

PALU ŞEHİRİ KURULUŞ YERİNİN JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER VE DOĞAL RİSKLER AÇISINDAN CBS İLE ANALİZİ

*Discussion with GIS in terms of Geomorphologic Characteristics and
Natural Risks of Palu City Establishment Site*

Dr. Öğr. Üyesi Fatma ESEN*
Dr. Öğr. Üyesi Vedat AVCI**

Özet

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde Elazığ İli'ne bağlı bir şehir olan Palu, köklü bir geçmişe sahiptir. Birçok medeniyete ev sahipliği yapmış olan şehir, kuruluş yerinin jeomorfolojik özelliklerinden ötürü tarihi süreç içerisinde istenilen gelişme ve büyümeyi gösterememiştir. Bu çalışmanın amacı Palu Şehri'nin kurulduğu alanın jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerinin açıklanması ve bu özelliklerin şehirselleşen alanla olan ilişkisinin değerlendirilmesidir. Bu amaçla ilk olarak MTA'dan 1/25 000 ölçekli jeoloji ve heyelan haritaları temin edilmiştir. Daha sonra Harita Genel Komutanlığından da 1/25 000 ölçekli topoğrafya haritaları alınmış ve araştırma alanına ait Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuştur. SYM kullanılarak yükselti, eğim ve bakı haritaları oluşturulmuştur. Analizde kullanılan parametrelere karşılık gelen litoloji, fay, heyelan, yerçekli, yükselti, eğim ve bakı katmanları ile şehir alanı çakıştırılmış, tüm katmanların alt sınıflarında yer alan şehrin alansal olarak miktarı tespit edilmiştir. Bu işlemler için ArcGIS 10.2 yazılımı 3D Analiz Modülü kullanılmıştır. Palu Şehri, Murat Nehri vadi tabanı üzerinde ve DAF Zonunda kurulmuştur. Toplam alanı 111,1 ha olan şehrin, 108,3 ha Kuaterner yaşlı alüvyonlar (%97,5), 2,8 ha'nı (%2,5) da Eosen yaşlı kırıntılar, karbonatlar üzerindedir. 837-900 m yükseltileri arasında uzanan araştırma alanının %63,5'i %5-15 eğim grubunda, %23,4'ü %0-5 eğim grubunda, %11,4'ü %15-25 eğim grubunda ve %1,7'si de %25 + eğim grubunda bulunmaktadır. Hâkim yön güney yön (%28,8), en az tercih edilen yön ise batı yöndür (%4). Şehir, zemin özellikleri bakımından gevşek ve yeraltı su seviyesinin yüzlekle olduğu bir alanda bulunmaktadır. Bu özellik olası deprem risklerinde tahribatı arttıracak bir etmen olarak belirmektedir. Ayrıca şehir, jeomorfolojik özelliklerden kaynaklanan taşkın ve kütle hareketleri riski altındadır. Palu Şehri'nde doğal risklerin önlenmesi için, şehirselleşen alandaki yüksek riskli bölgelerdeki yapılaşmanın durdurulması ve şehir alanının jeomorfolojik açıdan uygun alanlara doğru yönlendirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Palu Şehri, Jeoloji, Jeomorfoloji, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Doğal Risk.

Abstract

Palu, a city connected to the Elazığ Province in the Upper Euphrates Section of Eastern Anatolia Region, has a long history. The city, which has hosted many civilizations, has not been able to demonstrate the desired development and growth during the historical process due to its geomorphological characteristics. The purpose

* Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü; fatmaesen44@gmail.com

** Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü;

of this study is to explain the geological and geomorphological properties of the area where Palu City is founded and to evaluate the relation of these properties with the urban area. For this purpose, 1/25 000 scale geological and landslide maps were first obtained from MES. Later on, topographic maps of 1/25 000 scale were taken from the General Command of the Map and Digital Elevation Model (DEM) for the research area was created. Lithology, fault, landslide, landform, elevation, slope and aspect layers are overlapped with the urban area. The amount of the city in the subclasses of all the layers was determined. ArcGIS 10.2 software 3D Analysis Module is used for this process. Palu City, Murat River on the valley floor and in the DAF Zone. 108.3 ha of Quaternary alluvium (97.5%) and 2.8 ha (2.5%) of the city with a total area of 111.1 ha are on Eocene aged detritals and carbonates. 63.5% of the study area lying between 837-900 m elevations is in the 5-15% slope group, 23.4% is in the 0-5% slope group, 11.4% is in the 15-25% slope group and 1% , 7% in the 25% + slope group. The dominant direction is the south direction (28.8%), the least preferred direction is the west direction (4%). This feature appears to be a factor to increase the damage in possible earthquake risks. In addition, the city is at risk of flood and mass movements due to geomorphological features. For the prevention of natural risks in Palu City, the construction of the high-risk areas in the urban area should be stopped. In addition, the city area must be moved towards geomorphologically appropriate areas

Keywords: Palu City, Geology, Geomorphology, Geographical Information Systems (GIS), Natural Risk.

1. Giriş

Yerleşmelerin mekânsal olarak gelişebilmeleri büyük ölçüde fiziki çevrenin sunduğu imkânlarla bağlıdır. Özellikle jeomorfolojik özellikler, şehirlerin büyüme doğrultusu, sosyal bölgelerin oluşma kalıpları ve ulaşım hatlarının şekillenmesine etki etmek suretiyle şehir gelişimini etkilemektedir (Aliğaoğlu ve Uğur, 2010: 99). Bugüne kadar Türkiye’de birçok coğrafyacı tarafından (Erinç, 1958-1959; Erol, 1968; Keleş, 1986; Karabıyıkoglu, 1986; Bilgin, 1989; Turoğlu, 1998, Erginal ve Erginal, 2003 vb.) jeomorfolojik yaklaşımlar ele alınarak bunun kent planlamasındaki kaçınılmaz ve düzenleyici rolünün önemine değinilmiş olmasına rağmen, hala jeomorfolojik hususlar pek göz önünde bulundurulmamakta, özellikle jeolojik ve jeofizik uygulamalarla birlikte jeomorfolojik kriterler de ihmal edilmektedir (Erginal ve Erginal, 2003: 95).

Yerleşmelerin kuruldukları alanların coğrafi yapısı, ihtiyaç duyulan gereksinimlere cevap verebildiği müddetçe yerleşmeler gelişebilmiştir. Bu ihtiyaçların karşılanmaması veya bazı aksaklıkların oluşması, yerleşmelerin sınırlarını genişletmesine engel olduğu gibi kimi zaman sınırlarının ve sınırları içerisinde yaşayan nüfusun azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle yerleşmeler ile kuruldukları alanlardaki fiziki çevrenin uyumlu olması gerekmektedir. Özellikle jeomorfoloji ile toplumun sosyal gereksinimleri arasında olması gereken dengenin kurulması için, jeomorfolojik açıdan ortaya çıkmış veya çıkabilecek problemlerin tespiti, sınırlandırılması ve çözümlenmesi için gerekli kontrol, yöntem ve tekniklerinin uygulanması artık kaçınılmaz bir zorunluluk halini

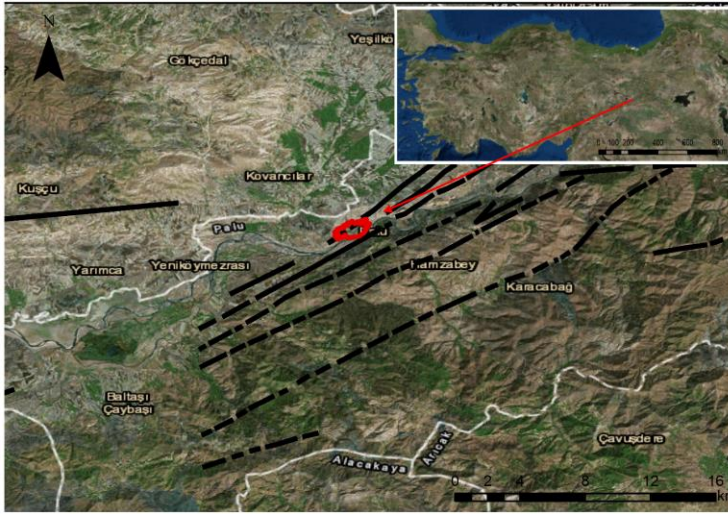
almıştır (Kurter, 1985; Turoğlu, 1993). Ancak bütün bunların yanında sorunlara öngörülü bir bakış açısıyla yaklaşılması, doğru bir planlama yapılması, gerekli çözüm önerilerinin yerinde ve zamanında uygulanması da göz ardı edilemez (Yılmaz vd., 1996; Keleş, 1985-1986; Ekinci, 2004; Özşahin, 2010).

Şehir, insan ve jeomorfoloji arasındaki araştırmalar son 30 yılda hızlı bir şekilde gelişmiş (Chengtai, 1999; Ekinci, 2004; Özşahin ve Değerliyurt, 2010) ve bu konuyla alakalı birçok yerli ve yabancı çalışmalar yapılmıştır (Foster, 1996; Custodio, 1997; Lerner, 1997; Morris vd., 1997; Foster vd., 1999; Chilton, 1997; 1999; Aureli, 2002; Erginal ve Erginal, 2003; Çavuş, 2007; Cürebal vd., 2008; Tonbul ve Sunkar, 2008; Özşahin, 2010). Yerleşme alanlarının seçimi, insan ve jeomorfoloji arasındaki ilişkinin en belirgin göstergesidir. Çünkü yerleşme alanlarının seçiminde jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerin göz ardı edilmesi olası doğal afetlerin oluşumunu ve etkisini arttıracaktır. Yine jeomorfolojik özelliklerin risk faktörü olarak fazla değerlendirilmediği durumlarda plansız ve çarpık kentleşme meydana gelmekte, bu durum hem doğal yapıya zarar vermekte hem de bazı jeomorfolojik sorunların oluşmasına da neden olmaktadır (Tonbul ve Sunkar, 2008; Özşahin, 2010).

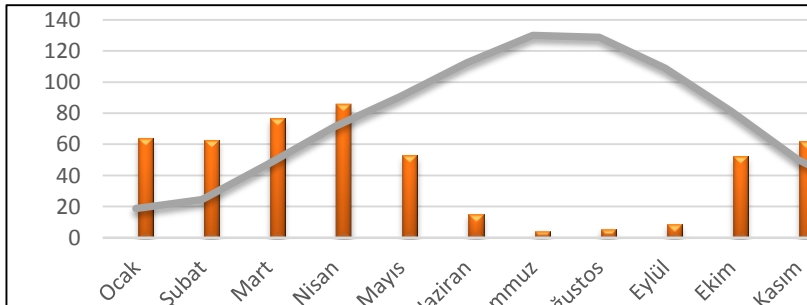
Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde Elazığ İli'ne bağlı bir şehir olan Palu, köklü bir geçmişe sahiptir. Birçok medeniyete ev sahipliği yapmış olan şehir, kuruluş yerinin jeomorfolojik özelliklerinden ötürü tarihi süreç içerisinde istenilen gelişme ve büyümeyi gösterememiştir. Bu çalışmada sahip olduğu tarihi değerler nedeniyle önemini hiç yitirmeyen Palu Şehri çalışma alanı olarak seçilmiştir. Şehrin kurulduğu alanın jeomorfolojik özellikler ve doğal riskler açısından ilişkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Palu Şehri'nin konumlanmış olduğu saha ile litoloji, tektonizma, yükselti, eğim, baki koşulları arasındaki ilişkisi sorgulanmış; bu korelasyonun her bir parametreye göre mekânsal dağılışı ile nedenleri açıklanmaya çalışılmıştır. Şehrin kuruluş yerinin analiz edilmesi sahada yapılacak olan ekonomik kalkınma, arazi yönetimi gibi plan ve projelerin uygulanabilirliğine ve başarılı şekilde sonuçlandırılmalarına katkı sağlayacaktır.

DAF zonuna yerleşmiş olan Murat Nehri Vadisi'nde kurulan şehir, 111,1 ha'lık bir alana sahiptir (Şekil 1). Murat Nehri, Eski Palu doğusunda tamamen DAF zonu boyunca açılmış epijenik bir boğaza (Genç-Palu Boğazı) yerleştiği halde, Eski Palu civarı ve daha batıda, içinde yer yer keskin menderesler çizdiği genişliği 750-1000 m arasında değişen tabanlı bir vadide akmaktadır (Tonbul ve Özdemir, 1994).

Karasal iklimin etkisi altında olan araştırma alanında, kışlar yağışlı ve soğuk, yazlar sıcak ve kurak geçmektedir (Şekil 2). Ocak ayı ortalama sıcaklık -0,3°C, Temmuz ayı ortalama sıcaklık 27,5°C, yıllık ortalama sıcaklık da 13,6°C'dir. Yağış en fazla ilkbaharda, özellikle Nisan (85,5 mm) ayında düşerken, en kurak ay Temmuz (4,3 mm) ayı olarak görülmektedir. Yıllık toplam yağış ortalaması 557,3 mm'dir.



Şekil 1: Çalışma alanının lokasyon haritası.



Şekil 2: Palu'nun aylık ortalama sıcaklık ve yağış grafiği (1964-2017, MGM verileri).

Palu ilk çağlardan beri bölgenin önemli bir yerleşim alanı olmuştur. M.Ö 5000 yıllarına ait bulgular mevcuttur. Tarih boyunca Sümerler, Hurriler, Hititler, Asurlular, Urartular, Persler, Romalılar, Sasaniler, Bizanslılar, Emeviler, Abbasiler gibi değişik kültürlerle sahne olmuş ve bu medeniyetlerin kültür hazinelerine beşiklik yapmıştır. Türk akınlılarının başlamasıyla bölgeye önceleri Çubukoğulları, Artukoğulları Beyliği ve Anadolu Selçuklu Devleti hakim olmuştur. Daha sonraları İlhanlılar, Dulkadiroğulları ve Akkoyunluların hâkimiyeti altına girmiştir. Çaldıran Zaferinden sonra Cemşid Bey'in yönetiminde Osmanlı Devleti topraklarına katılmıştır. Palu (Şimşat) Kalesi çevresindeki kalıntılardan Palu'nun zaman içerisinde, yerleşme alanının üç kez değiştiği anlaşılmaktadır. İlk yerleşme yeri bugünkü Palu'nun 1,5 km. kadar doğusunda yer alan kale içidir. Daha sonra genişleyerek kalenin eteklerinde yayılan Palu, yangın ve heyelan nedeniyle iki defa daha yer değiştirmiş ve 1953-1954 yıllarında bugünkü mevkiinde kurulmuştur (Foto 1) (<http://elazigkulturturizm.gov.tr>). Palu Şehri'nde 2017 nüfus verilerine göre 9235 kişi yaşamaktadır.



Foto 1: Palu Şehri 1953-1954 yıllarında bugünkü mevkiinde kurulmuştur.

2. Materyal ve Metod

Bu çalışma gerçekleştirilirken ilk olarak MTA'dan 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası temin edilmiştir. Jeoloji haritasından litoloji, tektonik ve heyelan veriler elde edilmiş, ilgili katman haritalarına dönüştürülmüştür. Daha sonra araştırma alanına ait sayısal topoğrafya haritalardan Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuştur. SYM' den faydalanarak yükselti, eğim ve baki haritaları elde edilmiştir. Tüm katman haritaları (Jeoloji, yükselti, eğim ve, baki haritaları) yeniden sınıflandırılmıştır. Yerleşme katmanı ile jeoloji, yükselti, eğim ve baki katmanları çakıştırılmış, tüm katmanların alt sınıflarında yer alan şehrin alansal olarak miktarı tespit edilmiştir. Bu işlemler için ArcGIS 10.2 yazılımı 3D Analiz Modülü kullanılmıştır.

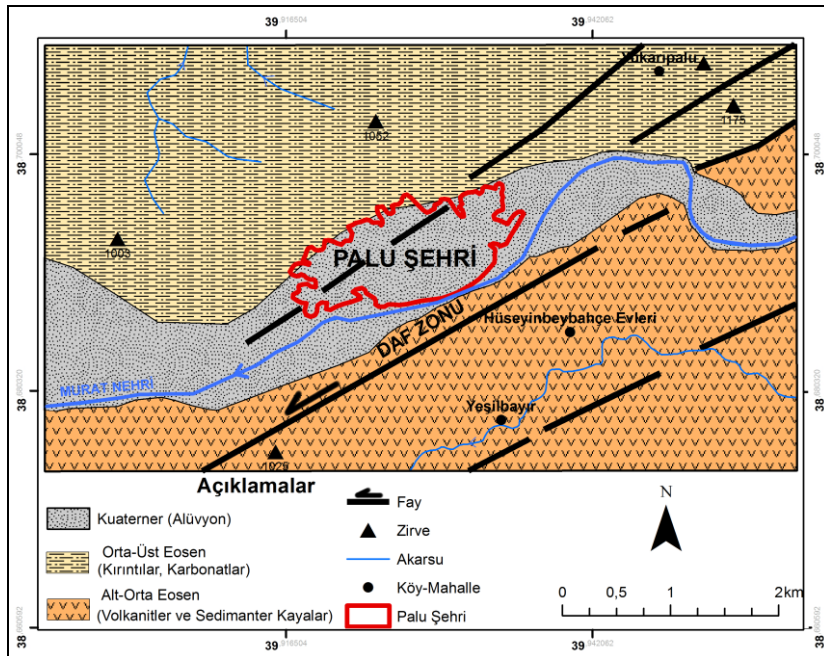
3. Bulgular

3.1. Jeolojik Özellikler

Palu Şehri ve yakın çevresinin litolojik birimleri üç farklı yapıda görülmektedir. Bunlar en yaşlıdan en gence doğru Alt-Orta Eosen yaşlı volkanitler ve sedimanter kayalar, Orta-Üst Eosen yaşlı kırıntılar ve karbonatlar ve Kuaterner yaşlı alüvyonlardır (Şekil 3). Kuaterner yaşlı genç birimler sahadaki vadi tabanı ve seki gibi alçak düzlükleri oluştururken, Eosen yaşlı birimler büyük ölçüde yüksek düzlüklere karşılık gelen plato alanlarını oluşturmaktadır. Şehrin %97,5'lik kısmı alüvyonlar üzerinde, %2,8'lik kısmı ise Orta-Üst Eosen yaşlı kırıntılar ve karbonatlar üzerinde bulunmaktadır (Tablo 1).

Genç oluşuma sahip ova, vadi tabanları ile birikinti yelpazelerinin bulunduğu alüvyal örtülü alanlarda zeminin gevşek ve yeraltı suyunun yüzeye yakın olması nedeniyle inşaatlarda oturma ve çökmeler olduğu gibi (Özdemir, 1996: 218) bu özellikler deprem etkisini de arttırmaktadır (Özdemir ve Karadoğan,

1996: 230). Araştırma alanı I. derece deprem bölgesinde yer almaktadır (Şekil 10). Bu alanda can ve mal kayıpları ile sonuçlanabilecek tahribat gücü yüksek deprem riski bulunmaktadır. Böyle bir sahada yerleşmelerin, depremlerin tahribat gücünü arttıracak Kuaterner yaşlı genç yapılar üzerinde kurulması son derece sakıncalıdır. Palu Şehri'nin kurulduğu alanın tamamına yakını (%97,5) Kuaterner yaşlı alüvyonlar üzerinde bulunmaktadır. Bu değerlendirmelerden de açıkça anlaşılacağı üzere araştırma alanı deprem açısından oldukça büyük bir risk altındadır.



Şekil 3: Palu Şehri ve yakın çevresinin jeoloji haritası (MTA'nın 1/25.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası ile Avcı ve Sunkar (2018)'den faydalanılmıştır).

Tablo 1: Palu Şehri'nde litolojik birimlerin kapladığı alan ve oranları.

Litoloji	Alan (ha)	Oran (%)
Kuaterner (Alüvyon)	108,3	97,5
Orta-Üst Eosen (Kırıntılar, Karbonatlar)	2,8	2,5
Toplam	111,1	100

Şehrin üzerinde geliştiği ikinci litolojik unsur Orta-Üst Eosen yaşlı birimdir. Bu litolojik birim genel olarak kalker, marn, kil gibi kayalardan oluşmaktadır. Bu birimin araştırma alanında dağılış gösterdiği alanların jeomorfolojik özellikleri de dikkate alındığında, yerleşmelerin kurulup gelişmesi açısından elverişsiz olduğu görülmektedir. Palu yakınlarında, Murat Nehri Vadisi'nde DAF'nin zayıf bir zon oluşturması, vadi yamaçlarında kilaşı, marn gibi instabil kayaların yüzeylemesi, Murat Nehri'nin içbükey yamaçları alttan oyması ve

kuvvetli yamaç eğimi gibi nedenler heyelanlara yol açmaktadır (Özdemir ve Tonbul, 1990). Araştırma alanı ve yakın çevresinde aktif heyelanlar en fazla Orta-Üst Eosen yaşlı birimler üzerinde gelişmiştir (Şekil 4). Bu heyelanların aynı zamanda fay hatları boyunca sıralanmış olması, heyelanların oluşumunda litolojinin yanı sıra fay hatlarının da etkili olduğunu göstermektedir. Sismik açıdan aktif olan bu fayların hareketi sonrasında geniş çaplı heyelanlar oluşmaktadır (Avcı ve Sunkar, 2018). Palu Şehri'nin üzerinde kurulmuş olduğu litolojik birimlerin her ikisi de yerleşmelerin kurulup gelişmesi açısından riskler ve olumsuz nitelikler taşımaktadır.

Palu Şehri, sismik açıdan son derece aktif olan DAF zonunda yer almaktadır (Şekil 3). Ülkemizin en önemli faylarından biri olan DAF, Arap-Afrika levhası ile Avrasya levhası arasındaki kıta-kıta çarpışması sonucu ortaya çıkmıştır. Karlıova-Antakya arasında KD-GB doğrultusunda uzanan fayın, toplam uzunluğu 580 km olup, sol yanal atımlıdır (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Şengör vd., 1985). Zaman zaman yıkıcı depremlerin meydana geldiği bu kuşakta can ve mal kayıpları olmuştur.

3.2. Jeomorfolojik Özellikler

3.2.1. Yerşekli

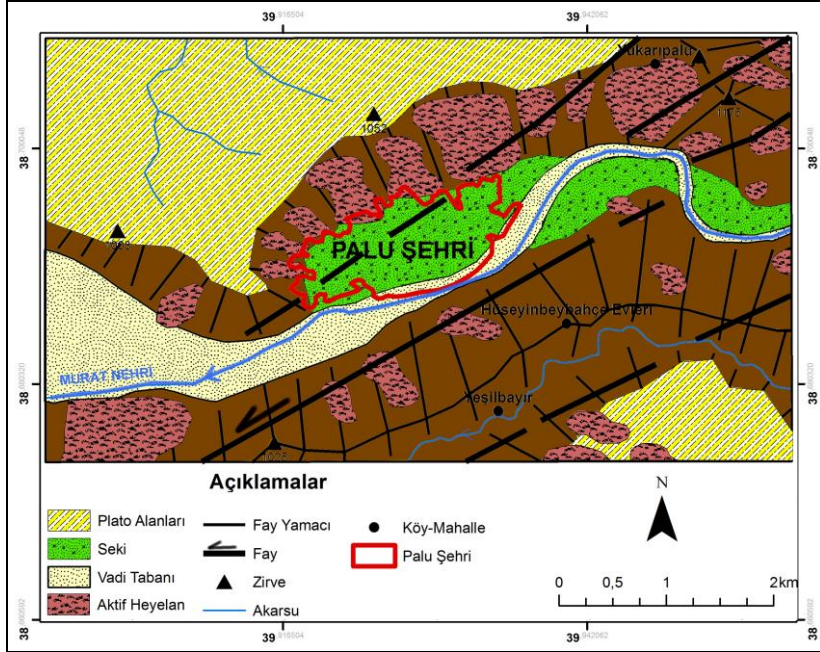
Yerleşmeler, büyük ölçüde bulundukları alanların coğrafi koşullarının sunduğu imkânlar doğrultusunda mekânsal olarak genişleyebilmektedir. Şehirlerin kuruluş ve gelişme mekânlarının seçimi ve şehrin yapısı üzerinde etkili olan en temel jeomorfolojik özellik yerşekilleridir (Erinç, 1973; Karagel ve Üçeçam Karagel, 2010; Özşahin, 2014). Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde bulunan araştırma alanı, bölgenin önemli akarsularından olan Murat Nehri'nin vadisinde kurulmuştur. Bölgenin genelinde olduğu gibi araştırma alanının da topoğrafik yapısını tektonik nedenlerle oluşmuş depresyon ile onu çevreleyen yüksek platolar ve dağlar oluşturmaktadır.

Palu Şehri'nin %85,6'lık kısmı seki, %8,2'lik kısmı da vadi tabanı üzerinde bulunmaktadır (Şekil 4, Tablo 2). Elazığ il genelinde olduğu gibi çalışma alanında da tarım açısından son derece kıymetli olan bu alüvyal düzlükler yerleşim alanlarına dönüşmektedir. Tarım alanlarının telafisi mümkün olmayacak şekilde tüketilmesi ülke ekonomisi açısından büyük bir kayıptır. Bununla birlikte dar bir boğazdan geçerek, çalışma alanının içerisinde bulunduğu geniş tabanlı vadi tabanına ulaşan Murat Nehri, sel ve taşkın bakımından potansiyel risk oluşturmaktadır.

Tablo 2: Palu Şehri'nde jeomorfolojik birimlerin kapladığı alan ve oranları.

Yerşekli	Alan (ha)	Oran (%)
Seki	95,1	85,6
Vadi Tabanı	9,1	8,2
Heyelan	3,3	3,0
Fay Yamacı	3,6	3,2
Toplam	111,1	100

Şehrin kalan kısmı, %3'lük oranla heyelan alanlarında, %3,6'sı da fay yamaçlarında bulunmaktadır. Fay hatlarında meydana gelen sismik hareketler bahsi geçen alanlarda gerek heyelan gerekse de kaya düşmesi gibi kütle hareketlerinin oluşmasına neden olabilmektedir. Tüm bu değerlendirmelerden de anlaşılacağı üzere Palu Şehri bütünüyle doğal afetler açısından riskli bir alanda kurulmuştur.



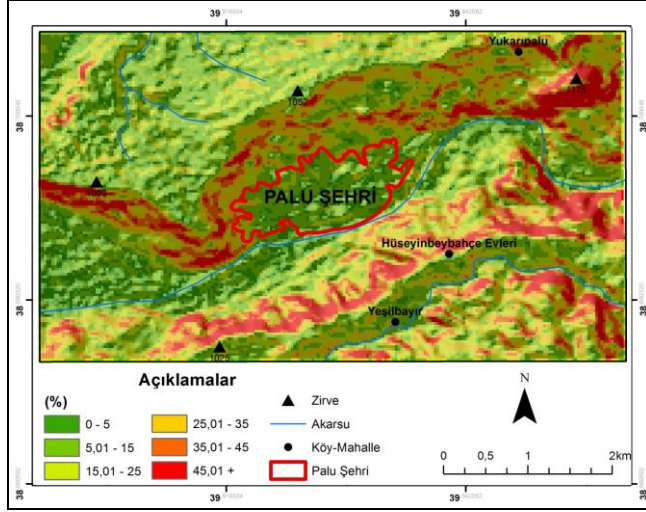
Şekil 4: Palu Şehri ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası (Aktif heyelan alanları Avcı ve Sunkar (2018)'den alınmıştır.)

3.2.2. Yükselti

Şehirlerin kuruluş ve gelişmesinde etkili jeomorfolojik özelliklerden bir diğeri de yükseltidir (Yalçınlar, 1967: 273) Özellikle ülkemizde yükselti artışı, iklim koşullarını insan yaşamını zorlaştıracak derecede sertleşmesine ve arazinin yarıлма derecesini artırarak parçalı bir görünüm kazanmasına neden olmaktadır (Özdemir, 1996: 212). Yükselti artışının neden olduğu bu olumsuz coğrafi koşullara bağlı olarak da tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yükselti arttıkça nüfus ve yerleşmeler azalmaktadır. Palu Şehri'nde çevresindeki yüksek alanların sahip olduğu olumsuz koşullardan ötürü vadi içinde kurulmuştur.

Palu Şehri'nin bulunduğu alanda en düşük yükselti 849 m, en yüksek yükselti değeri 907 m, ortalama yükselti değeri ise 868,8 m'dir. Şehrin tamamına yakını en düşük yükselti basamağı olan 837-900 m yükselti basamağında yer almaktadır (Şekil 5).

45 eğim grubunda bulunmaktadır (Tablo 3). Genel itibari ile düşük eğim değerlerinin hâkim olduğu şehirde, yüksek eğim değerleri fay ve vadi yamaçlarında görülmektedir (Şekil 6)



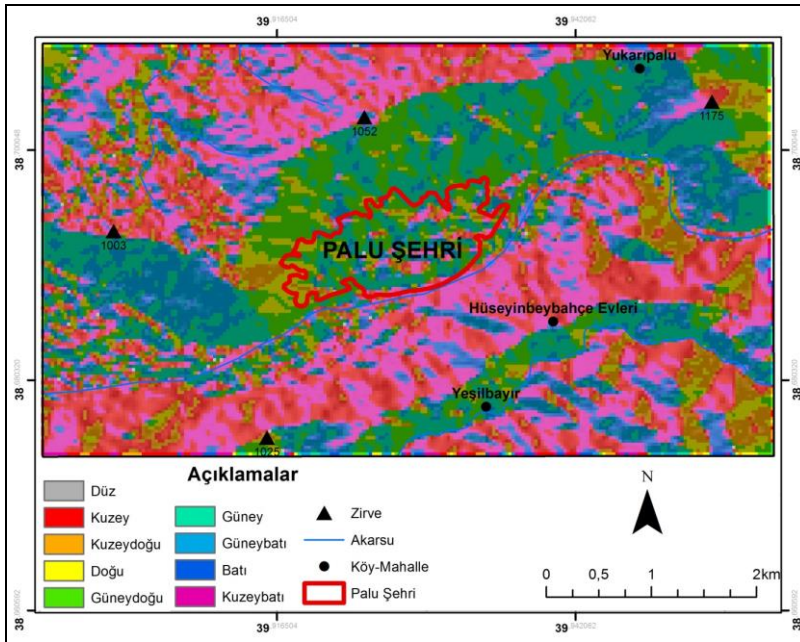
Şekil 6: Palu Şehri ve yakın çevresinin eğim haritası.

3.2.4. Bakı

Yerleşmelerin kuruluş ve gelişmesinde bakı koşulları önemli bir faktör olarak görülmektedir. Çünkü uygun bakı, yakıttan tasarruf sağlamakta, daha az kirlilik ortaya çıkarmakta, güneş enerjisinden uzun süre faydalanma olanağı sunmaktadır (Özdemir, 1996: 211). Araştırma alanının da hâkim yön güney yöndür (%28,8). Bunu sırasıyla güneydoğu (%24,7), doğu (%13,7), güneybatı (%9,9), kuzeydoğu (%6,6), kuzey, kuzeybatı aynı oranda (%12,1) ve batı (%4) yön takip etmektedir. Düz alanlar ise %0,1'lik oranla en az yerleşilmiş yön olarak görülmektedir (Şekil 7, Tablo 4). Şehrin güney sektörlü yönlerde yüksek oranda yayılım göstermesi morfolojinin uzanış doğrultusu ile bu yönün sunmuş olduğu elverişli koşullardan kaynaklanmaktadır.

Tablo 4: Palu Şehri'nde eğim gruplarının kapladığı alan ve oranları.

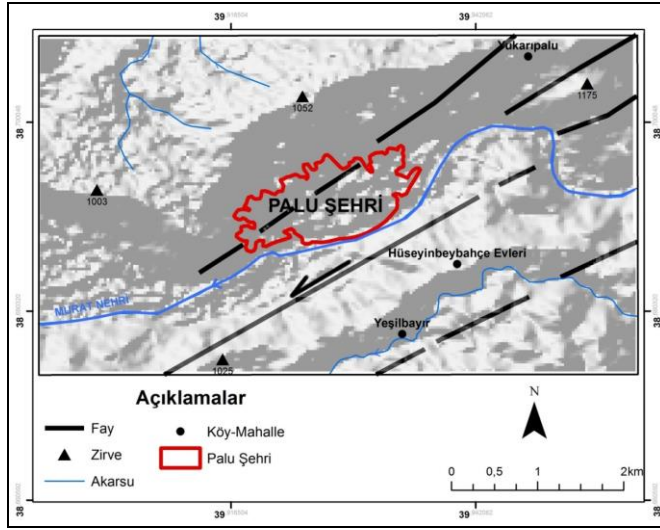
Yön	Alan (ha)	Oran (%)
Düz	0,2	0,1
Kuzey	6,9	6,2
Kuzeydoğu	7,1	6,4
Doğu	15,2	13,7
Güneydoğu	27,4	24,7
Güney	31,9	28,8
Güneybatı	11,0	9,9
Batı	4,5	4,0
Kuzeybatı	6,9	6,2
Toplam	111,1	100



3.3. Doğal Riskler

3.3.1. Depremsellik

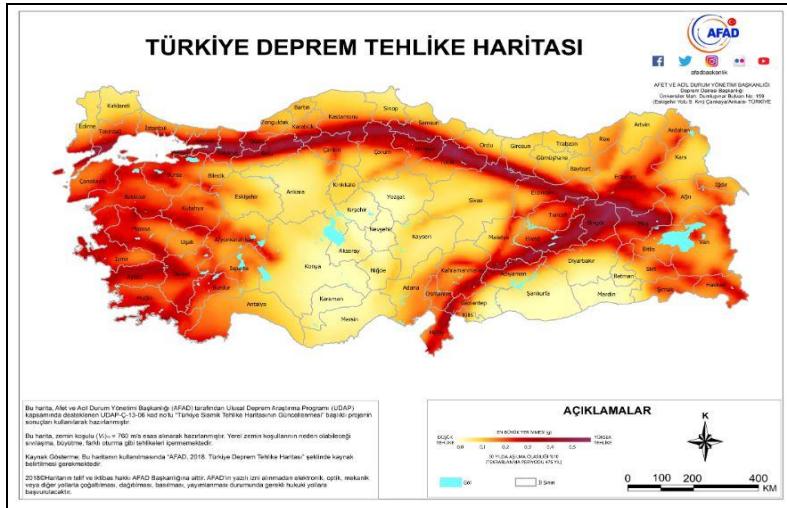
Araştırma alanı ve çevresinde birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalarda, geçmiş dönemlerde önemli depremlerin yaşandığı ve tektonik açıdan aktif olan bu sahada gelecekte de şiddetli depremlerin olabileceği ifade edilmiştir (Tonbul 1990; Özdemir ve Tonbul 1990; Tonbul ve Özdemir 1994; İnceöz ve İnce 1999; Mor, 2008; Sunkar, 2011). DAF zonunda tarihsel ve aletsel dönemde can ve mal kayıplarına neden olan çok sayıda deprem meydana gelmiştir. Araştırma alanına yakın olması açısından önem arzeden bazı depremler şunlardır: 22.05.1971 Bingöl, 25.03.1977 Palu, 01.05.2003 Bingöl depremleri, 08.03.2010 Okçular depremi. 1971 Bingöl depreminde 878, 1977 Palu depreminde 8, 2003 Bingöl depreminde 176, 2010 Okçular depreminde 42 kişi hayatını kaybetmiştir. (Sunkar, 2011: 26). Palu Şehri bu depremler esnasında depremlerden önemli ölçüde etkilenmiştir. I. Derece deprem kuşağında yer alan şehir, şiddetli deprem riski altındadır.



Şekil 8: Palu Şehri ve yakın çevresinin tektonik haritası.

3.3.2. Kütle Hareketleri

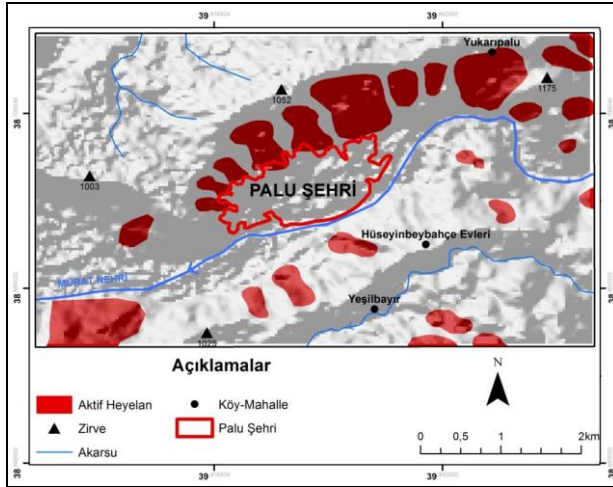
Palu Şehri ve yakın çevresinin yapısal, morfolojik ve iklim özellikleri kütle hareketlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Bitki örtüsünün büyük ölçüde tahrip edilmiş olduğu bu alanda iklim özelliklerine bağlı olarak, donma-çözülme olaylarının etkin bir şekilde belirmesi kütle hareketlerine neden olmaktadır (Özdemir ve Tonbul, 1990). Murat Vadisi'nde aglomera, kumlu ve çakıllı yamaç depolarının bulunduğu alanlarda devamlı bir enkaz akıntısı ve nakli olmaktadır (Atalay, 1974-1977).



Şekil 9: Türkiye deprem tehlike haritası (Deprem Dairesi Başkanlığı, Ankara).

Palu Kalesi'nin batısı, şehrin kuzey yamaçları heyelan alanlarına karşılık gelmekte olup, bu alanda görülen çamur akmaları, yarıлма ve kayma yapıları heyelanın aktif olduğunu göstermektedir (Tonbul ve Özdemir, 1994). Araştırma alanında heyelanların geniş yer tutması büyük ölçüde jeolojik özelliklerden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla yamaç veya şevlerin duraylılığını etkileyen en önemli parametrelerden biri litolojidir. Çünkü farklı litolojik birimlerin kayma gerilmeleri ve geçirgenlikleri birbirinden farklıdır. Bu nedenle her bir litolojik birimin kaymaya karşı duyarlılığı da farklı olmaktadır (Dağ, 2007). Ülkemizde tuf, kil ve marnlı yapılar heyelanların en fazla görüldüğü litolojilerdir. Buna karşın kalker ve bazalt gibi litolojilerde heyelanlar daha seyrek görülmektedir (Erinç, 2012). Palu Şehri ve yakın çevresindeki heyelanların Eosen yaşlı tuf, kil ve marnlı yapılar üzerinde dağılışı, bu genel özelliklerle uyumludur. Bunun yanında yamaçlarda yüzeye çıkan çok sayıda kaynak suyunun bulunması bu oluşumu kolaylaştırmaktadır (Özdemir ve Tonbul, 1990).

Fay hatlarına yakın alanlarda meydana gelen sismik hareketler kayaçlarda parçalanmaya neden olarak yamaç dengesini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle fay hatlarına yaklaştıkça heyelanlar artmakta, uzaklaştıkça azalmaktadır (Gupta ve Joshi, 1990). Araştırma alanındaki heyelanlar bütünüyle DAF zonu ile paralellik göstermektedir. Palu ile Bingöl arasındaki heyelanların büyük bölümünün aktif olması bölgede sık yaşanan depremlerle ilişkilidir (Avcı ve Sunkar, 2018: 21). Aktif heyelanların geniş yer tuttuğu araştırma alanında koruyucu önlemlerin alınmasına yönelik uygulama çalışmalarının yapılması gerekmektedir (Şekil 10).



Şekil 10: Palu Şehri ve yakın çevresinin heyelan haritası (Avcı ve Sunkar (2018)'den alınmıştır.).

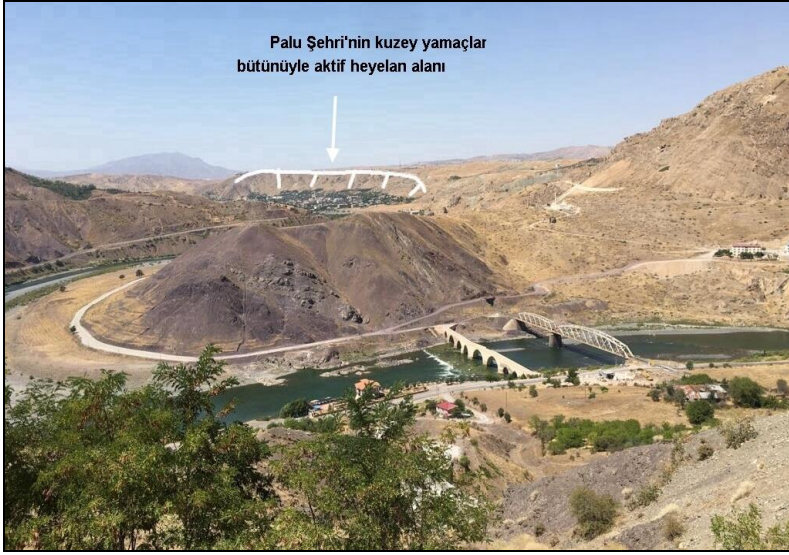


Foto 2: Murat Nehri Vadisi'nde kurulmuş olan Palu Şehri'nin kuzey yamaçları bütünüyle aktif heyelan alanlarıdır.

Palu Şehri'nin kuzeyindeki TOKİ konutları, heyelan riski yüksek alanda kurulmuştur (Foto 1). TOKİ konutları, zemine fazladan yük bindirerek zaten heyelan açısından aktif olan bu sahada olası heyelan oluşum riskini ve şiddetini arttırmaktadır. Zemin özellikleri dikkate alınmadan yapılan bu konutların bulunduğu alanda zeminin güçlendirilmesi gerekmektedir.

3.2.3 Sel ve Taşkın

Doğu Anadolu Bölgesi'nde yağış miktar ve şiddeti yıl içerisinde farklılıklar göstermektedir. Bölgede görülen şiddetli yağışlar yıkıcı sellere neden olabilmektedir. Bölgede olduğu gibi çalışma alanında da bu şiddetli yağışlar, zaman zaman ekonomik açıdan büyük tahribatlar oluşturan doğal afetler şeklinde görülebilmektedir. Palu Şehri ve yakın çevresinde orman örtüsü büyük ölçüde tahrip edilmiştir. Zeminin suya doymun olduğu dönemlerde, özellikle ilkbahar mevsiminde, düşen şiddetli yağışlar sellere neden olabilmektedir.

Araştırma alanında sel ve taşkınların görülmesinde birinci ve en önemli etken iklim özellikleri ile bitki örtüsüdür. İkinci önemli etken ise arazinin topoğrafik yapısıdır. Eğim değerinin düşük olduğu seki ve vadi tabanında drene olamayan yağmur suları sel ve taşkınlara neden olabilmektedir. Şehir yerleşmelerinin kurulduğu bu alanlarda bitki örtüsü tahrip edilmekte ve bu alanlar yağışın toprağa sızmasını engelleyen yol, bina, park vs gibi alanlara dönüştürülmektedir. Bu durum ise ani sellerin oluşma sıklığını arttırıcı bir unsur olarak belirebilmektedir. Şehrin özellikle Çarşı, Cumhuriyet, Numune ve Kültür mahallelerinde yağışlardan dolayı sık sık sel oluşmaktadır.

Sonuç

Köklü bir tarihe sahip olan Palu Şehri, günümüz itibari ile arzu edilen gelişmişliği gösterememiştir. Şehrin gelişimini sınırlandıran en önemli neden ise, kuruluş yerinin coğrafi potansiyelinin buna imkan vermeyişidir. Güneyden Murat Nehri ile sınırlandırılan şehir, kuzeyden heyelan alanları, doğu ve batıdan da yüksek fay yamaçları ile sınırlandırılmıştır. Bu sınırlar içerisinde, DAF zonu oluşturdğu depresyon içerisinde kurulmuş olan şehir, Murat Nehri'nin oluşturdğu seki üzerinden alüvyal vadi tabanına doğru gelişim göstermiştir. Bu nedenle Palu Şehri, jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerinden kaynaklanan doğal riskler altındadır. Bu riskler deprem, kütle hareketleri, sel ve taşkınlardır.

Palu Şehri'nde bugüne kadar meydana gelen doğal afetleri raporlamak dışında, afetleri önlemeyi amaçlayan ciddi bir plan veya proje hayata geçirilmemiştir. Anadolu tarihinin önemli bir kalesi olan Palu Şehri'nin gelişmesi ve güçlü bir şekilde varlığını sürdürebilmesi için acilen bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. Kısa sürede alt yapı eksikliklerinin giderilmesi, şehrsel alandaki dere yataklarının ıslah edilmesi, şehrsel alandaki riskli bölgelerdeki yapılaşmanın durdurulması, bundan sonra gerçekleştirilecek olan yapılaşmanın şehrsel alanı etkileyen doğal risk faktörleri göz önünde bulundurularak uygun şekilde yapılması gerekmektedir. Uzun vadede ise Palu çevresinde yerleşme için uygunluk analizlerinin yapılması sonucunda, şehrin planlama ve gelişimi için en uygun yerleşim yeri olarak belirlenen bir alanda şehrsel alanın gelişiminin devam ettirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Aliağaoğlu, A.. ve Uğur, A. 2010. *Şehir Coğrafyası*, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F.1972. Doğu Anadolu Fayı ile İlgili Gözlemler ve Düşünceler. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, 78, 44-50.
- Avcı, V. ve Sunkar, M., 2018, Palu (Elazığ) - Bingöl Arasında Doğu Anadolu Fay Zonu Üzerinde Görülen Heyelanların Litolojik Birimler ve Fay Hatlarıyla İlişkisi, *MTA Dergisi*, 157: 1-26.
- Atalay, İ. 1974-1977. Muş-Palu Arasındaki Murat Vadisi Boyunca Oluşan Kütle Hareketleri. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, 20-21, 263-279.
- Aureli, A. 2002. What's Ahead in UNESCO's International Hydrological Programme (IHP VI 2002-2007). *Hydrogeology Journal*, 10: 349-350.
- Bilgin, A. 1989, Yerleşme Alanlarının Seçiminde Jeomorfoloji. *Jeomorfoloji Dergisi*. Ankara.
- Chengtai, D. 1999. *Urban Geomorphology*. China: Southwest China Normal University Press.
- Chilton, J. (ed.). 1999. *Groundwater in the Urban Environment: Problems. Process and Management*, A. A. Balkema.

Custodio, E. 1997. Groundwater Quantity and Quality Changes Related to Land and Water Management Around Urban Areas: Blessings and Misfortunes. In Chilton Et Al. (Eds.) *Proceedings of The 27th IAH Congress on Groundwater in The Urban Environment: Problems, Processes And Management*. Balkema, Rotterdam.

Cürebal, İ., Efe, R., Soykan, A. ve Sönmez, S. 2008. Balıkesir Kent Merkezi Yerleşim Alanı ile Jeomorfolojik Birimler Arasındaki İlişkinin CBS ve UA Yöntemleriyle Belirlenmesi. *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitapçığı* (20–23 Ekim 2008), Çanakkale.

Çavuş, C. Z. 2007. Çanakkale’de Kentsel Gelişimin Uzaktan Algılama ve GPS Ölçümleri ile İzlenmesi. *İ. Ü. Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 15,44–58.

Dağ, S. 2007. Çayeli (Rize) ve Çevresinin İstatistiksel Yöntemlerle Heyelan Duyarlılık Analizi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Doktora Tezi, 241 s (Yayımlanmamış).

Dipova, N. ve Cihangir, B. 2011. Antalya İli Yerleşim Alanının Depremselliğinin Araştırılması. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 35 (2), 93-114.

Ekinci, D. 2004. *Gülüç Çayı Havzasının Uygulamalı Jeomorfolojisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Erginal, A. E. ve Erginal, G. (2003). Çanakkale şehrinde yer seçiminin jeomorfolojik açıdan değerlendirilmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 9, 94–116.

Erinç, S. 1958. Bölge Sınıflandırılmasının Esasları. 2. *İskân ve Şehircilik Haftası Konferansları*, 69-84.

Erinç, S. 1959. Bölge Planı Nasıl Yapılır? . *İ.Ü.Coğrafya Enstitüsü Dergisi*. 5, 10, İstanbul.

Erinç, S. 1973. Türkiye: İnsan ve Ortam. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi* 18-19, 1-33.7.

Erinç, S. 2012. Jeomorfoloji I (6. Baskı). (Güncelleştirenler: A. Ertek ve C. Güneysu) Der Yayınları.

Erol, O. 1968. The Growth of Ankara City and the Geomorphology of its Site. *Colloque Intern.de Geog. Applique*. 231-245, Liege.

Foster, S. 1996. Groundwater Quality Concerns in Rapidly-Developing Cities. in: J.H. Guswa (Ed.), *Hydrology and Hydrogeology of Urban and Urbanizing Areas*, American Institute of Hydrology, St. Paul.

Foster, S., Morris, B., Lawrance, A. ve Chilton, J. 1999. Groundwater Impacts and Issues in Developing Cities: An Introductory Review. In Chilton, J. (Eds.) *Proceedings of the 27th IAH Congress on Groundwater in the Urban Environment: Selected Cities Profiles*, Balkema, Rotterdam.

Glover, C., Robertson, A.H.F., 1998. Neogen Intersection of the Aegean and Cyprus arcs: Extensional and Strike-Slip Faulting in the Isparta Angle, SW Turkey. *Tectonophysics* 298, 103-132.

Kandilli Rasathanesi ve DAE Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi 2017. Basın Bülteni, İstanbul.

Karabıykoğlu, M, 1986. Mühendislik Jeomorfolojisi. *Jeomorfoloji Derg.* 14, 17-25, Ankara.

Karagel, H. ve Üçeçam Karagel, D. 2010. Devrek İlçesi'nde Yerleşmelerin Kuruluş Yeri Seçiminde Etkili Olan Coğrafi Faktörler. *e-Journal of New World Sciences Academy Nature Sciences* 5 (2), 76-97.

Keleş, N. 1986. Kent ve Bölge Planlamasında Jeomorfoloji. *Jeomorfoloji Dergisi*, 14, 7-11, Ankara.

Kurter, A. 1985. *Uygulamalı Jeomorfoloji*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Ders Notları, İ. Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü: İstanbul.

Lerner, D. N. 1997. Too Much or too Little: Recharge in Urban Areas. In Chilton Et Al. (Eds.) *Proceedings of the 27th IAH Congress on Groundwater in the Urban Environment: Problems, Processes and Management*, Balkema, Rotterdam.

MGM, 2017, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Palu Meteoroloji İstasyonu Meteorolojik Verileri.

Morris, B. L., Lawrance, A. R. ve Foster, S. D. 1997. Sustainable Groundwater Management for Fast-Growing Cities: Mission Achievable or Mission Impossible? In Chilton, J. Et Al. (Eds.) *Proceedings of the 27th IAH Congress on Groundwater in the Urban Environment: Problems, Processes and Management*, Balkema, Rotterdam.

Özdemir, M. A. ve Tonbul S., 1990. Kovancılar Ovası ve Palu Çevresinin (Elazığ Doğusu) Uygulamalı Jeomorfoloji Bakımından İncelenmesi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(2).

Özdemir, M. A. ve Karadoğan, S. 1996. Türkiye'de İl Merkezlerinin Coğrafi Mekânla İlişkileri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 8 (2), 271-291.

Özdemir, M. A. 1996. Türkiye'de Büyük Yerleşme Alanlarının Seçimin-de Jeomorfolojik Esaslar. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 8 (2), 209-222.

Özşahin, E. ve Değerliyurt, M. 2010. Antakya-Serinyol (Hatay) Güzergâhındaki Alt Geçit Projesinin Uygulamalı Jeomorfolojik Açından Değerlendirilmesi. *I. Ulusal Karayolları ve Trafik Güvenliği Sempozyumu (6-8 Mayıs 2010)*, Ankara.

Özşahin E. 2010. Antakya'da (Hatay) Yer Seçiminin Jeomorfolojik Özellikler ve Doğal Risk Açısından Değerlendirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 13 (23), 1-16.

Özşahin E. 2014. CBS Kullanılarak Şehir ve Jeomorfoloji Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Tekirdağ Şehri Örneği. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, 93-122.

Sunkar, M. 2011. 8 Mart 2010 Kovancılar-Okçular (Elazığ) Depremi; Yapı Malzemesi ve Yapı Tarzının Can ve Mal Kayıpları Üzerindeki Etkisi, *Türk Coğrafya Dergisi*, 56, 23-37.

Tonbul, S. ve Özdemir, M. A. 1994. Doğu Anadolu Fayı'nın Palu Civarında (Elazığ Doğusu) Jeomorfolojik Birimlere Yansıması Üzerine Gözlemler. *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 3, 275-290.

Tonbul, S. ve Sunkar, M. 2008. Batman Şehrinde Yer Seçiminin Jeomorfolojik Özellikler ve Doğal Risk Açısından Değerlendirilmesi. *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitapçığı (20-23 Ekim 2008)*, Çanakkale.

Turoğlu, H. 1993. Mühendislik Jeomorfolojisinin Tanıtılması Ve Metodolojisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 28, 345-349.

Turoğlu, H. 1998. Sinop Şehri ve Çevresinde Arazi Kullanımı- Jeomorfoloji İlişkisi. *Türk Coğrafya Derg.*, 33, 519-528, İstanbul.

Yalçınlar, İ. 1967. Türkiye'de Bazı Şehirlerin Kuruluş Ve Gelişmesinde Jeomorfolojik Temeller. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi* 16

Yılmazer, İ., Kaya, Ş. ve Duman, T. Y. 1996. Yeraltı Yapıları Projelerinde Mühendislik Jeolojisi Çalışmaları. 49. *Türkiye Jeoloji Kurultayı 1996 Bildiri Özleri Kitabı*, 17.

<http://elazigkulturturizm.gov.tr.-> (en son erişim 15.09.2018)