

ERZİNCAN ŞEHİRİ DOLAYININ MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ ÖZELİKLERİ

GENERAL ENGINEERING GEOLOGICAL PROPERTIES of ERZİNCAN CITY VICINITY

Turgut Öztaş¹

SUMMARY

The city of Erzincan located on a plain surrounded by the mountains in North and South, and active strike faults. Units under existing and planned settlement areas of the City consists of gravel, sand, silt and clay having smalling granules from the mountains in North to Fırat river in South. These units are interfingering along an active strike fault in NW-SE direction under the middle of the City. In the northern part of the active fault unconfined aquifer conditions are valid as in the southern part of the active fault confined aquifer conditions are valid. The depth of the upper level of the confined aquifer is fairly low in a zone along this fault. In the northern and southern part of this zone the depth of the upper level increases. The groundwater level decreases from North to South. The depth of the groundwater level from the surface is low in the southwestern and southeastern part of the fault zone. The zone where the destructions of earthquake were the biggest are in the South of the fault zone and quite parallel to this zone. According to this information, the general relations between the engineering geology characteristics and the degree and areal extent of the damage intensity of earthquakes are determined given as below.

1. Active right-sided strike faults passing through the City cause the earthquakes damages.

2. Intensity and areal extent of earthquake damages are controlled by the engineering geology characteristics of the settlement area.

a) The granular sizes of uncemented or loose-cemented sediments observed in foundation excavation change laterally and vertically in very short distances.

b) The depth of the upper level of the confined aquifer is the lowest in a zone parallel to the fault.

c) The depth of the piezometric level in the confined aquifer is the lowest in the southern part of the fault.

¹ Yrd. Doç. Dr., İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Bölümü, Uygulamalı Jeoloji
Anabilim Dalı

ÖZET

Erzincan şehri, K ve G'deki dağlardan doğrultu atımlı aktif faylarla ayrılmış bir ova içinde kuruludur. Şehrin mevcut ve planlanan yerleşim alanlarındaki yüzeyaltı kayaçlarını, K'deki dağlardan G'deki Fırat nehrine doğru tane boyutu giderek küçülen çakıl, kum, silt ve killer oluşturur. Bu birimler, şehrin tam ortasından geçen KB-GD doğrultulu bir aktif fay boyunca birbirilerine oldukça sık geçişler gösterir. Fay hattının K'inde serbest akifer, G'inde basınçlı akifer koşulları geçerlidir. Basınçlı akifer tavanının yüzeyden olan derinliği, bu fay boyunca uzanan bir zonda oldukça düşüktür. Zonun K ve G'indeki bölgelerde tavan derinliği giderek artar. Yeraltı su düzeyi kotu K'den G'e doğru alçalmaktadır. Yeraltı su düzeyinin yüzeyden derinliği ise, fay hattının GB ve GD'sunda düşük, K ve KD'sunda yüksektir. Deprem hasarlarının en büyük olduğu zon, fay hattının hemen hemen G'de ve bu hatta oldukça paraleldir. Bu bilgiler çerçevesinde, Erzincan yerleşim alanının mühendislik jeolojisi özellikleri ile deprem hasarlarının büyüklük ve dağılımı arasında aşağıdaki genel ilişkilerin varlığı belirlenmiştir.

1. Deprem hasarlarının varoluş nedeni, şehir içinden geçen sağ yönlü doğrultu atımlı aktif faydır.

2. Deprem hasarlarının büyüklük ve dağılımı, yerleşim alanının mühendislik jeolojisi özellikleri tarafından denetlenmektedir.

a) Temel kazı derinliği içindeki ayrık ve gevşek çimentolu tortul kayaç elemanlarının boyutları, fay hattı boyunca çok sık düşey ve yanal değişimler gösterir.

b) Basınçlı akifer tavanının yüzeyden olan derinliği, fay hattına paralel bir zon boyunca bölgedeki en düşük değerdedir.

c) Basınçlı su düzeyinin yüzeyden olan derinliği, fay hattı G'inde bölgedeki en düşük değerdedir.

MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ ÖZELİKLERİ

13 Mart 1992 tarihli Erzincan depremi sonrasında, İTÜ Deprem ve Yapı Uygulama-Araştırma Merkezi sorumluluğundaki kapsamlı araştırma projesi içinde yeralan ve İTÜ Maden Fakültesi Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı ile Genel Jeoloji Anabilim Dalı beraberliğinde yürütülen bu çalışmada, Erzincan şehri deprem hasarlarının büyüklük ve dağılımını denetlediği düşünülen genel mühendislik jeolojisi özelliklerinin araştırılması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda öncelikle Erzincan şehri dolayındaki güncel jeolojik durum aydınlatılmış, daha sonra mevcut ve planlanan şehir yerleşim alanlarının yüzeyaltı jeolojisi ve yeraltısuyu jeolojisi konularında yoğunlaştırılan mühendislik jeolojisi özelliklerine ait genel sonuçlar açığa çıkarılmıştır (Öztaş, 1992). Elde edilen veriler ile yapılarda

gözlenen deprem hasarlarının yüzeysel dağılımı arasında varlığı belirlenen ilişkiler ve genel sonuçlar bu yazıda özetlenmiştir.

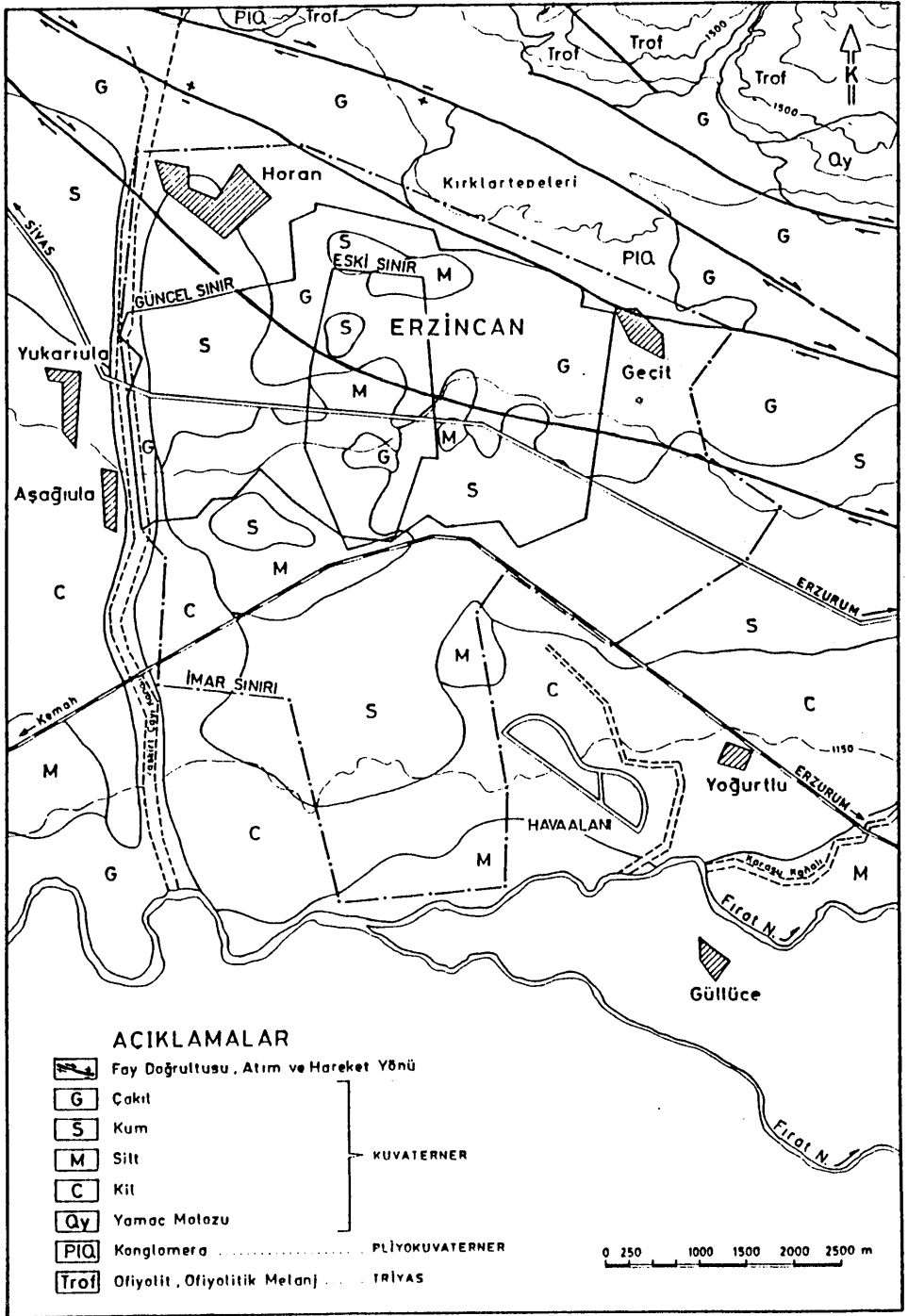
3500 m'lere ulaşan dağlarla K'den ve 1100 m kotu dolayındaki Fırat nehri ile G'den sınırlanmış olan Erzincan şehri, B ve D'dan açık bulunduğu Erzincan ovası içinde yer alır. Şehrin günümüzdeki boyutları D-B doğrultusunda 5 km, K-G doğrultusunda 3,5 km dolayındadır. Yeni imar planına giren yerler de dikkate alındığında, tüm yerleşim alanı büyüklüğünün, yaklaşık D-B uzanımlı Erzurum-Sivas karayolu boyunca 7 km'ye, K-G doğrultulu Kırklartepeleri ile Fırat nehri arasında ise 7,5 km'ye ulaştığı görülür. G'e doğru olan topoğrafik eğim, 160 m'lik bir kot farkı karşılığında %2 dolayındadır (Şekil 1).

Mevcut ve Planlanan Şehir Yerleşim Alanının Yüzeyaltı Jeolojisi

Erzincan yerleşim alanı ile 2 km kadar K'deki dağları oluşturan genellikle serpantinize olmuş ofiyolitler ve ofiyolitik melanj (Trof) arasında yeralan tek yükseltiyi, Pliyokuvaterner yaşlı konglomeraların (plQ) şekillendirdiği KB-GD uzanımlı Kırklartepeleri oluşturur (Barka ve Gülen, 1989; Tüysüz, 1992). Dağların G eteklerinde yeralan bir çok girift alüvyon yelpazesi, K ve G yamaçları boyunca sağ yönlü doğrultu atımlı faylarla sınırlanmış olan Kırklartepeleri'ni her yönden kuşatır ve eski alüvyon (Qale) formunda G'e doğru uzanarak tüm güncel yerleşim alanını ve planlanan yerleşim alanının büyük bir kesimini örter. Daha da G'de, Fırat nehri boyunca yerleşmiş yeni alüvyon (Qal) bulunur (Şekil 1).

Erzincan yerleşim alanında, bitkisel toprak örtüsü altındaki temel jeolojik birimleri meydana getiren alüvyon yelpazeleri ile eski ve yeni alüvyonlar, boyutları silt-blok aralığında değişen ofiyolitik ve tortul kökenli kayaç parçalarının şekillendirdiği çimentosuz veya gevşek çimentolu ayrı tortul kayaçlardan oluşur. Yanal ve düşey geçişler gösteren kil, silt, kum, çakıl ve blok boyutunda elemanlardan oluşan bu jeolojik ortamın ova genelindeki toplam kalınlığı bilinmemekte, değişik yaklaşımlara göre 500-1000 m arasında olabileceği ileri sürülmektedir. Çoğunluğu yuvarlanmış şekilli olan elemanların ortalama boyutunda K'den G'e gidildikçe küçülme görülür. Ortalama boyut, Fırat nehri boyunca uzanan yeni alüvyonu oluşturan elemanlarda kil-silt büyüklüğüne azalmaktadır. Genelde KB-GD uzanımlı olan ve bitkisel toprak örtüsü altındaki (yüzeyaltı) kayaçların arazi çalışmaları sırasında haritalanan eleman boyut farklılığı sınırlarında, daha sonra hem DSİ su sondajı loglarından ve hem de İTÜ zemin sondajı loglarından yararlanarak bazı düzenlemeler yapılmış ve hazırlanan yüzeyaltı jeolojisi haritasının daha duyarlı olması sağlanmıştır.

Erzincan şehrini yaklaşık KB-GD uzanımında kesen sağ yönlü doğrultu atımlı fayın K'inde bulunan kayaç elemanları çakıl (G) boyutundadır. Fay ile Erzurum-Sivas karayolu arasında kalan bölümde çoğunlukla kum (S) boyutunda kayaç elemanları varlığı yanısıra, küçük alanlar oluşturan çakıl, kum ve silt



Şekil 1- Erzurum ve yakın çevresinin yüzeyaltı jeoloji haritası

(M) boyutunda elemanların neden olduğu bir karmaşıklık da göze çarpmaktadır. Karayolu G'indeki bölümde, şehrin merkezi kesimindeki ufak bir lokal dışında, çakıl boyutlu elemanlar ortadan kaybolurken GB'da siltlerin, GD'da ise kumların esas eleman boyutlarını oluşturduğu görülür. Erzurum-Kemah demiryolu hattına kadar devam eden bu boyutsal dizilim, demiryolu G'indeki planlanan yerleşim alanı içinde yeralan kum boyutlu elemanların oluşturduğu alan dışında kalan ve Fırat nehrine kadar uzanan bölgede tümüyle silt ve kil (C) niteliğindedir (Şekil 1).

Erzincan şehrinin güncel ve planlanan yerleşim alanlarının yüzeyaltı jeolojisini açığa çıkaran bu çalışmayla, temel kazı derinliği içindeki jeolojik birimleri oluşturan kayaç türlerinin, yapılarıdaki deprem hasarlarının büyüklüğüne ve dağılımına olabilecek etkilerinin araştırılması hedeflenmiştir.

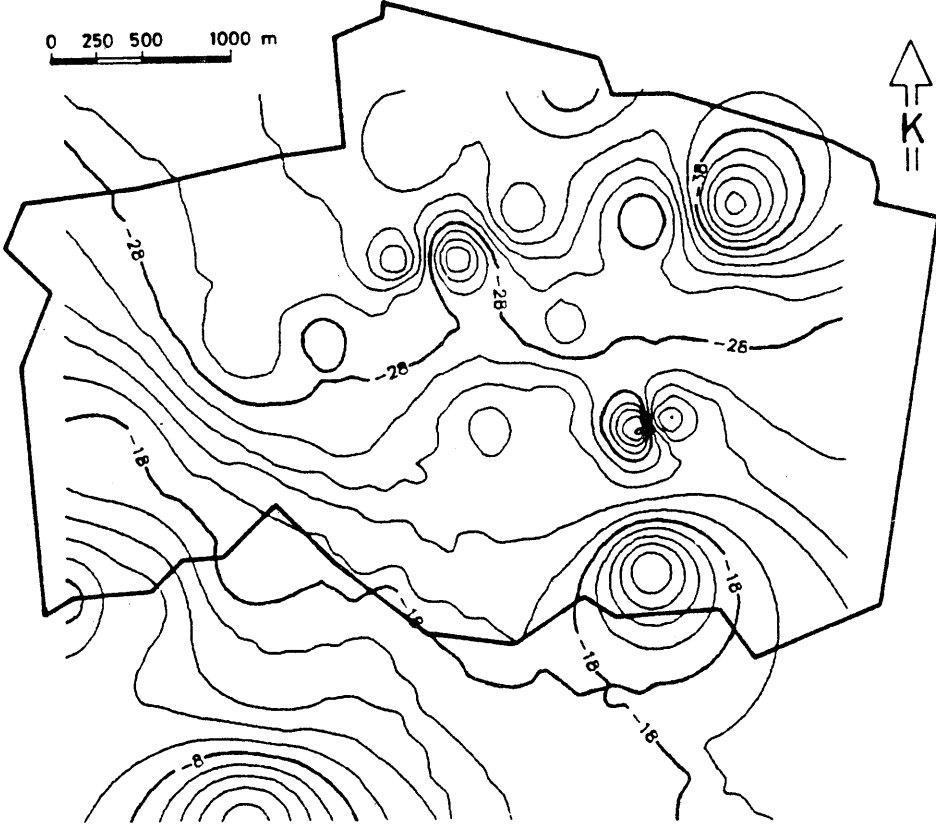
Güncel yerleşim alanının yeraltısu jeolojisi özellikleri

Erzincan şehri güncel yerleşim alanındaki kayaç birimleri, yeraltısu jeolojisi açısından değişik karakterli "taneli hidrojeolojik ortamlar" oluşturur. Killer ve siltli killer "geçirimsiz ortam (Gz)", siltler ve killi-kumlu siltler "yarı geçirimsiz (gz) ve yarı geçirimli (gc) taneli ortam", kumlar ve siltli-çakıllı kumlar ile çakıllar ve bloklu çakıllar ise "geçirimli taneli ortam (Gç)" özellikleri taşır. Esas olarak düşey ve kısmen yanal geçişler gösteren bu hidrojeolojik ortamların birbirilerine göre olan konumları, karışık akifer olarak adlandırılacak değişik kapasiteli serbest ve basınçlı akiferler oluşturur. Mevcut sondaj kuyularının açıldığı derinlikler içinde (max. 200 m) kalmak üzere, güncel yerleşim alanından geçen doğrultu atımlı fayın K kesiminde daha çok serbest akifer koşulları, G kesiminde ise daha çok basınçlı akifer koşulları geçerlidir. Yeraltısu veriminin yüksek olduğu akifer türünü, G'deki basınçlı akiferler oluşturmaktadır.

Deprem dalgalarına karşı oldukça duyarlı olan basınçlı akifer ortamlarda, deprem sırasında geçici olarak meydana gelen ani hacimsel değişimler nedeniyle yeraltısu hidrolik basıncında oluşan ani artış ve azalışların, basınçlı akifer tavanından başlamak üzere yüzeyi ve dolayısıyla mevcut yapıları etkilediği bilinen bir olgudur. Bu olgunun, Erzincan şehri güncel yerleşim alanındaki basınçlı akifer için de geçerliğini araştırmak amacıyla, basınçlı akifer tavanının ve yeraltı su düzeyinin yüzeyden olan derinliklerini gösteren eş derinlik haritaları yanısıra bir eş yeraltı su düzeyi (hidroizohips) haritası hazırlanmıştır. Tüm haritaların önce kendi aralarında, daha sonra yapılarıdaki deprem hasarlarının büyüklüğünü ve dağılımını gösteren haritayla karşılaştırılması sonucunda son derece yararlı genel bilgiler elde edilmiştir. Basınçlı akifer özelliklerinin haritalanmasında 25 adet DSİ su sondajı logu ile 1 İTÜ ve 1 ODTÜ zemin sondajı logundan faydalanılmıştır.

Basınçlı akifer tavanının yüzeyden olan derinliğindeki değişimi gösteren haritaya göre, basınçlı akiferin güncel yerleşim alanı içinde düşük derinlikte (min.

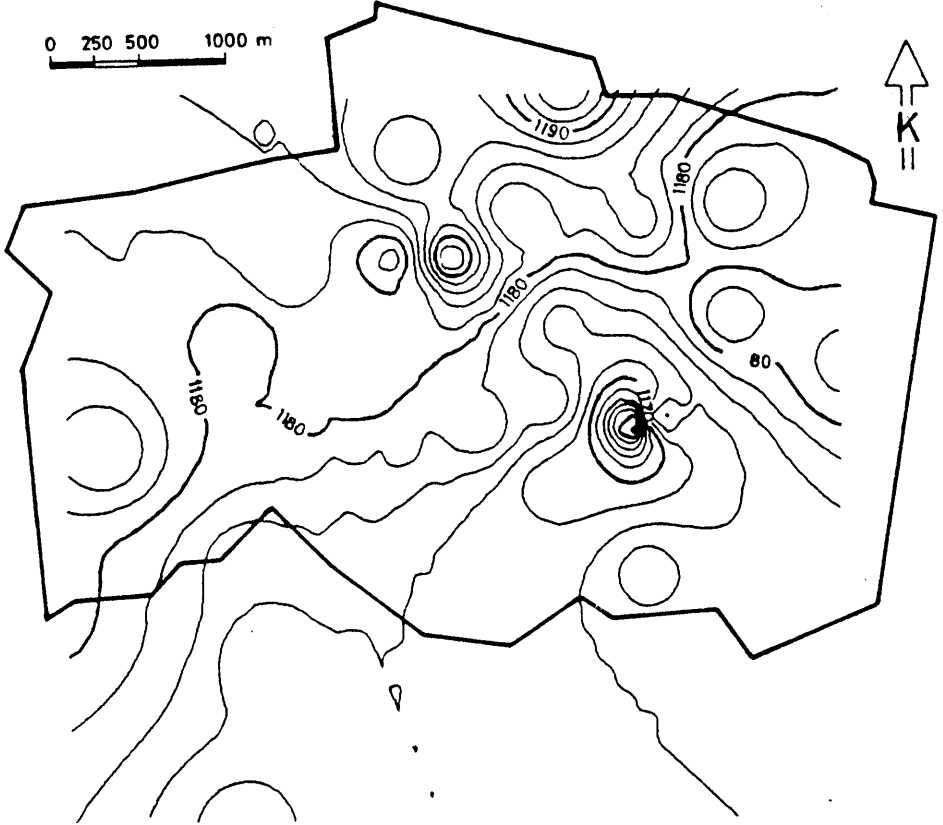
Basınçlı niteliği daha etkin bulunan yeraltı su düzeyinin yüzeyden olan derinlik değişimlerini gösteren haritaya göre, yeraltı su düzeyinin güncel yerleşim alanı içinde düşük derinlikte (min. 1 m) olduğu yerler şehrin GB ve GD'sunda, yüksek derinlikte (max. -47 m) olduğu yerler ise K ve özellikle KD'da yoğunlaşmıştır. Bu durum, yüzeyden olan yeraltı su derinliğinin, şehri kesen fay hattının K'ine gidildikçe arttığını, daha G'ine gidildikçe de azaldığını ifade eder (Şekil 3).



Şekil 3- Yeraltı su düzeyinin yüzeyden eş derinlik haritası

Daha önce sözü edilen 27 sondaj kuyusunda ölçülmüş yeraltı su düzeyi derinliklerinden hareketle yeraltı su düzeyi kotları hesaplanmış ve bu kotlar kullanılarak eş yeraltı su düzeyi (hidroizohips) haritası hazırlanmıştır. Bu haritaya göre, güncel yerleşim alanı içinde yeraltı su düzeyinin en düşük kotta (min. 1156 m) olduğu yerin şehir D'sunda, en yüksek kotta (max. 1196 m) olduğu

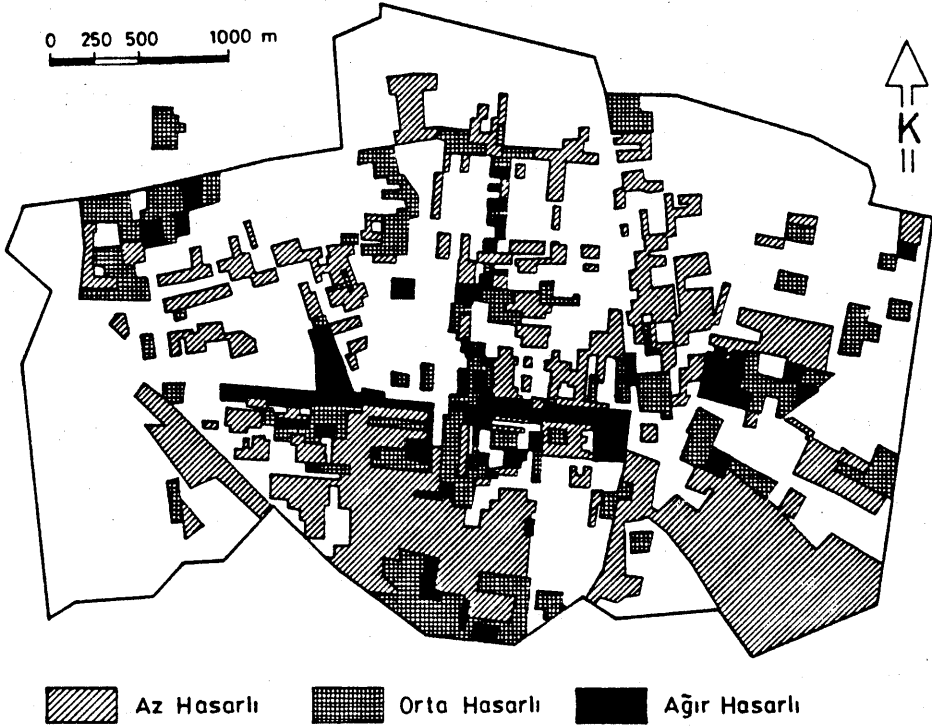
yerin ise K'de olduğu gör÷l÷r. Anlaşılacağı üzere yeraltı su düzeyi kotu, şehri kesen fay hattı K'ine gidildikçe daha yüksek değerlere tırmanmakta, fay hattı G'inde ise daha düşük değerlere azalmaktadır (şekil 4).



şekil 4- Eř yeraltı su düzeyi (Hirdoizohips) haritası

DEPREM HASAR DAğILIMI ve M÷HENDİSLİK JEOLojİSİ ÖZELİKLERİ

13 Mart 1992 depremi sonrasında Erzincan şehrinin güncel yerleşim alanında oluşan yapısal hasarlar önce bina bazında tanımlanmış, daha sonra bu çalışmanın amacı gözetilerek gösterim kolaylığı sağlamak üzere gruplandırılmıştır. Bu çerçeve içinde; yıkık-kısmen yıkık ve ağır hasarlı yapılar sadece "ağır hasarlı" olarak yeniden adlandırılırken, "orta hasarlı" ve "az



Şekil 5- 13 Mart 1992 depremi sonrasında Erzincan şehrinde oluşan yapı hasarları dağılımı

hasarlı* adlamaları kendi tanımları içinde bırakılmıştır (Şekil 5).

Ağır ve orta hasarlı yapılar, şehrin merkezi kesiminden yaklaşık KB-GD doğrultusunda geçen fay hattına oldukça paralel bir sıralanma gösterir. Bu durum, bölgesel fay mekanizmasının şehir yerleşim alanında aktif bir şekilde varlığını sürdürdüğünü ve bölgesel makro jeolojik yapılar ile güncel aktivitelerinin öncelikli araştırılma zorunluluğu yanısıra, deprem sonrası yüzeyde oluşacak hasarların büyüklük ve dağılımını önemli ölçüde denetleyen mühendislik jeolojisi özelliklerinin de mutlaka bilinmesi gerekliliğinin açık bir kanıtıdır. Sözü edilen sağ yönlü doğrultu atımlı aktif fayın ve genelde depremin neden olduğu yapısal hasarların derecesi, aşağıda sıralanan mühendislik jeolojisi özelliklerinin durumuna bağlı olarak farklılıklar göstermiştir.

1. Deprem hasarının en etkin görüldüğü alanı oluşturan ve fay ile Erzurum-Sivas karayolu arasında kalan bölgede, temel kazı derinliği (~3 m) içinde bulunmak üzere, kayaç elemanlarının boyutlarında düşey ve yatay doğrultuda çok sık değişim görülmektedir. Eski Erzincan harabelerinin bulunduğu G yönünde gidildikçe eleman boyutları küçülmekte, siltlere ve killere geçilmektedir (Şekil 2).

2. Çok önemli bir parametre oluşturan basınçlı akifer tavanı derinliği, yaklaşık D-B doğrultusunda ve hemen hemen Erzurum-Sivas karayoluna paralel olarak uzanan bir zon boyunca yüzeye son derece yakındır. Bu zondan K ve G yönlerinde uzaklaşıldıkça basınçlı akifer tavanı derinliğinin artmasına bağlı olarak, yapılarıdaki deprem hasarlarının büyüklük ve dağılımında belirgin bir azalma görülmektedir (Şekil 3).

3. Basınçlı niteliği etkin olan yeraltı su düzeyinin yüzeyden olan derinliğinin yüksek bulunduğu K ve KD kesimlerdeki deprem hasarları, fay hattı G'indeki düşük derinlikli yeraltı su düzeyi bölgesindekilerden çok daha azdır.

Güncel yerleşim alanı dışındaki GB kesiminde, yeraltı su düzeyi derinliğinin düşük olmasına ve basınçlı akifer varlığına rağmen umulan seviyede deprem hasarı oluşmamıştır. Bu durum: basınçlı akifer tavanı derinliğinin yüzeyin çok altında bulunması nedeniyle, deprem sırasında ortaya çıkan akifer hidrolik yükündeki geçici artışın jeolojik yük ile karşılanması ve bu bölgedeki basınçlı akiferin, kalınlığı birkaç 10 m içinde değişen bir basınçlı akiferler dizisi şeklinde oluşundan kaynaklanmaktadır. Aksi yönde bir örnek olarak şehrin D ve B kesimleri gösterilebilir. Bu bölgelerde yeraltı su düzeyi ve süreklilik gösteren basınçlı akifer ortama ait tavan derinliği birlikte düşük değerler taşır. Ayrıca temel kazı derinliği içinde görülen kayaç elemanları boyutları sıkça değişir ve şehri kesen fay hattına oldukça yakın bulunmaktadır. Tüm bu parametreler birlikte gözönüne alındığında, deprem sonrası yapısal hasarların niçin özellikle bu zonda yoğunlaştığı sorusuna bölgesel jeoloji ve mühendislik jeolojisi yönünden açık bir cevap verebilmek mümkün olmaktadır.

SONUÇ

Erzincan şehrinin güncel ve planlanan yerleşim alanları ile dolayında yapılan mühendislik jeolojisi çalışmaları sonunda; bölgesel jeolojik durum yeniden değerlendirilmiş, yüzeyaltı jeolojisi ve yeraltısuyu jeolojisi özellikleri belirlenerek 13 Mart 1992 depremi sonrasında yapılarda görülen hasarların büyüklük ve dağılımına olan etkileri konusunda varılan genel sonuçlar açıklanmıştır.

Bu çalışma sonunda; deprem bölgelerinde gerek yeni yerleşim alanlarının belirlenmesinde, gerekse mevcut yerleşim alanları için gereken önlemlerin alınmasında, bölgesel jeolojik araştırmaların ve mühendislik jeolojisi çalışmalarının ne derece önem taşıdığı kaçınılmaz bir gerçek olarak gözler önüne serilmiştir. Elde edilen bulguların, yerleşim alanları üst yapı planlamasında

ve mimarisinde taşıdığı öncelik artık farkedilmeli ve çok daha önemlisi, her deprem sonrasında yaşanan maddi ve manevi kayıpların giderilememesindeki çözümsüzlüğe, bu araştırmaların yapılması durumunda büyük oranda çözüm getirilebileceği bilincine artık erişilmelidir.

KAYNAKLAR

- BARKA, A. - GÜLEN, L., 1989, "Erzincan Havzasının (Doğu Türkiye) Karmaşık Evrimi", Journal of Structural Geology, v. 11, no. 3, pp. 275-283, (İngilizce).
- ÖZTAŞ, T., 1992, "Erzincan Yerleşim Alanının Mühendislik Jeolojisi", Erzincan Depremi ve Türkiye Deprem Sorunu Sempozyumu Bildirileri, ss. 22-28, İstanbul.
- TÜYSÜZ, O., 1992, "Erzincan Çevresinin Jeolojisi", Erzincan Depremi ve Türkiye Deprem Sorunu Sempozyumu Bildirileri, ss. 7-10, İstanbul.