

ERZURUM HAVZASI'NDA YERLEŞME VE ZEMİN İLİŞKİSİ
SETTLEMENT AND GROUND RELATIONS IN THE ERZURUM BASIN

Sevda KARACA¹
Hüseyin BAYRAM²

ÖZET

Zemin özellikleri ile yerleşme ilişkisinin incelendiği bu çalışmada çalışma alanı olarak belirlenen Erzurum Havzası, sıkışma ve gerilme tektoniğinin etkisi altında oluşmuş bir ovadır. Erzurum şehri fayların kontrolünde çökmüş olan ve çökmeye devam eden bu ovada bulunmaktadır. Şehir, Erzurum Ovası'nın merkezine doğru yayılma eğilimindedir. Erzurum'da jeolojik ve jeofizik zemin koşullarının binalarda kat sayısı her geçen gün artan yerleşmeler için ortaya çıkaracağı riski belirlemek ve buna dikkat çekmek üzere bu çalışma yapılmıştır. Çalışma hazırlanırken konuya bir dayanak oluşturması amacıyla literatür taraması ve arazi çalışmaları yapılmıştır. İlgili alanı esas alan zemin etüt raporları incelenerek sonuçlar değerlendirilmiştir. Erzurum'da yakın zamanda çok sayıda yeni yerleşme alanı kurulmuş ve kurulmaya devam etmektedir. Gelecekte şehrin genişlemesi öngörülen yönler ovanın en alçak bölgeleri olup faylanmaya bağlı olarak çökmüş, taban suyu seviyesi yüksek, metrelerce kalınlıkta alüvyal malzeme ile örtülü birinci sınıf tarım arazilerinden oluşmaktadır. Şehrin kuzeyinde Karasu Çayı boyunca yağmurların arttığı dönemlerde bataklık ve göllenmeler oluşmaktadır. Merkez ilçelerin her üçü de güncel ve eski alüvyonlar ile çökellerden oluşan, daha yaşlı arazileri örten kalın bir istif üzerinde bulunmaktadır. Zemin özellikleri düşünüldüğünde yeni yapılan binaların kat sayısının (10-17 kat) oldukça fazla olması ürkütücüdür. Oysa yerel zemin koşulları deprem sırasında meydana gelen yapısal hasarların farklı dağılışının en önemli sebebidir. Tarih boyunca meydana gelen depremlerde en fazla yıkımın gerçekleştiği sahalarda deprem kaynağına yakın yerler, binalarda yapısal hataların bulunduğu yerler ve yerel zemin koşullarının zayıf özelliklere sahip olduğu yerlerdir. Öyle ise Erzurum'da yeni yapılacak binaların yer seçimi ve inşaat teknikleri seçimi yapılırken yerel zemin koşulları büyük bir titizlikle dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Havza, Zemin, Yerleşme, Hasar.

ABSTRACT

Erzurum Basin, which is determined as the study area, is a plain formed under the influence of compression and stress tectonics. The city of Erzurum is located in this plain which has collapsed under the control of faults and continues to collapse. The city tends to spread towards the center of the Erzurum Plain. This study was carried out to determine the risk that ground conditions in Erzurum will cause for settlements whose number of floors increase day by day and to draw attention to this. While preparing the study, literature review and field studies were conducted to provide a basis for the subject. Ground survey reports based on the relevant area were examined and the results were evaluated. Recently a number of new settlement areas have been established and continue to be established in Erzurum. In the future, the city's envisaged directions are the lowest areas of the plain and are first class agricultural land which is collapsed due to faulting and high level of ground water and covered with alluvial material. In the northern part of the city, along the Karasu Stream marshes and ponds are formed when the snow melts and the rains increase. All three of the central districts are located on a thick stack of old and old alluviums and sediments.. Considering the floor characteristics, the number of floors (10 to 17 times) of the new buildings is quite scary. However, local soil conditions are the most important reason for the different distribution of structural damages during the earthquake. The areas where the most devastation occurred during the earthquakes occurred throughout the history are places close to the earthquake source, structural faults in the buildings and local ground conditions where there are weak characteristics. Therefore, local ground conditions should be considered with great care when choosing the location and construction techniques of the new buildings in Erzurum.

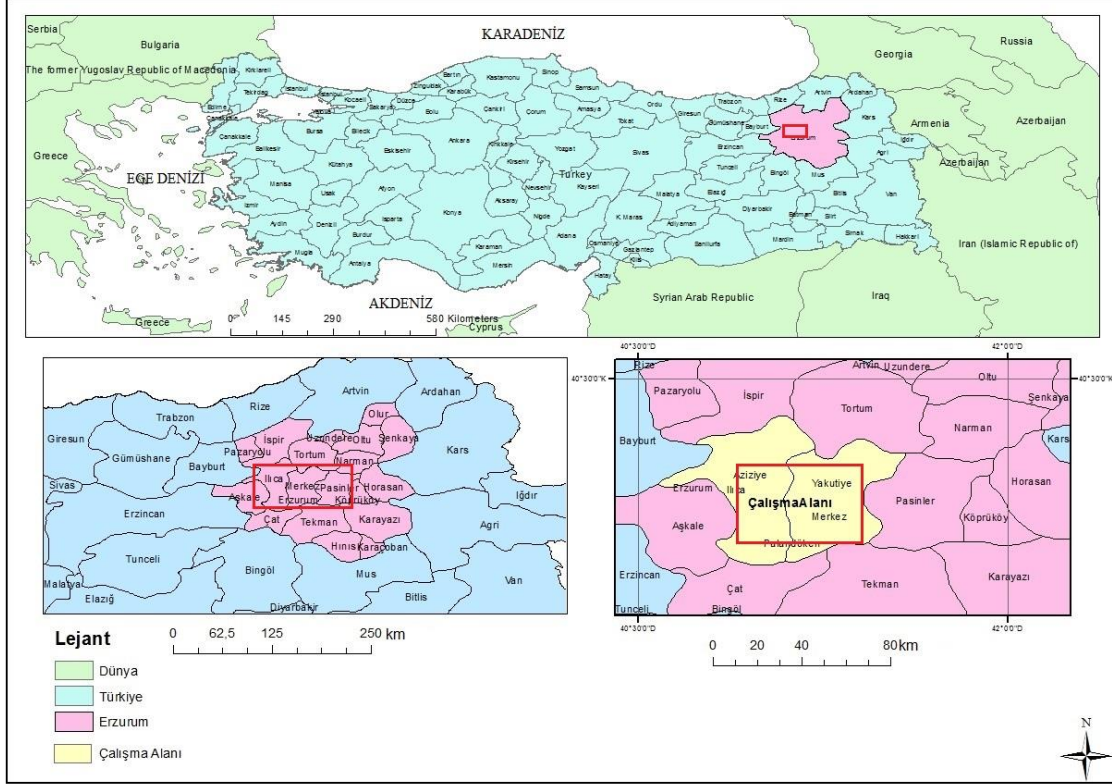
Key Words: Basin, Ground, Settlement, Damage.

¹ Dr. Öğretim Üyesi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi.sevdabayram-25@hotmail.com. ORCID ID: 0000-0001-9356-3440.

² Araştırma görevlisi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi. huseynbayrm1985@gmail.com. ORCID ID: 0000-0002-9337-4161.

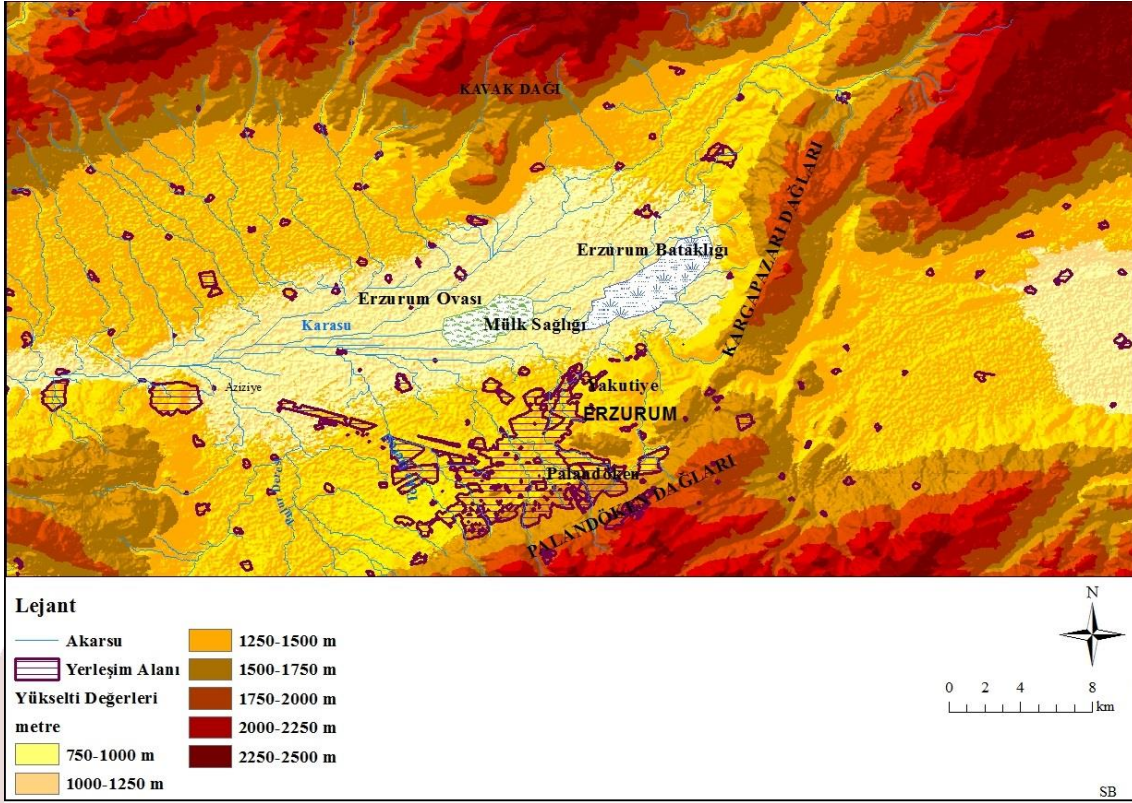
GİRİŞ

Şehirlerin nüfusunun her geçen gün artması, yeni yerleşim alanlarının kurulmasını zorunlu hale getirmiştir. Yeni yerleşmeler kurulurken yapılan planlarda yer seçimi ve belirlenen inşaat teknikleri daha çok ekonomik hedeflere hizmet etmektedir. Sahanın iklim, yüzey şekilleri ve zemin yapısı gibi insan yaşamı için riskler oluşturabilecek bazı coğrafi özellikleri göz ardı edilmektedir. Erzurum şehri özellikle bir takım jeolojik ve jeofizik özellikleri ile bu riskli bölgelerden biridir. Bu gerçekten yola çıkarak Erzurum Havzası'nda kurulmuş üç merkez ilçenin (Yakutiye, Palandöken, Aziziye) yerleşme zemin ilişkisi konu olarak esas alınmış ve incelenmiştir.



Harita 1: Erzurum Havzası'nın Konum Haritası.

Erzurum Havzası, çeşitli yönleriyle birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Çalışmamıza güçlü bir dayanak oluşturması açısından önceki çalışmalar değerlendirilmiştir. Sahanın oluşum ve gelişimini konu alan “Doğu Anadolu’da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri” (Şaroğlu,1986), “Karasu Havzası'nın (Erzurum) Tektonomorfolojisi ve Mekanik Yorumu” (Koçyiğit ve diğerleri, 1985), “Erzurum- Kars Platosunun Çarpışma Kökenli Volkanizmasının Volcano Stratigrafisi ve Yeni K-Ar Yaş Grupları Işığında Evrimi: Kuzeydoğu Anadolu” (Keskin, 1998), “Doğu ve Güneydoğu Anadolu Neojen Volkanitlerine İlişkin Yeni Jeokimyasal, Radyometrik ve İzotopik Verilerin Yorumu” (Ercan ve diğerleri,1990) gibi çalışmalar bugünkü tektonik yapının nasıl kazanıldığına ışık tutmaktadır. Erzurum şehrinin ilk kuruluş yeri, bu yerin özellikle hangi amaçla seçildiği ve hangi yönlerde geliştiği Beygu (Erzurum: Tarihi, Anıtları, Kitabeleri, 1936), Konyalı (Abideleri ve Kitabeleri ile Erzurum Tarihi, 1960) ve Kökten'in (Karaz Sondajı, 1943) eserlerinden takip edilebilmektedir. Şehrin Cumhuriyet dönemindeki yayılma süreci ise geçmişten günümüze yapılmış Erzurum planlarından izlenebilmektedir. Literatür taramasıyla birlikte üç merkez ilçede yapılmış nazım imar planına esas jeolojik-jeoteknik etüt raporlarının tablolar halindeki sonuçları analiz edilerek değerlendirilmiştir. Elde edilen tüm veriler rehberliğinde saha çalışması yapılmıştır. Erzurum’da mevcut eski yerleşmeler ile yakın zamanda kurulmuş yerleşmeler karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

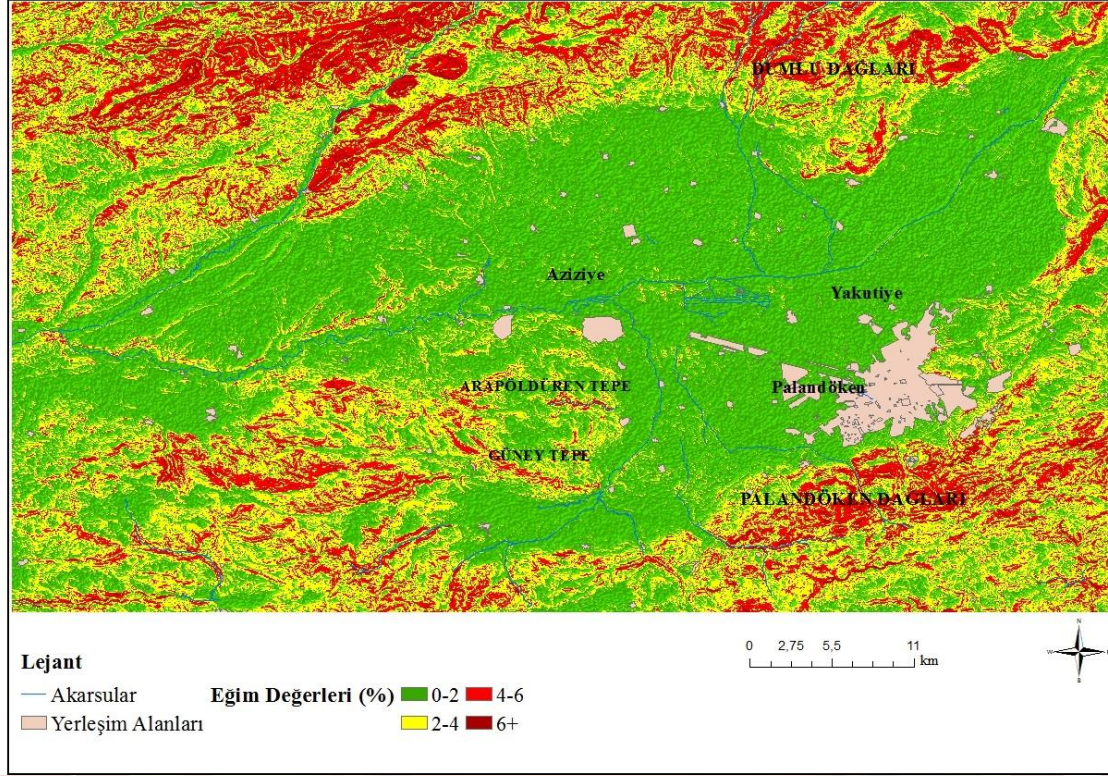


Harita 2. : Erzurum Havzası'nın Yükselti Değerleri Haritası.

Erzurum Havzası ile ilgili ulaşılan sonuçlar değerlendirildiğinde kenarları faylı ve üzerinde de fay hatlarının uzandığı bir ova olduğu anlaşılmaktadır. Ova geçmişte meydana gelmiş sıkışma ve gerilme tektoniğine bağlı olarak çökmüştür ve günümüzde çökmeye devam etmektedir. Tabanı metrelerce kalınlığında alüvyal malzeme ile kaplı olup çok sayıda kuru dere yatağı vardır. Taban suyu seviyesi yüzeye çok yakın olduğundan zemin sıvılaşma riski bulunmaktadır. Erzurum şehri mevcut tüm tehlikelere rağmen Erzurum Ovası'nın ortasına doğru yayılmaya devam etmektedir. Üstelik yeni kurulan yerleşmelerde dikey mimari ile on katı aşkın binalar artık sıradan hale gelmiştir. Yapılacak her bina için zemin şartları ayrı sondaj ve etüt çalışması gerekmektedir. Bu sebeple yapılan etüt çalışmalarının sonuçlarına göre en uygun zemin iyileştirme yöntemleri ve inşaat teknikleri uygulanmalıdır.

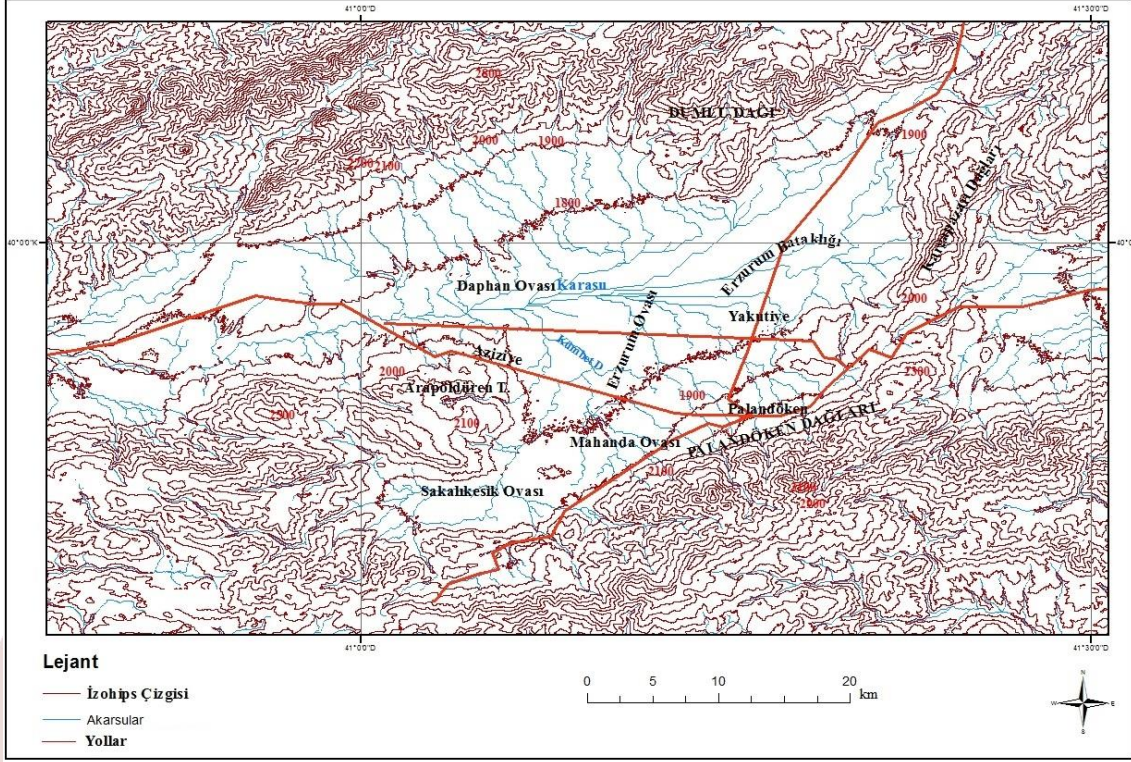
1. Erzurum Havzası'nın Konumu ve Genel Coğrafi Özellikleri

Erzurum ili Türkiye'nin kuzeydoğusunda 25000 km²'ik bir alanı sınırları içerisinde almaktadır. İlin yaklaşık % 65'i dağlıktır. Kuzeydoğu-güneybatı istikametinde iki önemli sıradağ ve bu dağların arasında kalmış depresyon zinciri arazisinin genel görünüşünü oluşturmaktadır. Kuzeyde Mescit Sıradağları (3239m), Dumlu Dağı (3169m) ve Kavak Dağı (2903m) uzanır. Güneyde ise Karasu-Aras silsilesine ait sıralar ile Palandöken Dağları (3176 m) bulunmaktadır. Bu dağlar arasında sıkışma tektoniğinin etkisiyle oluşmuş faylanmalara bağlı olarak çöken saha, bir oluk şeklinde uzanmaktadır. Daha sonra meydana gelen tektonizma ve volkanizma sebebiyle bu mevcut oluk bölünmüştür. Bugün Erzurum Ovası (490km²), Daphan Ovası (180km²), Pasinler Ovası ve Köprüköy-Horasan Havzası depresyon zincirinin halkalarıdır. Düz alanlar fazla yer kaplamaz. Bununla beraber kentsel yerleşmeler özellikle ovalarda kurulmuştur.



Harita 3. : Erzurum Havzası'nın Eğim Haritası.

Erzurum Havzası'nın etrafı dağlarla çevrilidir ve dışa akışlıdır. Erzurum Ovası, Daphan Ovası ile Dereboğazı-Sakalikesik Ovası havza içerisindeki düzlüklerdir. Havza'nın merkezinde yükselti 1800-1850 metre olup batıda, Ilıca civarında 1740-1750 metreye düşmektedir. Güneyde, Palandöken Dağları'na doğru 2100 metreye ulaşır. Merkezde eğim % 7-8 civarındadır. Havzada yıllık ortalama sıcaklık 5.9 °C'dir. Kar yılda 116 gün yerde kalır ve hakim rüzgar yönü güneybatı ile güneydoğudur. Yıllık ortalama yağış 453.9 mm olup en fazla yağış mayıs ayında, en az yağış ağustos ayında görülür. Erzurum Ovası, Erzurum Havzası'nın doğusunu ve güneyini oluşturur. Kuzeyde Dumlu Dağları ve Kavak Dağı, Doğuda Kargapazarı Dağları, güneyde Palandöken Dağları ile kuşatılmıştır. Batıda ise Daphan Ovası'na geçilir. Erzurum Ovası'nın, çevresindeki dağlarla olan sınırı faylarla belirlenmiştir. Ovanın üzerinde de faylar bulunmaktadır. Eğim doğrultusunda ovanın tabanına inen sızıntı suları yeraltı suyu seviyesini yüksek tutmaktadır. Özellikle ovanın kuzey kesiminde su tablasının topografya tarafından kesiliyor olması Kan Sazlığı ve Müdürge bataklığının oluşmasına sebep olmuştur. Hatta öyle ki karların eridiği, yağmurların arttığı mayıs ayında ovanın kuzeyinde göllenmeler olmaktadır. Karasu tarafından drene edilen yüzey suları ise taşıdıkları alüvyonu metrelerce kalınlıkta yığmış, ovanın ortasına doğru uzanan birikinti koni ve yelpazeleri oluşturmuştur. İşte Erzurum kenti bu birikinti yelpazeleri üzerine kurulmuştur.



Harita 4. : Erzurum Havzası'nın Topografya Haritası.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

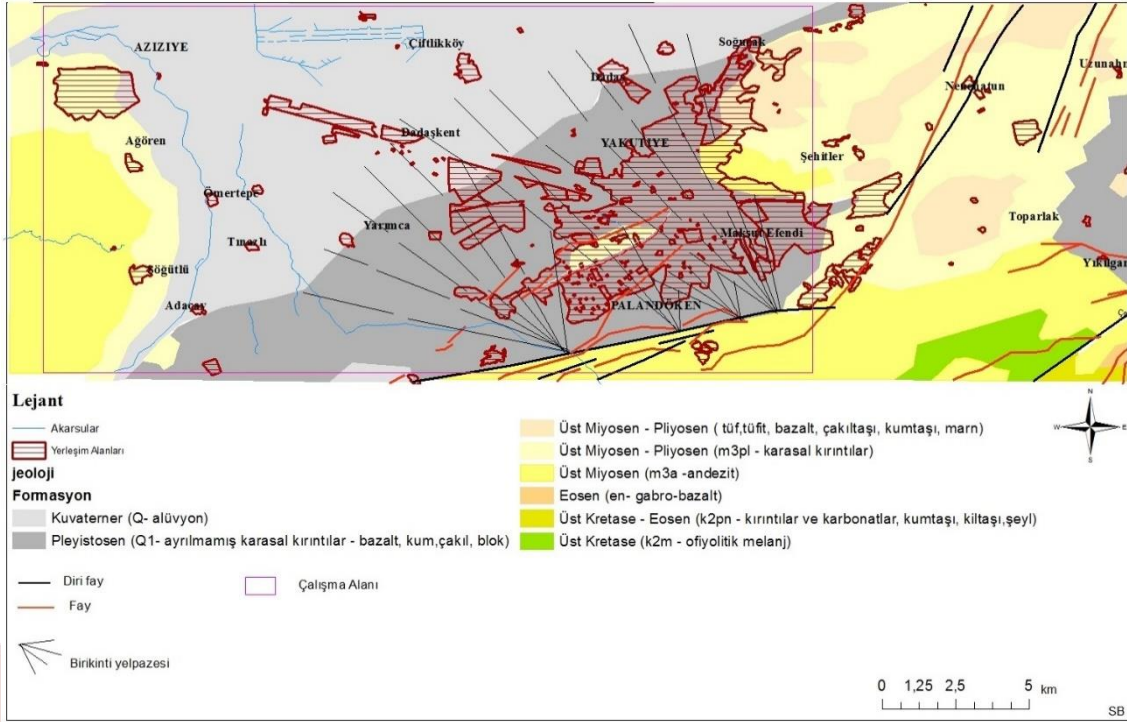
Amacı, üzerine yaşam alanları kurduğumuz zeminlerin jeolojik ve jeoteknik özelliklerini araştırarak yerleşmeye uygun olup olmadıklarını coğrafi bakış açısıyla ortaya koymak olan bu çalışmada Erzurum örneği incelenmiştir. Doğru sonuçlara ulaşabilmek için saha ve yakın çevresiyle ilgili yazılmış kitap, makale ve derlemelerden, oluşturulmuş harita, tablo ve raporlardan yararlanılmıştır. Haritaların oluşturulmasında ArcGIS programı kullanılmıştır.

Araştırmaya literatür taraması ile başlanmıştır. Konuya destek olacak bilgiler değerlendirilmiştir. DSİ, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü İle Büyükşehir Belediyesinden temin edilen topografya, jeoloji ve hidrojeoloji haritalarında mevcut veriler incelenmiştir. ArcGIS programında sahanın konum, topografya, yükselti basamakları, jeoloji ve eğim haritaları hazırlanmıştır. Yine Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü İle Büyükşehir Belediyesinden üç merkez ilçeye ait sondaj ve etüt raporları temin edilmiştir. Zemin özelliklerini belirleyebilmek için Erzurum 1/5000 ölçekli Nazım İmar Planına Esas Etüt Çalışması, Palandöken Belediyesi 1/1000 ve 1/5000 Ölçekli İmar Planına Esas Mikro Bölgeleme Etüt Raporu verileri ve Aziziye Revize İmar Planına Esas Jeolojik- Jeoteknik Etüt Raporu (2014) verileri incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Sayısal tablolar halinde verilmiş ölçüm sonuçları incelenerek bir araya getirilmiştir. Çeşitli zamanlarda alan araştırmaları yapılmıştır. Şehirde kurulmuş eski ve yeni yerleşmeler gezilerek yapılan gözlemler değerlendirilmiştir, fotoğraflar alınmıştır.

3. ERZURUM HAVZASININ JEOLÖJİK ÖZELLİKLERİ

3.1. Litolojik Yapı

Erzurum Havzası'nın bugünkü zemin yapısını anlayabilmek için Erzurum ve çevresinin jeolojik ve tektonik geçmişine bakmak gerekir. Sahanın oluşumunu ve gelişimini Paleotektonik ve Neotektonik dönem olarak iki devrede inceleyebiliriz. Paleotektonikte Erzurum ve çevresi karasal bir ortam değildir. Paleozoik yaşlı Akdağ/Karatastepe metamorfitlelerinden oluşan temel (gnays, amfibolit, şist, mermer) Tetis Okyanusu tarafından örtülmüştür. Jurada denizel ortamda volkanizma sonucunda, temel üzerinde Şahvet Ofiyolit Karmaşığı oluşmuştur (serpantin, peridotit, gabro). Kretase-Paleosen-Eosen aralığında Neotetis Okyanusu sahada hakimiyetini korurken tabanında gri-yeşilimsi gri kumtaşı, kilitaşı ve şeyller durulmuştur (Üzümpınar Formasyonu/Aziziye grubu).



Harita 5. : Erzurum Havzası Jeoloji Haritası.

Erzurum ve çevresi Orta Eosen sonuna kadar yine denizel bir ortam olup Üst Eosenden Miosen sonuna kadar (Neotektonik başları) deniz ilerlemesi ve gerilemesine sahne olmuştur (Koçyiğit ve diğerleri, 1985: 3-15). Bu ilerleme ve gerileme hareketleri devam ederken meydana gelen volkanik faaliyetler sonucunda Eosen yaşlı Yaylasırtı gabrosu ve Alibaba volkanitleri (bazalt) oluşmuştur. Denizel ortam şartlarının tekrar etkili olduğu Oligosende ise deniz tabanında çakıltaşı, kumtaşı, marn, yapraklı şeyl, kireçtaşı ve şeylden meydana gelen Ağcakoca formasyonu oluşmuştur. Denizin sahayı terk etmeye başladığı Oligosen-Miyosen aralığında sığ denizel ortam ürünü olan Haneşdüzü Formasyonu durulmuştur. Aynı döneme ait Ahlat Formasyonunun karasal kökenli çakıltaşından oluşması denizin yer yer sahayı terk ettiğini göstermektedir. Avrasya ve Arap levhalarının birbirlerine doğru hareket ediyor olması Doğu Anadolu'nun tamamında olduğu gibi Erzurum ve çevresinde de sıkışma tektonik rejiminin etkili olmasına neden olmuştur. Bu sıkışma rejimi nihayet Orta – üst Miyosende Bitlis Kenet Kuşağında Neotetis'in kapanmasına neden olmuştur ve saha karasal ortam niteliği kazanmıştır.

Erzurum Havzası'nda pliyosen yaşlı jeolojik birimlerin volkanik ara katkılı (tuf, tüfit, bazalt akıntıları) gölsel ortam ürünü çakıltaşı, kumtaşı, marn ve kireçtaşından oluşması bu dönemde sahada bir göl ortamının oluştuğunu, ayrıca volkanizmanın devam ettiğini göstermektedir (Gelinkaya Formasyonu). Aynı döneme ait gölsel birimlerin Pasinler- Horasan havzasında da mevcut olması (Çullu Formasyonu- Horasan Formasyonu) burada çok geniş alanlı bir göl oluştuğuna işaret etmektedir.

Havzada Pleistosen (Kuvaterner) hem gölsel birimler, hem akarsu çökelleri(kum-çakıl-blok) hem de volkanik ürünlerden oluşmaktadır. Bu dönemde kuzeydeki (Dumlu Dağları) ve güneydeki (Palandöken Dağları) dağlık sahalardan doğup havzanın ortasına doğru akan dereler taşıdıkları aşınım malzemesini dağların ovaya dokunduğu noktalarda yığarak birikinti koni ve yelpazelerinin oluşmasını sağlamıştır. Bu yamaç molozları ve birikinti yelpazeleri tutturulmamış çakıl, kum ve çamur depolarından oluşmaktadır. Holosen başlarından günümüze kadar göl tabanlarında ve akarsu vadileri boyunca biriken aşınım malzemesi ise Holosen birimlerini temsil emektedir.

3.2.Tektonik Yapı

Neotektonikte (Miyosen) Erzurum ve çevresinde etkili olan sıkışma rejiminin etkisiyle sahada D-B Doğrultulu kıvrım ve yüksek açılı bindirmeler, K-G doğrultulu açılma çatlakları, KD-GB doğrultulu sol yönlü, KB-GD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar ve bu faylar arasında çek-ayır (pull-apart) havzalar gelişmiştir. Senklinallere karşılık gelen D-B uzanımlı kenarları bazen bindirmeli, antiklinallere

karşılık gelen sırtlarla sınırlı dağ arası havzalar oluşmuştur. Çökeller ise bu havzalarda birikmiştir (Şaroğlu - Yılmaz, 1986: 73-94). Erzurum havzası Neotektoniğin başından itibaren vuku bulan bu tektonik ve volkanik hareketlerin etkisi ile oluşmuştur. Havzanın özellikle hangi sürecin etkisi altında şekillendiği ile ilgili bazı görüşler vardır. Şaroğlu (Şaroğlu, 1986:73 – 94) Erzurum-Pasinler-Horasan Havzası'nın Neotektonik başında doğrultu atımlı fayların etkiyle oluşmuş tek bir dağ arası havza olduğunu, volkanizma ve tektonik deformasyonlar sonucunda birbirinden ayırdığını ifade eder. Altınlı'ya göre (Altınlı, 1966: 2-24) Doğu Anadolu'daki ovalar Üst Kretase-Paleosen senkinal veya senklinoryumlardır (kilometrelerce uzanan büyük senklinaller) ya da bunlarla eksen alçalımlarının keşişmesinden vücuda gelmişlerdir. Bunların çöküntü alanı (graben) olduklarını ifade edecek belirtilere rastlanmamaktadır. Atalay (Atalay, 1978) Erzurum Ovası'nın tektonik bir depresyon olduğunu, havzayı çevreleyen dağların orojenik sisteme dahil olmadığını, blok tektonizması sonucu Erzurum Havzasının çöktüğünü, çevredeki volkanik kütlelerin yükseldiğini belirtmektedir.

Karasu Çayı Erzurum Havzası'nın sularını direne etmektedir. Bu sebeple bazı kaynaklarda Erzurum Havzası, Karasu Havzası olarak ifade edilmiştir. Örneğin Keskin (Keskin, 1998) Karasu Havzası'nın doğrultu atımlı fayların oluşturduğu bir pull-apart havza olduğunu, Koçyiğit ve diğerleri (Koçyiğit vd., 1985: 3-15) ise kenarları bütün olarak bindirme faylarla sınırlı olmadığından Karasu Havzası'nın bir dağ arası havza ya da graben olmadığını, bugün hala oluşumunu devam ettiren sol yanallı doğrultu atımlı faylanma havzası olduğunu ifade etmektedirler. Bütün bu çalışmalar ile sahada yapılmış sondajlar ve elde edilmiş jeolojik veriler ışığında söylenebilir ki Avrasya ve Arap levhalarının birbirlerine doğru hareketi nedeniyle var olan kuzey-güney yönlü bir sıkışma rejiminin etkisinde kalan Erzurum Havzası ve çevresi kıvrılmış, yer yer kırılmış, faylanmış ve yükselmiştir. Meydana gelen yükselmeler sebebi ile Orta Miyosende deniz sahayı tamamen terk etmekle beraber karasallaşan saha üzerinde devam eden yan basınçların etkisiyle oluşan hafif dalgalanmalar arasında lagüner ortamlar kalmıştır. Böyle ortamlardan biri olan Erzurum-Pasinler- Horasan Havzası'nda volkanitlerle ara katkılı lagüner ortam ürünleri çökelmiştir (Yastıktepe Formasyonu- karasal üst miyosen).Yine bu dönemde sıkışan kabukta açılma çatlakları oluşmuş bu çatlaklardan volkanizma vuku bulmuştur (Bingöl Dağı volkanitleri-Üst Miyosen, andezit, bazalt, piroklastikler, ignimbitler). Hem volkanizmanın hem de devam eden sıkışma rejiminin etkisiyle Palandöken, Dumlu (riyodasit-dasit) ve Kargapazarı (olivinli bazalt-andezit) kütleleri yükselmeye başlamıştır.

Pliyosen sonu-Kuvaterner başlarında Erzurum Havzası ve çevresinde kabukta sıkışma ve kalınlaşma devam etmiştir. Oluşan açılma çatlaklarından çıkışına devam eden volkanik ürünler (Çobandede Volkanitleri-bazalt, piroklastikler) mevcut sırtları beslemiş ve yükseltisi artan bu kütleler Erzurum-Pasinler-Horasan Havzası'nı birbirinden ayırmıştır. Palandöken Dağları (3176 m) Erzurum Havzası'nı Tekman Havzasından, Kargapazarı Dağları (2800-3000m) ise Erzurum Havzası'nı Pasinler Havzası'ndan ayırmıştır. Yan basınçların etkisiyle sıkışan sahada kırılmalar, doğrultu atımlı faylanmalar meydana gelmiştir. Bugün Erzurum Havzasının sınırlarını çizen doğrultu atımlı faylar böylece oluşmuştur.

Günümüzde havza ve çevresinde yapılmakta olan jeolojik ve jeofizik çalışmalar göstermiştir ki Erzurum Havzası her yönden kendisine etki eden faylarla kuşatılmıştır. Bu faylar devam etmekte olan sıkışma tektoniğinin eseridir ve havza bu fayların kontrolü altında çökmeye devam ederek oluşumunu sürdürmektedir. Pliyosen-Pleistosenden beri sıkışma – genişleme tektoniği denetiminde gelişimini sürdürmekte olan Karasu Havzası (50km uzunluğunda-28km genişliğinde) bir grabenden çok doğrultu atımlı faylanma havzası olup deprenselliği yüksek bir bölgedir (Koçyiğit vd., 1985: 3-15). Erzurum Havzası'nın sınırlarını belirleyen fay sistemleri aynı zamanda burada kurulacak akarsu sistemlerinin de istikametini belirlemiştir. Bugün havzanın en fazla çökmüş noktalarına KD-GB istikametinde yerleşmiş olan Karasu ve çevre yükseltilerden inerek ona kavuşan yan kollar Pliosen –Kuvaterner faylanmalarının denetiminde kurulmuştur. Karasuya güneyden karışan Pulur Çayı, Teke, Egerli ve Karapınar dereleri ve bunların alüvyon yelpazeleri Palandöken faylarının kontrolindedir.

3.3. Erzurum Havzası Zemin Yapısının Titreşim, Esneme, Şişme, Bozunum, Burulma, Sıkışma, Oturma, Sıvılaşma Ve Deprem Gibi Yatay Ve Düşey Kuvvetlere Karşı Dayanım Potansiyeli

Eğim değerlerinin % 0-40 arasında değişmekte olduğu Erzurum Havzası (1750-2100 m) üç merkez ilçe olan Yakutiye, Palandöken ve Aziziye ilçeleri sınırları içerisinde bulunmaktadır. Bu sebeple zemin özelliklerini belirleyebilmek için Erzurum 1/5000 ölçekli Nazım İmar Planına Esas Etüt Çalışması, Palandöken Belediyesi 1/1000 ve 1/5000 Ölçekli İmar Planına Esas Mikro Bölgeleme Etüt Raporu verileri ve Aziziye Revize İmar Planına Esas Jeolojik- Jeoteknik Etüt Raporu (2014) verileri esas alınmıştır. Raporlarda bildirilen verilere ulaşabilmek için 282 noktada sondaj, 405 noktada sismik ölçüm, 101 noktada mikrotrematör (sürekli ve çok küçük titreşimler) çalışma yapılmıştır.

Jeolojik ve jeoteknik raporlara göre 1.5-3.0 metre derinliklerde yapılan incelemelerde havza ortasında düşük ve yüksek plastisiteli killeri (CL-CH grubu) bulunduğu anlaşılmaktadır. Güneydoğu, güneybatı ve kuzeyde killi ve siltli kumlar (SM-SC-SW grubu) mevcuttur. Etek düzlüklerinde ise çakıllı birimler egemen olarak yer almaktadır. Gelinkaya formasyonunun yayıldığı alanlarda siltli kil ve ince kum (CL-ML) tespit edilmiştir. Plastisite değerlerine göre alüvyonlarda yüksek plastisite, plastik değil – az plastik değerleri çıkmıştır. Killi zeminlerde şişme potansiyeli düşük-orta derecededir (% 0-23).

Kayma ya da kesme dalgası hızları (V_s hızı) zeminin jeofizik özellikleri ile ilgilidir. Kayma dalgası hızları malzemenin şekil bozunumuna veya burulmaya karşı direnci varsa yüksek çıkar. Buna göre havzada hakim olarak C sınıfı (katı kil, silt, kum, çakıl, çimentolu tortul kayalar) ve D (yeraltı su seviyesi yüksek yumuşak kalın alüvyal tabakalar) sınıfı zemin bulunmaktadır. Bunlar en düşük direnç gösteren zemin gruplarıdır. Yerel zemin grupları ise Z_3 ve Z_4 sınıfı zeminlerdir. Eski alüvyonlar yeni alüvyonlara göre yüksek V_s hızları, düşük zemin büyütme ve düşük zemin hakim periyotları göstermektedir.

Boyuna dalga hızı ölçümlerine göre (V_p hızı) sıkışabilir zeminlerde (gevşek zeminlerde) P dalgası hızı düşük, sıkışması zor zeminlerde (kaya zeminler) yüksek çıkar. Sahadaki ölçüm sonuçlarına göre (V_p 300-1500 m/sn) eski alüvyonlarda ve Gelinkaya Formasyonunda zemin çok kolay ve kolay sökülebilir niteliktedir. Kaya zeminlerde ise orta-zor sökülebilirlik söz konusudur. Yine boyuna dalga hızına göre belirlenen zemin yoğunluk sınıflamasına göre saha düşük - çok düşük, orta ve bazı noktalarda yüksek yoğunluk değerleri göstermektedir.

Tablo 1: Erzurum Havzası'nın Yerleşme Ve Zemin Grupları.

Jeolojik formasyon	Yerleşmenin Adı	Yerleşmenin Alanı	Nüfus	Zemin grubu	Zemin sınıfı	Jeofizik Özellikler
Kuvaterner (Eski Alüvyon / Yamaç Molozu)	Yakutiye (Şehir merkezi)	29km ²	191.000	D	Z ₄	Yüksek Sıvılaşma Riski Yüksek oturma riski Orta ve yüksek deprem riski
Pliyosen - Çobandede Volkanitleri (bazalt, azlomera, tuf, ve proklastikler)	Yakutiye (Sanayi – Hilalkent)	13km ²		B	Z ₂	Dayanıklı Orta ve yüksek deprem riski
Miyosen (andezit)	Topdağ, Gaziler, Kurtuluş Mahalleleri	2km ²		B	Z ₂	Dayanıklı Orta ve yüksek deprem riski
Kuvaterner (Eski Alüvyon/ yeni Alüvyon/ Yamaç Molozu)	Palandöken (merkez)	20km ²	168.000	D	Z ₄	Düşük Sıvılaşma Riski Kabul edilebilir oturma riski Orta ve yüksek deprem riski
Pliyosen - Gelinkaya Formasyonu (silt, kum, kil, silttaşı ve marl)	Palandöken (Şehitler, Maksutefendi, Türbe)	2km ²		C	Z ₃	Çok Düşük Dayanıklı Stabilite Sorunu Orta ve yüksek deprem riski
Pliyosen - Gelinkaya Formasyonu (silt, kum, kil, silttaşı ve marl)	Aziziye (İlca)	7km ²	62.000	C	Z ₃	Çok Düşük Dayanıklı Stabilite Sorunu Orta ve yüksek deprem riski
Kuvaterner (Yeni Alüvyon – kil, silt, kum, çakıl)	Aziziye (Dadaskent)	2km ²		D	Z ₄	Yüksek Sıvılaşma Riski Yüksek oturma riski Orta ve yüksek deprem riski
Kuvaterner (Eski Alüvyon – kum, çakıl, blok)	Aziziye (Dadaskent)	5km ²		D	Z ₄	Yüksek Sıvılaşma Riski Yüksek oturma riski Orta ve yüksek deprem riski
Kuvaterner (Yeni Alüvyon – kil, silt, kum, çakıl)	Aziziye (Organize sanayi bölgesi)	6km ²		D	Z ₄	Yüksek Sıvılaşma Riski Yüksek oturma riski Orta ve yüksek deprem riski

Kayma modülü değerleri (Shear) zeminin makaslama gerilmelerine yani yatay kuvvetlere karşı direncini gösterir. Buna göre kayma modülü ne kadar yüksekse formasyonun makaslama gerilmelerine (yatay kuvvetlere, yatay deprem yüküne) karşı direnci o kadar fazla olur. Bu modüle göre Erzurum Havzası'nda

zemin çok zayıf-zayıf özelliktedir. Alüvyon birimlerin Kramere göre (1996) maksimum kayma modülü değerleri ise orta sağlam-gevşek zemin sınıfındadır. Bowles ve Kramere göre dinamik elastisite değerleri alüvyon birimlerin gevşek- orta gevşek zemin sınıflamasına işaret etmektedir. Yine elastisite modülüne göre zeminin dayanımı çok zayıf- zayıf çıkmıştır. Özellikle havzanın batısında en zayıf değerler olmakla birlikte az da olsa sağlam değerler veren noktalar da vardır.

Bulk (sıkışmazlık) modülüne göre zemini çepeçevre saran basınç altında sıkışmanın değeri bulunmaktadır. Yapılan ölçümlere göre hakim sıkışma oranı çok az – az – orta derecede olup birkaç noktada yüksek sıkışma değeri ölçülmüştür. Poisson oranı zemin ve kayaların suya doygunluk derecesi ile ilgili bilgi verir. V_p ve V_s hızları yardımı ile bulunur. Birimlerin gözenekliliğini ifade eder. Bu oran 0,5 e yaklaştıkça suya doygunluk artar. Kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerde V_s hızlarına göre yapılan sınıflandırmada havzada alüvyonlar ile Gelinkaya formasyonu gevşek ($p: 0,3$), çok gevşek ($p:0,4$) volkanik birimler ise katı ($p:0,1$) özellik göstermektedir.

Taşıma gücü, temel altında bulunan zeminin, herhangi bir yük altındaki kaymaya ve göçmeye karşı göstereceği zemin direncini ifade eder. Çalışma alanında yapılan ölçümlerde havza ortasında düşük taşıma gücü, havza kenarlarına doğru daha yüksek taşıma değerleri bulunmuştur. Havzada genel olarak taşıma gücü değerleri (SPT N) düşük çıkmıştır. Zeminde ince taneli kil-kum-silt olması nedeni ile oturma değeri normal değerlerin üzerinde çıkmıştır. Yapılan sondajlarda, iri ve ince taneli zemin birimlerinin yanal ve düşey yönde çok kısa mesafelerde değişim gösterdiği görülmüştür. Bu tür zeminlerde yapı temelinde farklı oturmalar meydana gelmektedir. Yapılar altında farklı oturmalar, toplu oturmalara göre daha fazla hasar oluşturmaktadır. Havzada ancak Palandöken İlçesi kesimindeki oturma miktarları kabul edilebilir düzeyde görülmektedir.

Deprem sırasında, zeminin titreşim özelliği ve buna bağlı olarak oluşabilecek hasarı tahmin edebilmek için mikrotremor ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarına göre havzanın ortasındaki güncel alüvyonlar orta tehlike düzeyi (B), kuzeydoğudaki çakıtaşı, kumtaşı, marn depoları düşük tehlike düzeyi (A), kuzeybatıdaki eski alüvyonlar orta tehlike düzeyi (B), ve güneydeki andezitler düşük tehlike düzeyi sınıfına girmektedir.

Enine dalga hızlarının boyuna dalga hızlarına nazaran çok büyük olması zeminde yer altı suyunun yüksek olduğuna işaret eder. Bununla beraber yapılan sıvılaşma analizi neticesinde havzanın 5 ve üstü büyüklükte depremlerde yüksek sıvılaşma riskiyle karşı karşıya bulunduğu anlaşılmaktadır. Zemindeki C-D grubu yeraltı suyu içeren kumlu kil türü formasyonlar, sıvılaşma kriteri içerisinde kalmaktadır. Havzada yeraltı su seviyesi 1,50 metre ile 9,00 metre arasında bulunmaktadır. Bu durum ovanın ortasına doğru yerleşmeyi çok ciddi bir şekilde tehdit etmektedir.

DSİ' nin dere ıslah çalışmalarından önce Palandöken Dağları'ndan ve Dumlu Dağları'ndan kaynağını alan birçok dere (Karnıyarık Deresi, Deremahallesi Deresi, Gavurbağazı Deresi, Kapıkaya Deresi, Şehir yolu Deresi) Erzurum şehir merkezinin kurulu bulunduğu alandan geçerek Karasu'ya ulaşmaktaydı. Bu sebeple dağların eteğinden ova ortasına doğru uzanan birikinti koni ve yelpazeleri, metrelerce kalınlığında tutturulmamış çakıl, kum, blok ve çamur depolarından oluşmaktadır. Bu özellikteki bir depo dağlardan inen kar ve yağmur sularını kolayca sızdırmaktadır. Sızan sular, ovanın ortasında en alçak noktalarda yığılmakta ve yer yer kaynak suyu olarak yüzeye çıkmaktadır. Bununla beraber Karasu ve kollarının, ovanın ortasına yığıldığı killi alüvyonlar burada geçirgenliği önlediğinden taban suyu seviyesi yüksek, drenajsız sahalar oluşmuştur. Karasu boyunca uzanan Mülk Sağlığı, Kan Sazlığı, Müdüрге Sağlığı, Müdüрге bataklığı ve göller mevki bu drenajı bozuk ağır bünyeli toprakların yığıldığı alanlardır.

Erzurum Havzası, European Seismological Commission' a göre (ESC) deprem açısından orta ve yüksek tehlikeli bölgeler sınıfındadır. Türkiye deprem bölgeleri haritasındaki verilere göre ise havza birinci ve ikinci derecede deprem bölgesidir. MTA'nın hazırlamış olduğu güncel fay haritası verilerine göre havza ve yakın çevresinde aktif fay zonları Erzurum-Tiflis Fay Zonu, Palandöken Fay Zonu, Aşkale Çizgiselliği ve Kandilli Fayıdır. DSİ genel müdürlüğünün su sondaj verileri göstermiştir ki ovadaki alüvyon kalınlığı dağ eteklerine doğru 50 metre civarında iken ova ortasında 200 metreye ulaşmaktadır. Bu noktalarda faylar kalın alüvyon çökelleri altında gömülü kalmıştır.

Erzurum Fay Zonu, sol yönlü doğrultu atımlıdır. Erzurum'un doğusundan başlayarak Erzurum, Dumlu, Tortum, Narman, Horasan fayları ile devam eder. Bu faylar KD-GB istikametinde genişliği yer yer değişen (8-25 km) kuşaklar halinde uzanırlar. Erzurum fayı, Erzurum-Taşoluk (Tortum) arasında 50 km boyunca uzanır. Enine profili Kargapazarı-Karasu Çayı arasında birbirine az çok paralel faylardan oluşan bir kuşak halinde olup (Şenyurt, Dumlu, Kargapazarı, Köşk, Karakale-Pertek Fayları) Erzurum Havzası'nı doğudan sınırlandırmaktadır. Kuşak içerisindeki Kargapazarı, Karakale-Pertek Fayları, Kargapazarı Dağlarını kesmektedir. Havzadaki başka bir fay sistemi olan Palandöken Fayı, Erzurum Havzası'nın güney sınırını belirlemiştir. Havzanın doğusunda Akyıldırım Dağı mevkiinde Erzurum fay zonuna ait segmentlerle çakışır. KD-GB istikametinde, birbirine paralel ve boyları farklı uzunluktaki birçok fay, Palandöken Dağları'nı keserek kademeler halinde Erzurum Ovası'na doğru inmektedir. Bu faylardan bazıları (Börekli-Tepeköy-Tuzcu hattı) Yenişehir, Yıldızken ve Kiremitlik Tepe arazilerini keserek şehir merkezine kadar devam etmektedir. Erzurum Havzası'nın oluşumu ve gelişimini etkileyen başka bir kırık hattı Aşkale fayı ile ona dik uzanan Kandilli Fayıdır. Aşkale çizgiselliği olarak ifade edilen fay, Tercan-Eskipolat köyü (Aziziye) arasında KD-GB istikametinde, 57 km'lik bir uzunluğa sahiptir. Bu hat boyunca fay, Gelinkaya Formasyonunu da kesmiştir. Bu kuşak, havzanın kuzey-kuzeybatı sınırını belirlemiştir. MTA'nın hazırlanmış olduğu diri fay haritasında havzanın kuzeydoğusunda Umudum Mahallesi civarında da olası faylar belirlenmiştir.

Poisson olasılık dağılımına göre havzada M:6.0 büyüklüğünde deprem olma olasılığı 10 yıl içerisinde % 73, tekrarlama periyodu 8 yıldır. Bu değer, Magnitudü 6.5 olan bir deprem için 22 yıl, M:7.0 olan bir deprem için 64 yıl, M:7.5 olan bir deprem için 233 yıl bulunmuştur. Erzurum'da tarihsel ve aletsel dönemde meydana gelmiş depremler incelendiğinde görülmektedir ki saha sık sık ve şiddetli depremlere maruz kalmıştır. Bu depremler sırasında çok sayıda can kaybı olmuş, birçok ev ve resmi kurum binası yıkılmıştır. AFAD'dan elde edilen verilere, göre tarihsel dönemde kayda geçmiş 18 yıkıcı depremden en şiddetli olanı 1875 yılında gerçekleşmiştir ve X şiddetindedir (M: 7.3). 1852,1859 ve 1868 yılında olan depremler ise IX şiddetindedir. Bunlardan 1859 yılında meydana gelen depremde 15.000 kişi hayatını kaybetmiştir. Aletsel dönemde kaydedilen depremlerden en şiddetli olanları ise 13 Eylül 1924 (Erzurum-Köprüköy) ve 30 Ekim 1983 (Erzurum-Şenkaya) yılında meydana gelmiştir. Bunların şiddetleri M:6.8 ve M: 6.6 büyüklüğündedir. Elde edilen veriler göstermektedir ki Erzurum fayları M: 7 den büyük deprem üretme potansiyeline sahiptir.

4. ERZURUM'DA YERLEŞMENİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Erzurum ili sınırları içerisinde yerleşmenin ilk izlerine mağaralarda ve höyüklerde rastlamaktayız. Buralarda ulaşılan kalıntılar, sahanın Paleolitik çağdan beri yerleşmek için seçildiğini göstermektedir. Bu ilk yerleşmelerin konumlarının özellikle bir dere ya da çaya yakın bulunması yer seçimi ile ilgili önemli ipuçları vermektedir. İlk İnsanların geçim kaynaklarının tarım ve hayvancılık olması, etrafi tepelerle çevrili alüvyal düzlükleri çekici hale getirmiştir. İhtiyaç duydukları temiz su kaynağı, verimli tarım toprakları ve hayvanlarına taze ot bulabilecekleri yakın çevredeki yükseltiler yer seçiminde en önemli faktörler olarak ortaya çıkmıştır.

Paleolitik, ilk insanların yaşadıkları çağ olarak bilinmektedir. Erzurum ve çevresinde Paleolitik Çağ yerleşmelerine Hamamderesi mevkiinde ve Dumlu bölgesindeki Şıpşıp Mağarasında rastlanmıştır (Kökten, 1943: 165-169). Höyükler ise Erzurum Ovası'nda Karasu ve yan kolları boyunca sıralanmaktadır. Kaynaktan itibaren Akdağ, Güzelova, Değirmenler, Karaz, Pulur, Tilkitepe, Çiğdemli, Aşıklı, Alaca, Cinis ve Aşkale höyükleri bulunmaktadır. Höyüklerin özellikle Ilıca'da yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. Bugün Kahramanlar, Pulur, Çiğdemli ve Alaca köylerinde bulunan höyükler birbirlerine çok yakın mesafededir. Kalkolitik çağ insanların özellikle bu mevkileri seçmesinde elbette Karasu ve onun taşıyıp yığıldığı verimli topraklar çok önemli bir faktördür. Yakın çevrede hayvanları için bol ot bulabilecekleri tepelik alanlar da vardır. Engebeli olmayan bu araziler ulaşımı da kolaylaştırmıştır. İnsanlar bugün de yerleşmek için yine bu mevkileri seçmiştir. Öyle ise ilk insanların burada yerleşmesini sağlayan nedenler günümüz insanlarına da çekici gelmiştir.

Erzurum şehrinin kurulduğu ilk yer olduğu düşünüldüğünden Karaz höyüğün ayrı bir önemi vardır. Karaz Höyük Kahramanlar Köyü'nde (günümüzde mahalle olmuştur) bulunmaktadır. Höyük 16 metre yüksekliğinde, 200 metre genişliğindedir. Kalkolitik çağdan Bizans Dönemine kadar uzanan yapı katı tespit edilmiştir (Ceylan, 2008: 70). Höyükteki ilk yerleşme taş devri insanları tarafından kurulmuştur.

Erzurum çok eskiden beri ve bilhassa Ortaçağlarda uzak doğudan, Çin, Hind, Orta Asya ve İran'dan batıya gelen ticaret kervanlarının mühim bir uğrağı ve mübadele merkezi idi. Şarktan gelen ticari mallar evvelâ Akdeniz'e ve Basra körfezine, daha sonra Trabzon'a ve Karadeniz'e inmek için Erzurum'dan geçiyordu. Erzurum Osmanlıların İstanbul ve İzmir'den sonra en mühim gümrük merkezi idi. Osmanlı Devletine mühim gelir sağlıyordu (Konyalı,1960: 11). Tarihi boyunca Anadolu'da kurulan hangi milletin egemenliğine geçiyse doğu sınırından ve çevreden gelebilecek saldırıların durdurulabilmesi için önemli bir kale olma özelliğini korudu. Zaten ilk kuruluş amacı savunma ihtiyacından kaynaklanmıştı. Eski ticaret yolları üzerinde bulunan bu şehrin eteğinde kurulduğu Topdağı, güneyini kuşatan Palandöken Dağları, kuzeyini kuşatan Dumlu Dağları ve doğuda Kargapazarı Dağları, Güneybatıda ise Kiremitlik tepeleri doğal birer savunma hattı olarak uzanmaktadır. İlk kuruluş yeri belirlenirken savunma ihtiyacı, ticaret yollarının güvenliği esas alınmakla birlikte elbette buraya yerleştirilecek halkın su ihtiyacı, tarım ve hayvancılık yapabilecekleri verimli arazilere de sahip olması dikkate alınmış olmalıdır. Bu sahada 12-17 katlı binalar yapmayı düşünmediklerinden zeminde derelerin taşıyıp yığıdığı 200-300 metre kalınlığındaki alüvyal tabaka, yüksek yeraltı suyu seviyesi ile çevreyi kuşatan ve zeminden geçen çok sayıda fay bir önem taşıyordu.

1/25.000 ölçekli Erzurum topografya haritası ile Fuat Bey'in çizmiş olduğu haritadan anlaşıldığı üzere DSİ tarafından dere ıslah çalışmaları yapılmadan önce güneyden ve doğudan kaynaklanan dereler şehrin içinden geçerek Karasu'ya ulaşmaktaydı. Bu derelerden en doğuda olanı (Kapıkaya Deresi olabilir) Topdağı'ndan kaynağını almakta ve Kars Kapı yakınlarından şehre girmektedir. Gümüşlü kümbetin kenarından kuzeye yönelmekte olan dere Osmanlı zamanında kışlaların olduğu noktadan geçerek Kavak Kapı yakınlarından şehri terk etmekteydi. İkinci bir dere Palandöken'den kaynağını almakta, Hasan Bari ve cirit meydanı arasından şehre girmektedir. Kumlu Dere adı verilen bu dere Erzurum Kalesine doğru akmakta, burada yine palandökenlerden kaynaklanıp şehre ulaşan başka bir dere ile birleşmektedir. Yoluna devam eden akarsu Kan yolu yakınlarında şehri terk ederek Karasu'ya ulaşıyordu. Yine Palandöken'den kaynağını alan Deremahallesi Deresi Kiremitlik Tepelerin doğusundan şehre girmekte bugünkü Çaykara- Hastaneler caddesi mevkiinden geçerek İstanbul Kapı'nın önünden şehri terk etmekteydi. Şehrin batı sınırında akan dereler ise Karapınar (Kırkdeğirmenler)- Karnıyarık Dereleridir. Palandöken Dağları'ndan kaynağını alan bu iki dere Kiremitlik tepeleri ve Harput Kapı yakınından geçerek birleşmekte ve bugünkü Atatürk Üniversitesi yerleşkesinden geçerek şehri terk etmekteydi.

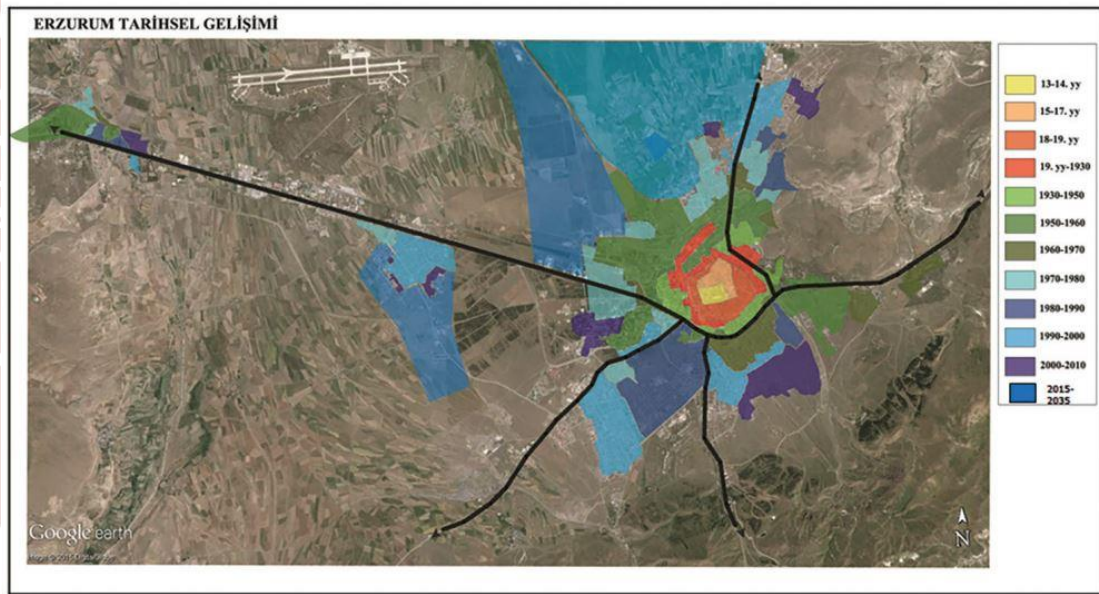
4.1. Erzurum Şehrinin Yayılma Süreci

Kurmay yarbey Fuat Bey'in hazırladığı harita ile Büyükşehir Belediyesinin hazırladığı Erzurum'un tarihsel gelişimi haritasının analiz edilmesinden ve arazi çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre Erzurum MS. 450 senesinde kurulduğunda iç kaleden ibaretti. Daha sonra kent bugünkü Tebriz Kapı, Gürcü Kapı, Erzincan Kapı ve Yeni Kapı arasında genişlemiştir. Şehrin kurulduğu bu alan Palandöken Dağları'ndan ovaya doğru akan derelerin oluşturduğu bir birikinti yelpazesidir. Taban pleistosen yaşlı karasal kıvrımlar, kum ve çakıl içeren eski alüvyonlardan oluşmuştur. Savunma ihtiyacı sebebi ile iç kale ve bu semtleri içine alacak şekilde bir sur yapılmıştır. Bu sur kabaca bir dikdörtgen şeklindedir. Yaklaşık 30 metre bir aralıktan sonra bu suru ikinci bir sur kuşatmaktaydı. MS 13-14. yüzyılda Erzurum'un yayıldığı alan bu surlarla çevrili iç kale ile surlar dışında halkın yaşadığı dış mahalleler şeklindedir. 15-17. yüzyıllar arasında ise şehrin kuzeydoğuya doğru, özellikle Gürcükapı istikametinde daha fazla geliştiği anlaşılmaktadır.

Surlar dışında kalan, halkın yaşadığı bölgeler çevreye doğru yayılmaya devam edince güvenlik sorunu ortaya çıkmıştır. Bu sebeple 16. yüzyılda bu bölgeleri içine alacak şekilde üçüncü bir sur yapılmıştır. Bu üçüncü surun duvarları bugünkü Kavak Mahallesi, Gez Mahallesi, Mumcu, Dere Mahallesi, Çırcır, Mahmudiye, Gavurboğan, Habıpefendi ve Abdurrahmanağa mahallelerini içine alacak şekilde uzanıyordu. 18-19. yüzyıllarda şehrin sınırları Batıda İstanbul Kapıya, güneybatıda Harput Kapı ve Kiremitlik Tepelerine, güneyde Toprak Tabya, Hasan Basri ve cirit meydanına, güneydoğuda Kars Kapıya, doğuda Topdağına kuzeyde ise Kavak Kapıya ulaşmıştı. Bu geniş alana dışardan gelebilecek saldırıları önlemek ve etkili bir karşılık verebilmek için zamanın savunma tekniklerine de uygun olarak toprak istihkamlardan oluşan dördüncü surun yapımı gerçekleştirilmiştir. Erzurum'un iç içe surlarla çevrili bu görüntüsü 19. yüzyılın ikinci yarısında değişmeye başlamıştır. Ateşli silahların ve topların gelişmesi surların savunmadaki öneminin kaybolmasına neden olunca zamanla büyük bir kısmı yıkılarak ortadan kalkmıştır.

Erzurum şehrinin cumhuriyet döneminde yayılış istikametlerini bu dönemde hazırlanmış olan şehir planlarından takip edebilmekteyiz. Bu kapsamda hazırlanan ilk plan Lambert Planıdır. Bu çalışmada J.H. Lambert, bahçeli siteler, aile evleri, çoğunlukla iki katlı konutların yer aldığı işçi ve esnaf mahalleleri, üç kat izni verilen yeni mahalleler, ticarethane ve konutların bir arada bulunacağı karma bölgeler planlamıştır. Sanayi bölgesinin kentin kuzeyinde olmasını önermiştir. Lambert Planı büyük ölçüde uygulanmıştır (Dursun, 2016: 147-159). Daha sonra yeni plan ihtiyacı ortaya çıkmış 1967 de Zeki Yapar tarafından şehrin planı hazırlanmıştır. Bu planda şehrin belli bir mesafe uzağında uydu kentler önerilmiştir (Gez Köy ve Ilıca civarında). Kentin gelişme alanı olarak bugünkü Yenişehir semti ön görülmüştür. Sanayi bölgesi Zeki Yapar planında da şehrin kuzeyinde gösterilmiştir. Ancak sonradan yapılan değişikliklerle sanayi bölgesi batıya, bugünkü konumuna taşınmıştır. Böylece kırsal bir yerleşme olan Gez Köyün yerleşime açılması kolaylaşmıştır. Erzurum Nazım Plan Bürosu 1981 yılında 1/25000 ölçekli Erzurum kent bütünü ve yakın çevresi nazım planı hazırlamıştır. Plana göre kentin sınırları kuzeydoğuda Dumlu, batıda Ilıca Kasabası ve bazı kırsal yerleşmeleri içine alacak şekilde genişletilmiştir (Dursun, 2016: 147-159). Sanayi bölgesinin Gez Köy yakınlarına alınması, verimli tarım arazilerinin bulunduğu taban suyu seviyesi yüksek güncel alüvyonlar üzerinde Gez Köy ve Dadaşkent adıyla yeni yerleşmelerin kurulmasına neden olmuştur.

Zeki Yapar planından sonra birçok plan yapılmıştır. Bunlardan 2011 yılında Plan Evi firması tarafından hazırlanan 1/5000 ölçekli nazım imar planı onaylanmış olup Erzurum'un kuzey, güney ve batı yönlerinde gelişmesi öngörülmüştür. Bu planda şehrin güneyine bir otoyol, kuzeydoğusuna bir ikinci sanayi bölgesi gösterilmiştir.



Harita 6: Erzurum'un Tarihsel Gelişimi. (Kaynak: Erzurum Büyükşehir Belediyesi)

Erzurum Büyükşehir Belediyesinin hazırlamış olduğu Erzurum'un tarihsel gelişimi haritasından anlaşılmıştır ki 20. Yüzyılda Erzurum şehri her yöne doğru genişlemeye devam etmiştir. 1930' a gelindiğinde şehre bugünkü Kavak Mahallesi civarı, kuzeyde tren hattı ve DSI'nin bulunduğu sahanın eklenmiştir. 1930-1950 arasındaki süre içerisinde şehir özellikle batıya ve güneye doğru gelişmiştir. Batıda Lalapaşa mahallesi, güneyde Muratpaşa ve Rabiaana mahalleleri, kuzeydoğuda Kurtuluş Mahallesi ve civarı bu dönemde şehre eklenmiştir. 1950-1960 yılları arasında Şehir kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı yönlerinde genişlemiştir. Atatürk Üniversitesi yerleşkesi, Ilıca, Ömer Nasuhi Bilmen Mahallesi, Kombina, Şükrüpaşa ve Maksutefendi mahalleleri bu dönemde kurulmuştur. 1970-1980'de Gezköy Organize Sanayi Bölgesi, Tortum yolu üzeri sanayi çevresi, Kazım Karabekir Stadyumu ve Üniversite yerleşkeleri şehre eklenmiştir. 1980-1990 döneminde Yenişehir semti, Kazım Yurdalan Mahallesi, Ilıca çevresi, 1990-2000 döneminde ise Dadaşkent, Yıldızkent, Kayakyolu, İbrahim Hakkı Mahallesi ve otogar şehre katılan yeni yerleşim alanları olmuşlardır. Yakın zamanda ise şehir (2000-2010) Üniversite, Dadaşkent ve Ilıca çevresine doğru gelişmiş, Hilalkent, Yunusemre ve Abdurrahmangazi semtleri kurulmuştur. Yapılan planlamalara göre gelecekte şehir batıya doğru

yayımla eğilimindedir. Özellikle Erzurum Teknik Üniversitesi ve çevresi ile Prf. Dr. İhsan Doğramacı Bulvarı boyunca Dadaşkent'in çevresine doğru genişlemesi ön görölmektedir.

Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren hazırlanan planlarda gelecekteki muhtemel nüfus tahmin edilerek yerleşme için uygun alanlar aranmıştır. Bu amaçla seçilen konumlarda sınırlayıcı tek etken topografik engeller olmuştur. Ulaşımın kolay sağlanabiliyor olması esastır. Bunlar dışında hiçbir coğrafî unsur önemsenmemiştir. Sıcaklık, rüzgar yönü ve şiddeti, sis, hava sirkülasyonu şartları, su kaynakları ve tarım arazilerinin korunması gereği bir tarafa, yerleşme alanlarının seçiminde zeminin jeolojik, jeofizik, tektonik ve sıvılaşma özellikleri göz ardı edilmiştir. Yapılan ilk planlarda kat sayısının 2-3 olması bu yaklaşımı makul gösterebilirdi. Ancak günümüzde yapılan binaların 10-17 kata ulaşması tehlikeli bir durumu da beraberinde getirmiştir.

SONUÇ

Erzurum şehri Erzurum Ovası'nda kurulmuştur. İlk kurulduğunda ovanın güneydoğusunda Topdağı'na yaslı korunaklı bir konumda iken bugün her yöne, özellikle batıya ve kuzeye hızla yayılmaya devam etmektedir. Gelecekte şehrin genişlemesi öngörölen yönler ovanın en alçak bölgeleri olup faylanmaya bağlı olarak çökmüş, taban suyu seviyesi yüksek, metrelerce kalınlıkta alüvyal malzeme ile örtölü, birinci sınıf tarım arazilerinden oluşmaktadır. Şehrin kuzeyinde Karasu Çayı boyunca ve Müdürge yakınlarında karların eridiği, yağmurların arttığı dönemlerde bataklık ve göllenmeler oluşmaktadır. Merkez ilçelerin her üçü de güncel ve eski alüvyonlar ile çökellerden oluşun, daha yaşı arazileri örten kalın bir istif üzerinde bulunmaktadır.

Nazım İmar Planlarına Esas Etüt Çalışmaları sonuçlarına göre Erzurum Havzası Ö.A-1-1 (sıvılaşma tehlikesi açısından önemli alanlar), Ö.A-5 (Mühendislik parametreleri açısından (şişme, oturma, taşıma gücü sorunlu alanlar), Ö.A-5.3 (yüksek yeraltı suyu seviyesine sahip sorunlu alanlar) Ö-A-2.1 (önlem alınabilecek nitelikte stabilite sorunlu alanlar) ve AJE alanları (ayrıntılı jeoteknik gerektiren alanlar) sınıfına dahildir. Havza, özellikle Aziziye ve çevresi yatay ve düşey kuvvetlere karşı zayıf dayanımlı olup yüksek oranda sıkışabilir, orta yoğunlukta, çok gevşek, muhtemel litoloji yeraltı suyu ihtiva eden kum ve kilden bir zemin niteliğine sahiptir.

Sıvılaşma tehlikesi açısından önemli alanlar, inceleme alanında morfolojik açıdan eğimin % 0-10 arasında olduğu, temeli kalın güncel alüvyal çökellerin oluşturduğu yerlerdir. Önlem alınmadığı takdirde sıvılaşma sorunlarının olabileceği bu alanlar jeoteknik açıdan oturma, çökme, taşıma gücü gibi sorunların yaşanacağı, Erzurum Ovasının 1750-1780 metre arasındaki orta-çukur bölgelerine karşılık gelmektedir. Karasu Çayına yakın kesimler, Pulur çayı, Teke Deresi, Büyükdere gibi derelerin ovaya boşalım yaptığı yelpazelerin uzak kesimleri bu alanları oluşturmaktadır. Buralarda zemin çok gevşek, suya doygun ve sıvılaşmaya karşı çok duyarlıdır. Erzurum Ovası'nın orta kesimlerinde genel olarak yeni alüvyon ve akarsu taşkın ovası alüvyonları, bataklık çökelleri yer alması, bunların yanal-düşey yönde çok sık geçişler göstermesi ve yer altı su seviyesinin yüzeye çok yakın olması bu alanlarda sıvılaşma riskini artırmaktadır. Bu sebeple sıvılaşma analizleri ayrıntılı olarak yapılmalı gerekli önlemler ve zemin iyileştirme yöntemleri uygulanarak sıvılaşma tehlikesi ortadan kaldırılmalıdır.

Erzurum Havzasında yapı temelleri sıvılaşabilir tüm zemin katmanlarını taşıyacak biçimde kazıklı temeller üzerine oturtulmalı, yüksek katlı yapılaşmadan kesinlikle kaçınılmalıdır. Hafif yapı malzemeleri kullanılmalıdır. Büyük boyutlu yapıların yapılması söz konusu ise sıvılaşmanın sebep olacağı taşıma gücü kaybını azaltmak için binalar bodrumlu yapılmalıdır. Çevre drenajının (atık su, yeraltı suyu, yer üstü suları) yeterli bir şekilde yapılması da çok önemlidir.

Erzurum Havzası'nda eğimin % 0-20 arasında olduğu, temel zemini Pliyosen yaşı Çobandede volkanitlerine ait aglomera, tuf, ve proklastikler ile Kuvaterner yaşı eski alüvyal çökeller, alüvyal yelpaze çökelleri ve yamaç molozu çökellerinin oluşturduğu, önlem alınmadığı taktirde oturma, zayıf taşıma gücü, yüksek zemin büyütmesi ve zemin hakim büyütmesinin beklendiği alanlar Erzurum şehir merkezi, güney, güneydoğu, batı, kuzeybatı ve kuzeyde Çobandede volkanitleri ile eski alüvyon çökellerinin yüzeylendiği alanlardır. Buralarda yeraltı suyu seviyesi 0-12 metre arasında değişmektedir. Alüvyal birimlerin hem yatay hem de düşey olarak çok kısa mesafelerde tane boyutu açısından heterojen bir yapıya sahip olması şişme, farklı oturma ve taşıma gücü problemleri ortaya çıkarabilir.

Yeraltı su seviyesi ovanın ortasına doğru yapılaşmayı çok ciddi şekilde tehdit edecek şekilde sığ iken dağ yamaçlarında daha derinlerde bulunmaktadır. Erzurum Ovasında açılan kuyuların genelinde yeraltı suyu yüzeye yakın seviyelerde görünmektedir. Havza ortasında 0,5m-3,0m derinlikte yeraltı suyu başlarken havza kenarlarına doğru 3,0m-13,0m derinlikte başlar. Çevredeki yüksek bölgelerden Erzurum Ovası tabanına ulaşan yüzey suları ise Karasu tarafından toplanır. Ayrıca Palandöken dağlarından ovaya inen birçok kuru dere yatağı bulunmaktadır. Yağışlı dönemlerde taşkın riskini önleyebilmek için DSİ ve yerel yönetimler kanal ve seddeler yaparak gerekli önlemleri almış ve ıslah çalışmalarını tamamlamıştır. Ancak yine de yeni yapılacak planlamalarda sel-taşkın tehlike riskine karşı DSİ görüşü alınmalı gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Karasu Çayı ve yan kolları boyunca DSİ Bölge Müdürlüğü'nün belirlemiş olduğu su baskını-taşkın riski taşıyan alanlar belirlenmiştir. DSİ'nin 12.08.2010 tarihli yazısında “ mutlak koruma alanı ilan edilen saha içerisinde imar faaliyetleri kesinlikle yasaklanmalıdır” denmektedir.

Eğimin % 20-40 olduğu alanlarda temeli oluşturan zeminin andezit, bazalt, tuf, aglomera ve proklastik birimlerden oluşan (üst Miyosen – Pliyosen) volkanik kayalar ile çakıltaşı, kum taşı ve marn ardalanmasından oluşan Pliyosen yaşlı sedimanlardan oluşması sahada stabilite sorunun yaşanmasına sebep olmaktadır. Havzanın batısında ve kuzeyinde silt, kum, kil, silttaşı ve marn depolarından oluşan Gelinkaya Formasyonunun yayıldığı alan ile Kiremitlik Tepeleri ve çevresinde stabilite sorunu gözlenmektedir.

Topografik eğimin % 40 dan fazla olduğu alanlarda genellikle andezit, bazalt, tuf, aglomera ve proklastik birimlerden oluşan volkanitler ile çakıltaşı, kumtaşı ve marn ardalanmasından oluşan sedimanter kayaların olduğu yerlerde önlem alınamayacak derecede kaya düşmesi, heyelen, kütle kayması gibi duraysızlık sorunu beklenmektedir. Kayalık alanlar ve dere yataklarındaki yüksek eğimli yerler bu alanlardandır. Havzada özellikle Bingöl Dağı volkanitleri ve Çobandede volkanitlerine ait birimlerin olduğu % 40 dan büyük eğim şartlarına sahip alanlarda küçük çaplı heyelan, akma ve kütle hareketleri gözlenmiştir. Palandöken'e yakın dağlık kesimlerin etek kısımlarında yağışlı mevsimlerde bu tür akmalar görülmektedir. Miyosen – Pliyosen yaşlı % 20-40 eğim değerlerine sahip alanlarda kontrolsüz kazılar olmadıkça yamaçların duraylı olduğu ifade edilmektedir. Ancak bölge 1. ve 2. dereceden deprem bölgesi olduğundan yapılaşma öncesi “*Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında 2007 Yönetmeliği*”nde belirtilen kurallara titizlikle uyulması, uygulama imar planı ve parsel bazında yapılacak etütlerde ayrıntılı şev analizi yapılması gerekmektedir.

Erzurum Havzası'nda AJE alanları (ayrıntılı jeoteknik gerektiren alanlar) diri fay tehlikesi olan alanlardır. Yerleşme alanlarında fay kazısı yapacak uygun alanların olmaması, yer yer 200 metreden kalın alüvyonların fayların üstünü örtmüş olması, ayrıca fayların 20 kilometreyi bulan bir hat içerisinde yayılmış bulunması tehlikenin boyutlarını tam anlamıyla tespit etmeyi zorlaştırmaktadır. Bununla beraber Erzurum fay zonuna ait fayların her iki tarafında 40 metre olmak üzere toplam 80 metre olan alanlar diri fay tehlikesi olan AJE alanları olarak kabul edilmektedir. Bu sahada günümüzde birkaç köy dışında büyük nüfus yoğunluğu ve yapılaşma bulunmamaktadır. Ancak bunlar sahanın 1. ve 2. dereceden deprem bölgesi olduğu ya da yüksek deprem riski taşıyan bir yöre olduğu gerçeğini değiştirmemektedir. Geçmişte meydana gelen depremlere bakılırsa özellikle Dumlu ve Palandöken faylarının yaklaşık 6-7 arası büyüklükte deprem üretebilme potansiyeli olduğu anlaşılmaktadır. Depremlerin tekrarlama periyotlarına göre Yapı ömrü ortalama 50 yıl olan bir binanın 6.0-6.5-7.0 büyüklüğünde bir depremle karşılaşma ihtimali %50'nin üzerindedir. Bütün bunlara rağmen Erzurum'da son zamanlarda yapılan binaların yükseltisi 17 kata kadar ulaşmıştır.

KAYNAKÇA

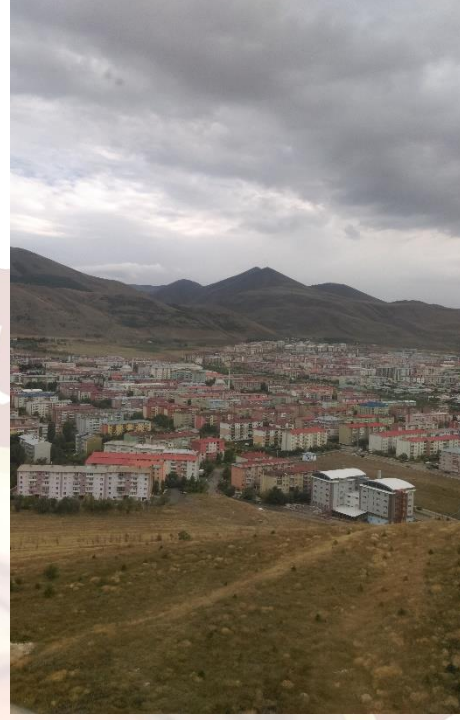
- Akın, U., (2016). *Gravite verilerinden Türkiye'nin sismik hız dağılımı ve kabuk yapısının ortaya çıkarılması*. MTA Dergisi 153, s.185-202.
- Aksu, B. (2014). *Erzurum şehir merkezinde kuzey-güney doğrultulu bir hat boyunca yer alan yapı stoğunun zemin ve yapı periyodu açısından değerlendirilmesi*. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Altınlı, E., (1966). *Doğu ve Güneydoğu Anadolunun jeolojisi*. MTA Dergisi, no:66-67
- Atalay, İ., (1978). *Erzurum Ovası ve Çevresinin Jeolojisi ve Jeomorfolojisi*. Ankara. Sevinç Matbaası.
- Atalay, İ., (1983). *Erzurum Ovası ve Çevresinin Toprakları*. Ege Coğrafya Dergisi, C.1, S.1, s.68-99.

- Beygu, A.Ş., (1936). *Erzurum: Tarihi, Anıtları, Kitabeleri*. İstanbul. Bozkurt Basımevi.
- Çakıcı, H., Tüdeş, Ş., Bulut, F. (2012). *Kentsel Kullanım Alanında Gelişen Heyelanlar Ve Jeoteknik Analizi: Kırkdeğirmenler (Erzurum) Örneği*. Gazi Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Dergisi. C.27, S.4., s.739-751.
- Ceylan, A., (2008). *Doğu Anadolu Araştırmaları, Erzurum-Erzincan-Kars-Iğdır (1998-2008)*. Erzurum. s.70.
- Dursun, D. ve diğerleri. (2016). *Kış Kenti Erzurum'da İklim, Planlama ve Yerel Yönetim Politikalarının Etkileşim Düzeyi*. Planlama;26(2), s.147-159.
- Ercan, T. ve diğerleri. (1990). *Doğu ve Güneydoğu Anadolu Neojen Volkanitlerine İlişkin Yeni Jeokimyasal, Radyometrik ve İzotopik Verilerin Yorumu*. MTA Dergisi, S.110, S.143-164.
- Eymirli, S. (1994). *Erzurum Kenti Açık Ve Yeşil Alanlarının Saptanması Ve Kent İçi Açık Yeşil Alan İlkeleri Yönünden Araştırılması*. Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Adana.
- Gedik, A., (1985). *Tekman (Erzurum) Havzasının Jeolojisi ve Petrol Olanakları*. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/581414>.
- Keskin, M., (1998). *Erzurum- Kars Platosunun Çarpışma Kökenli Volkanizmasının Volcano Stratigrafisi ve Yeni K-Ar Yaş Grupları Işığında Evrimi: Kuzeydoğu Anadolu*. MTA Dergisi, S.120, s.135-157.
- Koçyiğit, A. ve Diğerleri, (1985). *Karasu Havzası'nın (Erzurum) Tektonomorfolojisi ve Mekanik Yorumu*. C.Ü. Mühendislik Fakültesi Yer Bilimleri Dergisi, C.2, S.1, s.3-15.
- Konyalı, İ.H, (1960). *Abideleri ve Kitabeleri ile Erzurum Tarihi, ErzurumTarihini Araştırma ve Tanıtma Derneği Yayınları, Sayı: 2, İstanbul. Ercan Matbaası*.
- Kökten, İ.K. (1943). *Karaz Sondajı*. Türk Tarih Kongresi- 3, Ankara, s.165-169.
- Küçükuşurlu, M. (2017). *Erzurum Kalesi ve Tabyaları Hakkında Bazı Tespitler*. ETÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 11/3, s.67-84.
- Pamukçu, O. ve Diğerleri. (2015). *Doğu Anadolu Bölgesindeki Kabuk Yapısının Düşey ve Yatay Yönlü Analizi*. MTA Dergisi, S.151, s.221-233.
- Şaroğlu, F., Yılmaz, Y. (1986). *Doğu Anadolu'da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri*. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, S.107, s.73-94 .
- Tarhan, N. (1991). *Hınıs-Varto-Karlıova (Erzurum-Muş-Bingöl) Dolayındaki Neojen Volkanitlerinin Jeolojisi ve Petrolojisi*. MTA Dergisi, S.113, s.45-60.
- Yurttaş, H . (2000). *Fuat Bey'in Erzurum Haritası*. A.Ü. Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi. Erzurum. S.15, s49-71.
- 25 Mart (Mw:5.5) ve 28 Mart (Mw:5.5) 2004 Aşkale Depremleri Değerlendirme Raporu*. MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Daire Başkanlığı.
- Erzurum Büyükşehir Belediyesi 1/ 5000 ölçekli nazım imar planına esas jeolojik-jeoteknik Etüt Çalışması*, (2011). Anakent Planlama Ltd. Şti.
- Palandöken Belediyesi 1/1000 ve 1/5000 Ölçekli İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüt Raporu*. 2016. Aydın Mühendislik.
- Erzurum İli Aziziye İlçesi Selçuklu ve Saltuklu Mahalleleri Revize İmar Planına Esas jeolojik-jeoteknik Etüt Raporu*. 2014. Erzurum.

EKLER



Fotoğraf 1: Palandöken Dağları eteklerinde kurulmuş yerleşme.



Fotoğraf 2: Yıldızkent yerleşmesinden bir görünüş.



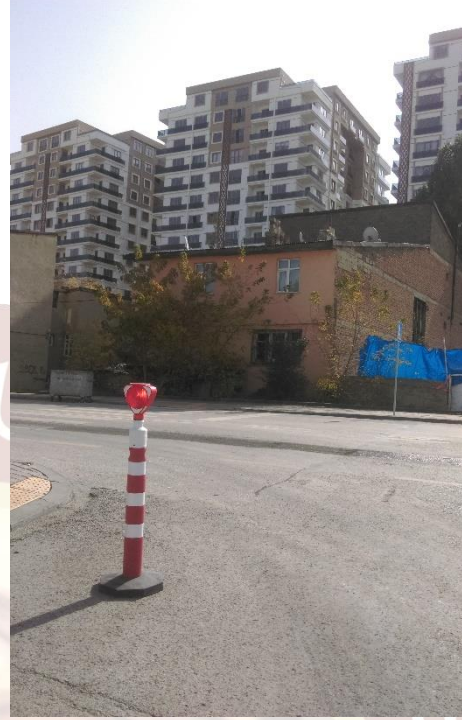
Fotoğraf 3: Erzurum’ da son zamanlarda yapılan 10 kattan yüksek binalar.



Fotoğraf 4: Erzurum’ da son zamanlarda yapılan 10 kattan yüksek binalar.



Fotoğraf 5: Dadaşkent’de zemin özelliklerine uygun iki katlı bir bina.



Fotoğraf 6: İstanbul Kapı’da eski ve yeni Evlerden bir görünüş.



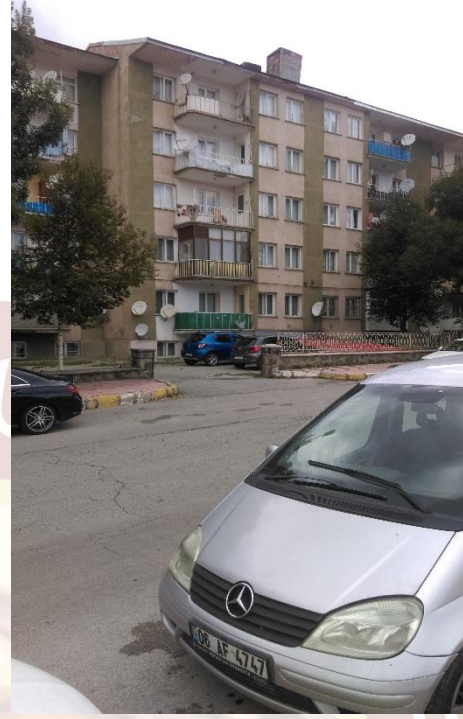
Fotoğraf 7: Eski akarsu vadisine yapılmış katli binalar.



Fotoğraf 8: Eski akarsu vadisine yapılmış çok katli binalar.



Fotoğraf 9: Erzurum'da yeni kurulmuş yerleşmelerden biri.



Fotoğraf 10: Yenisehir semti kurulurken yapılan ilk binalardan biri.