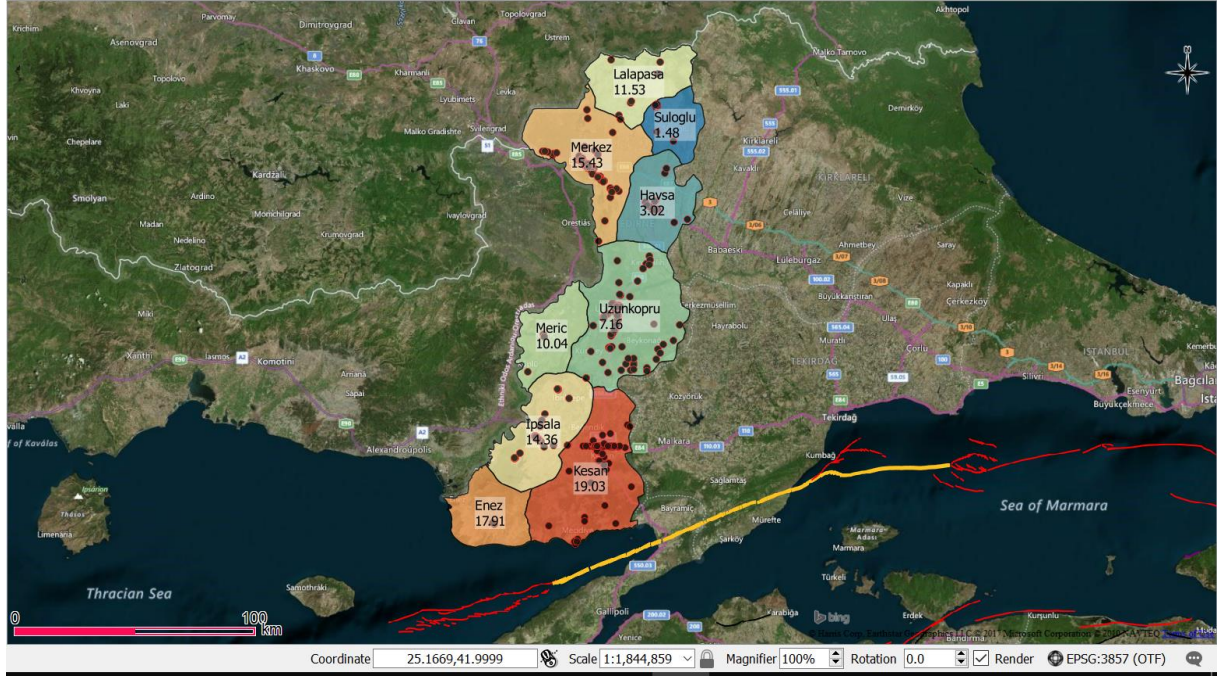
Gelişen teknoloji ile birlikte deprem tehlike durumunun kısa sürede doğru kararı verme çalışmaları deprem tehlike durumuna sebep olabilecek tüm verilerin coğrafi koordinatlarla ilişkilendirilerek, matematik, istatistik ve bilgisayar modellerine dayalı görsel harita veya grafiklerin oluşturulmasıyla mümkündür [30], [7], [31], [32].

Bu çalışma sonucunda Edirne ilinin güney bölgelerinde deprem tehlike analizinin yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. CBS ve AHP yönteminin deprem tehlikesi analizi çalışmalarında birlikte kullanılmasıyla olası risklerin ortaya çıkarılabilmesi mümkündür.



Şekil 11. Edirne ilçelerinin deprem tehlike analiz değerleri sonuçları.

Buna benzer çalışmalar Türkiye genelinde farklı bölgelerde de yapılmıştır. Özşahin [31] Tekirdağ ilinin genel olarak güçlü bir deprem hasar riski altında olduğunu CBS ve AHP yöntemini kullanarak ortaya koymuştur. Pektezel [32] yine benzer yöntemleri kullanarak Gelibolu Yarımada'sının deprem duyarlılığının yüksek olduğunu belirtmiştir.



Şekil 12. Edirne ilinde faaliyet gösteren sanayi firmalarının deprem tehlike analizi haritası.

IV. SONUÇ

Açık kaynak kodlu QGIS CBS yazılımı ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP yöntemi kullanılarak Edirne sanayisinin deprem tehlikesi analizinin yapıldığı bu çalışmada, Keşan ve Enez ilçeleri deprem tehlike değerinin yüksek, Süloğlu, Meriç ve Havsa ilçeleri ise deprem tehlike değerinin düşük olduğu ilçeler olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Keşan ve Enez ilçelerinde faaliyet gösteren 59 adet firmanın deprem tehlike değerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer çalışmaların, ülke genelinde deprem açısından daha riskli olan sanayi bölgelerinde yapılması gerekmektedir. Ayrıca, deprem dışında taşkın ve heyelan gibi doğal afetlere yönelik risk haritalarının da üretilerek sanayi bölgelerinin bütünlük risk haritalarının üretilmesi gerekmektedir. Bütünlük risk haritalarının ilgili kurum ve kuruluşla paylaşılarak başta deprem olmak üzere doğal afetlere karşı alınması gereken önlemlerin bir an önce hayata geçirilmesi olası can ve mal kayıplarını azaltmak için hayati önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma, Edirne Bilim, Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen ve Trakya Kalkınma Ajansı tarafından desteklenen “Edirne İlinin Sanayi ve Ar-Ge Yetenek Envanterinin Oluşturulması” adlı projeye ait verilerden türetilmiştir. Bu projede emeği geçen CVM Coğrafi Veri Modelleme San. ve Tic. Ltd. Şirketine, Trakya Teknopark çalışanlarına, Trakya Kalkınma Ajansı yetkililerine ve Edirne Bilim, Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü personeline teşekkür ederim.

V. KAYNAKLAR

- [1] R. Efe, A. Demirci *Türk Coğrafya Dergisi*. **(36)** (2001) 1-15.
- [2] W. A. Mitchell, N. Özgüç, *Geographical perspectives on political, social and economic aftershocks from the Marmara (NW Turkey) Earthquake Disaster of August 17, 1999*, **Association of American Geographers Annual Meeting**, Pittsburg, (2000).
- [3] İ.Y. Hacısalihoğlu, *Türkiye'nin Kentsel Gelişim Süreci ve 1999 Marmara Depremi*, Çantay Kitabevi, İstanbul, (2001).
- [4] E. Kotil, F. Konur, H. Özgür, *The economic impacts of gulf earthquake*, **International Kocaeli Earthquake Symposium**, Kocaeli-Turkey,(2007).
- [5] M. Utkucu ve Ö. Alptekin *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*. **14(1-2)** (2001)139-152.
- [6] C. Yalçın *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. **4(7)** (2016) 21-30.
- [7] C. Ayday, S. Sarıdöl, L. Sabah, N. Yaman, *Eskişehir ilçelerinin açık kaynak kodlu CBS ve önerici sistemleri kullanılarak deprem tehlikesi analizi*, **TMMOB Eskişehir İl Koordinasyon Kurulu TMMOB Eskişehir Kent Sempozyumu**, Eskişehir, (2014).
- [8] Edirne Tarım İl Müdürlüğü, *Edirne Tarım Master Planı, İl Tarım ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi*, 2005. <http://www.tarim.gov.tr/SGB/Belgeler/Master/edirne.pdf>, (15.03.2016).
- [9] T. L. Saaty *Interfaces*, **24** (1994) 19-43.
- [10] Y. Wind ve T. L. Saaty *Management Science*. **26(7)** (1980) 641-658.
- [11] M. Değerliyurt, *Kentsel gelişim ve deprem arasındaki ilişkinin incelenmesine bir örnek: İskenderun (Hatay)*, **2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı**, Hatay, (2013).
- [12] Y. Chen, J. Yu, K. Shahbaz, E. Xevi, *GIS-Based sensitivity analysis of multi-criteria weights*, **18th World IMACS / MODSIM Congress**, Cairns-Australia, (2009).
- [13] C. Yalçın *Verimlilik Dergisi*. **2017/2** (2017) 121-133.
- [14] MTA Genel Müdürlüğü, *Yerbilimleri harita görüntüleyici ve çizim editörü*, <http://yerbilimleri.mta.gov.tr>. (15.03.2016).
- [15] Ö. Emre, T.Y. Duman, S. Özalp, H. Elmacı, Ş. Olgun, F. Şaroğlu, *Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası Ölçek 1/1.125.000*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30, Ankara, Türkiye. ISBN:978-605- 5310-56-1, 2013.
- [16] A.M.C. Şengör *J. Geol. Soc. Lond*, **136** (1979) 269-282.

- [17] A.M.C, Şengör ve Y. Yılmaz *Tectonophysics*. **75** (1981) 181-241.
- [18] A.M.C. Şengör, N. Görür, F. Şaroğlu *Soc. Ecol. Paleontol. Mineral. Spec. Publ.* **37** (1985) 227-264.
- [19] A.M.C. Şengör, O. Tüysüz, C. İmren, M. Sakıncı, H. Eyidoğan, N. Görür, X. Le Pichon, C. Rangin *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. **33** (2004) 37-112.
- [20] A.A. Barka *Ann. Tectonicae*. **6**, (1992) 164-195.
- [21] Şaroğlu F, Emre Ö, Kuşcu I. “Türkiye Diri Fay Haritası”, M.T.A., Ankara, 1992.
- [22] C. Yaltırak, B. Alpar, ve H. Yüce *Tectonophysics*. **300** (1998) 227–248.
- [23] C. Yaltırak, ve B. Alpar *Mar. Geol.*, **190** (2002) 352-366.
- [24] Herece E, ve Akay E. “Kuzey Anadolu Fayı Atlası”, M.T.A. Yayını, Ankara, 2003.
- [25] E. Altunel, M. Meghraoui, H.S. Akyüz ve A. Dikbaş *Terra Nova*, **16** (2004) 198-204.
- [26] Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi, *Deprem Sorgulama Sistemi*, <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/>, (15.03.2016)
- [27] B. Akbaş, N. Akdeniz, A. Aksay, İ. Altun, V. Balcı, E. Bilginer, T. Bilgiç, M. Duru, T. Ercan, İ. Gedik, Y. Günay, İ.H. Güven, H.Y. Hakyemez, N. Konak, İ. Papak, Ş. Pehlivan, M. Sevin, M. Şenel, N. Tarhan, N. Turhan, A. Türkecan, Ü. Ulu, M.F. Uğuz, A. Yurtsever. ve diğerleri. *Türkiye Jeoloji Haritası*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını. Ankara, Türkiye.
- [28] D. Öztürk, F. Batuk Yıldız *Teknik Üniversitesi Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, **25** (2007) 86–98.
- [29] T. L. Saaty *Interfaces*, **24** (1994) 19-43.
- [30] Ş. Tağıl, Ç. Alevkayalı *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, **6(28)** (2013) 369-379.
- [31] E. Özşahin *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, **1(11)** (2014) 861-879.
- [32] H. Pektezel *International Journal of Social Science*, **36** (2015) 179-201.