

TMMOB JEOLJİ MÜHENSİLERİ ODASI
FAY ÜZERİNDE YAŞAYAN İLLERİMİZ: ERZURUM RAPORU-5

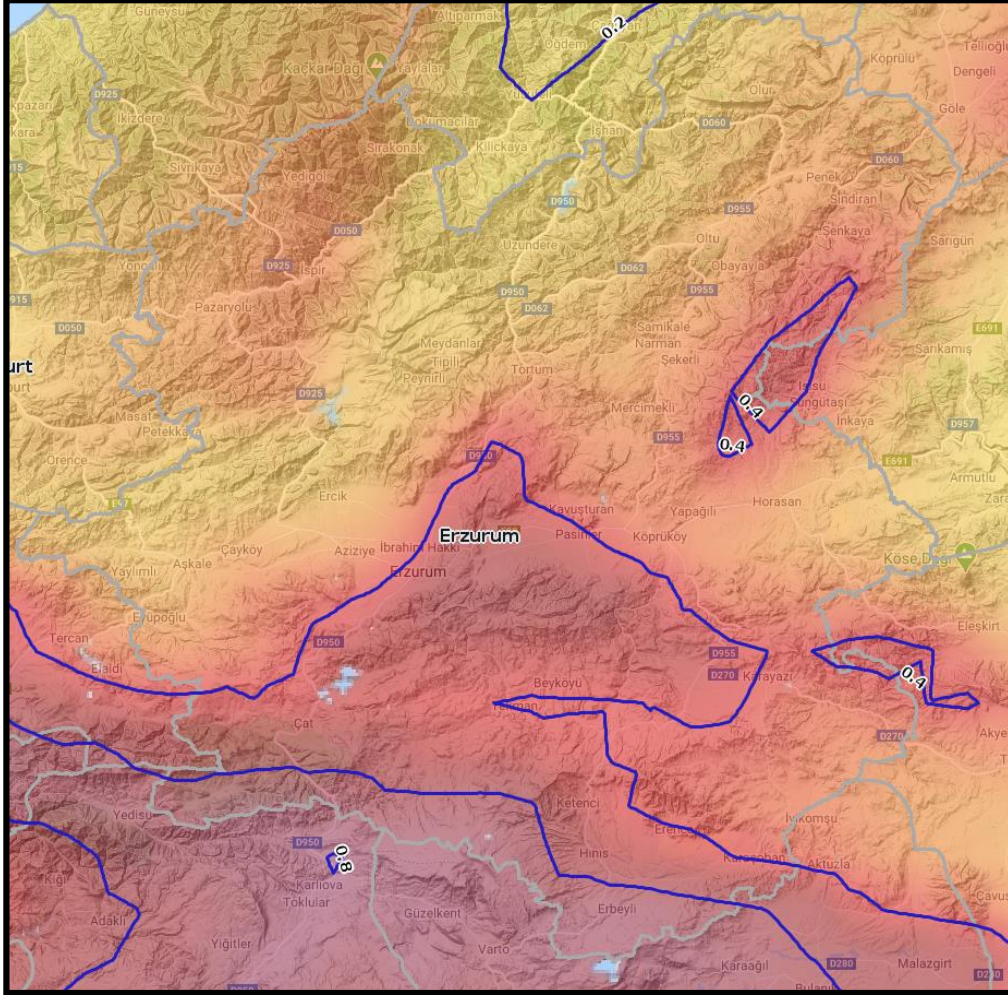


GİRİŞ

Deprem ülkemizin bir gerçeği. Anadolu toprakları milyonlarca yıldır depremlerle sarsılmış olup gelecekte de sarsılacaktır. Günümüzün gelişen teknolojisi ve uydu verileri ile atmosfer kaynaklı afetleri büyük doğrulukla önceden bilmek artık mümkün hale gelmiştir. Ancak depremleri önceden bilecek bir teknoloji henüz mevcut değildir. Bu nedenle tüm Dünya’da kabul edilen yaklaşım deprem olacağı tahmin edilen yerlerde depremin vereceği hasarı en aza indirmek için gerekli çalışmaların yapılmasıdır. Sorun depremler değil depremlerin verdiği zararların nasıl azaltılabileceğidir.

Deprem farklı şekillerde hasar verebilmektedir. Bunlardan en önemlisi ve en yaygın olanı yer sarsıntısıdır. Deprem büyüklüğü, yakınlığı ve şiddeti arttıkça yarattığı sarsıntı ve buna bağlı olarak hasar da artıyor. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından yayınlanan ve 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Deprem Tehlike Haritası (TDTH) depremin bir bölgede yaratabileceği şiddeti farklı olasılıklar için göstermektedir. 2019 yılı başından itibaren yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ise TDTH da gösterilen deprem sarsıntısı ile baş edebilecek yapılaşmanın kurallarını açıkça tanımlamaktadır. Bu iki unsur dikkate alınarak ve bu kurallara uyularak inşa edilen binaların olası bir depremi can kaybına neden olmadan atlatması mümkündür. Erzurum ilimizin deprem tehlike haritası Şekil 1 de verilmiştir. Haritadaki mavi çizgiler önümüzdeki 50 yıl içerisinde gerçekleşme olasılığı %10 dan fazla bir depremde Erzurum topraklarında meydana gelmesi beklenen yer sarsıntısı miktarını göstermektedir. Mavi çizgiler bu sarsıntının yer çekiminin %40 ı (0.4g), %60 (0.6g) ve hatta az da olsa %80 i (0.8g) kadar büyük olacağını

göstermektedir. İlin güneye doğru olan kesimlerine oranla kuzey kesimleri (sarıya doğru olan renkler) ise daha az sarsılacak alanları göstermektedir. Özetle bu harita Erzurum'un çok önemli bir deprem bölgesi olduğunu ve il merkezinin de deprem olduğu takdirde en fazla sarsılacak alanlardan biri üzerinde yer aldığını açıkça göstermektedir.



Şekil 1- Erzurum Deprem Tehlike Haritası (<https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>)

Erzurum kent merkezi zemini alüvyon olan illerimizden biridir. Deprem dalgaları bu tür zeminler tarafından büyütülerek binalara iletilir. Zemin büyütmesi olarak tanımlanan bu durum bir deprem olduğu takdirde Erzurum kent merkezinin zayıf zeminler üzerinde yer alan kısmının kaya üzerinde yer alan kesimlerden daha şiddetli olarak sarsılacağı, bunun sonucunda da hasar oranının fazla olacağı anlamına gelmektedir. 30 Ekim 2020 de İzmir'e 70 km uzakta meydana gelen Sisam Adası-Kuşadası Körfezi Depremi İzmir kent merkezinde büyük hasar yaratmış, bunun ana nedeni olarak da düşük yapı kalitesi yanı sıra zemin büyütmesi gösterilmiştir. Benzer durum 24 Ocak 2020 Sivrice depreminde Elazığ'da yaşanmıştır. Öte yandan yapılan araştırmalar büyük bir depremde Erzurum kent merkezinin bilhassa ova içerisinde kalan kesimlerinde sıvılaşma olaylarının da yaşanabileceğini göstermektedir. Belli büyüklüğe ulaşan depremlerde belli koşullara sahip zeminlerde meydana gelebilen sıvılaşma, zeminin üstündeki yapıları taşıyamamasına neden olmakta, yapılar yer sarsıntısının bir sonucu olan bu olay nedeniyle de hasar almaktadır.

Deprem hasar nedeni ne yazık ki yer sarsıntısı ile sınırlı değildir. Deprem belli bir büyüklüğün üzerinde olursa (ülkemiz için bu değer fay türü ve odak derinliğine göre farklılıklar göstermekle birlikte yaklaşık olarak 6.5 ve daha büyüktür) depremi yaratan fay yüzeye kadar ulaşıp burada metrelere varan oranda yırtılmalar, çökmeler ya da kabarmalara neden olmaktadır. “**Yüzey Faylanması Tehlike Kuşağı**” olarak adlanan bu deformasyon kuşağı içindeki yapılar çoğu zaman yıkılır ya da ağır hasar alır. Bu raporun amacı içerisinden diri (geçmişte deprem üretmiş, gelecekte de deprem üretme potansiyeli olan) fayların geçtiği illerde yaşayanları ve bu bölgelerden sorumlu yönetimleri konudan haberdar etmek, uyarmak ve tedbir almalarını sağlamaktır. Çünkü başta deprem olmak üzere doğa kaynaklı tüm olaylarla baş edebilmenin tek yolu riski bilmek ve yönetmekten geçmektedir. Risk yönetimi çalışmalarında geri kalan toplumlar krizi yönetmek zorunda kalırlar ki bunun bedeli riski önlemekten çok daha ağırdır. Bu raporda üzerinde durulan konu sadece diri faylar ile sınırlı olup depremin sarsıntı etkisini ve buna bağlı olarak gelişen heyelan, sıvılaşma, sel ve benzeri tehlikeleri kapsamamaktadır.

Diri faylar yeraltında bulunan ve hareket ettiklerinde depremlere neden olan kırık düzlemleridir. Ülkemizde yıllardır yapılan çalışmalarla diri fayların nerelerde olduğu ve geçmişte hangi sıklıkta ve hangi büyüklükte deprem ürettikleri araştırılmaktadır. Yenilenmiş Türkiye Diri Fay Haritası (TDFH) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından 2013 yılında yayınlanmış olup Şekil 1 de verilen tehlike haritası da bu diri fay haritası üzerine inşa edilmiştir. TDFH 1:25.000 ölçeğinde hazırlanmış olduğundan gösterdiği faylar imar planları içerisinde kullanılabilir hassasiyette haritalanmış değildir. Bu haritalar fayların nerelerden geçtiğini belli bir hassasiyette gösterirler, ancak bunların 1:1.000 ve 1:5.000 ölçekli yerbilim araştırmalarıyla kontrol edilmeleri ve fayların hassas yerlerinin çok disiplinli konuya özel çalışmalar ile hassas olarak belirlenmeleri gerekir. Öte yandan deprem biliminde hala çok sayıda bilinmezlik vardır. Örneğin günümüzden yüzlerce hatta binlerce yıl önce oluşmuş bir depremin nerede olduğu net olarak bilinemez, sadece tarihsel kayıtlara bağlı olarak tahminlerde bulunulabilir. Oysa gelecek depremlerin anlaşılmasında geçmişin bilinmesi çok önemlidir. Bu nedenle bu raporda verilen bilgiler bilinenlerin yanı sıra tahmin ve olasılıkları da içermektedir.

GENEL KONUM

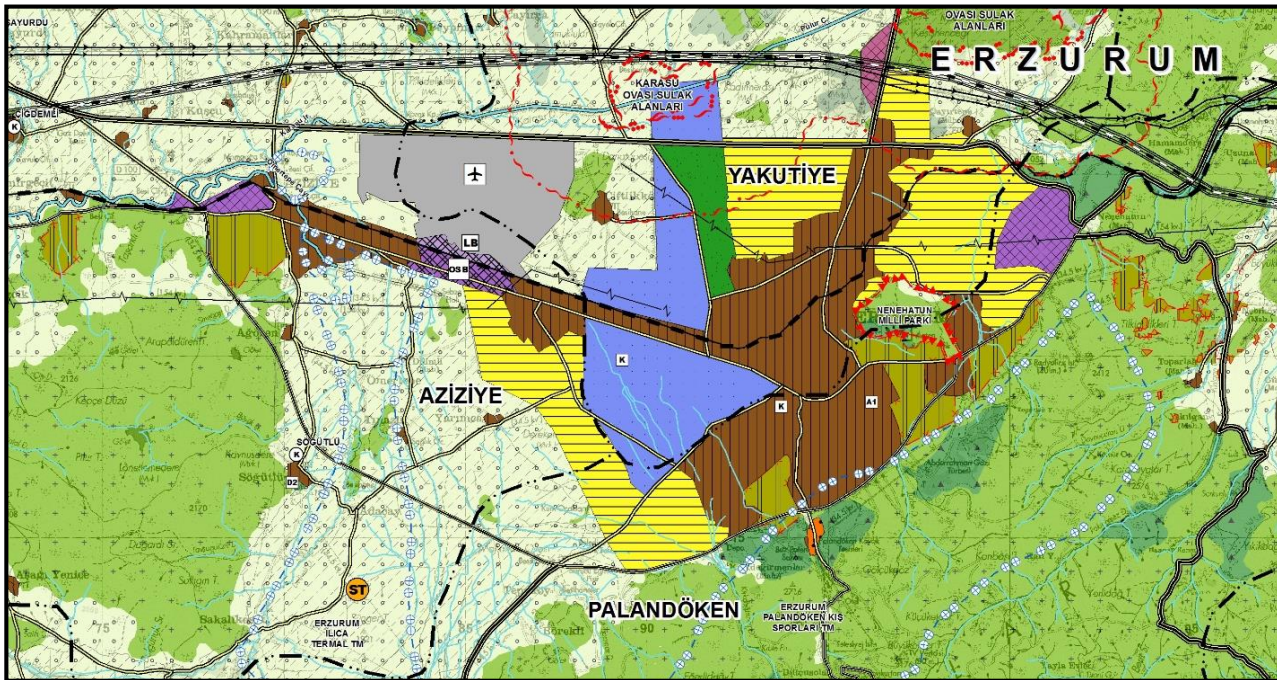
Doğu Anadolu’da yer alan Erzurum İli, jeolojik açıdan Doğu Anadolu sıkışma sisteminin bir sonucu olan doğru atımlı fayların yoğun olduğu bir coğrafyada yer alır. Gerek Erzurum gerekse komşusu olan iller tarihsel (1900 öncesi) ve aletsel (1900 sonrası) dönemlerde yıkıcı depremler ile sarsılmış ve önemli hasara uğramışlardır. Jeolojide bir temel kural vardır; Bir yer geçmişte depremlerden etkilenmiş ise gelecekte de etkilenecektir.

Erzurum kent merkezinin büyük bir bölümü alüvyon zemin birimleri üzerinde yer alan bir bölgede yerleştiği için depremlerde zeminden kaynaklanan olumsuzluklar yaşamış ve gelecekte de yaşayacak olan bir ilimizdir. Alüvyon zeminler yukarıda da değinildiği gibi zayıf mühendislik özellikleri nedeniyle depremden kaynaklanan sarsıntıyı binalara iletirken olduğundan daha fazla büyütmede, bu da deprem dalgalarını söndüren zeminlere oranla hasarın çok daha fazla olmasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra bu tür zeminler depremden heyelan, sıvılaşma, oturma, yanıl yayılma gibi problemlere de yol açmaktadır. Zeminlerin deprem davranışı ancak detaylı zemin araştırmalarını kapsayan mikrobölgeleme çalışmaları ile ortaya konulmaktadır. Bu çalışmalardan sonra eğer ekonomik sınırlar içerisinde kalıyor ise zemindeki olumsuzlukları önleyecek uygun önlemler deprem olmadan önce alınabilmektedir.

Erzurum kent merkezi zayıf bir zemine sahip olmanın, bu nedenle de olası bir depremden şiddetle sarsılacak olmanın yanı sıra il merkezindeki binalarının altından diri fay geçen illerimizden biridir. Bu

nedenle Erzurum'un 6.5 dan büyük bir olası depremde hem depremin yaratacağı şiddetli sarsıntı hem de yüzey faylanması tehlikesi nedeniyle hasar alması beklenmektedir. Bu durumda en akıllıca yaklaşım yapıların deprem sarsıntısını karşılayacak biçimde kurallara uygun hale getirilmesidir. Ayrıca diri fayların yerinin net olarak belirlenmesinin ardından fay sakinim bantı üzerindeki bina ve bina türü yapıların zaman içerisinde kaldırılarak bu alanlardaki nüfus yoğunluğunun azaltılması, yüzey faylanması tehlike kuşağı içerisindeki yerlerin farklı biçimde (park, günübirlik tesisler vb) kullanılması, henüz yerleşim olmayan bu tür alanlar varsa da bunların bina ve bina türü yapılar için kullanılmak üzere imara açılmaması gerekir.

Mikrobölgeleme çalışmaları ve Deprem Master Planı bir ilin deprem ile mücadelesinin temel adımları ve alınabilecek önlemlerin yol haritasıdır. Mikrobölgeleme çalışmaları sayesinde zemin yapısı detaylı bir biçimde öğrenilir, deprem üretme potansiyeli olan diri faylar belirlenir ve böylece Deprem Master Planı doğru bir temel üzerine oturtulur. Erzurum doğrudan fay hatları/zonları üzerine oturmasına rağmen bu iki temel çalışmadan da yoksundur. Erzurum-Erzincan-Bayburt Planlama Bölgesi 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı, 644 sayılı Kanun Hükmünde Kararnamenin 7.maddesi uyarınca 12.11.2015 tarihinde onaylanmıştır. Plan bu tarihten sonra 7 defa değişikliğe uğramış olup son plan değişikliği 07.02.2020 tarihinde yapılmıştır. Çevre düzeni planlarında diri faylar dikkate alınmamıştır (Şekil-2). Ancak plan hükümlerinde *“alt ölçekli planların hazırlanması aşamasında, afet riskinin (deprem, sel, heyelan v.b.) değerlendirilmesi ve her ölçekteki plan için mevzuat kapsamında plan ölçeğine uygun jeolojik/jeoteknik etütlerin yaptırılması zorunludur. Aktif fay hatlarının bulunduğu alanlar, taşkın riskli alanlar ve sivilaşma riski yüksek alanlarda yapılacak etütler doğrultusunda gerekli önlemlerin plan kararına dönüştürülmesi zorunludur.”* denilmektedir.



Şekil 2-Erzurum ili çevre düzeni planı (Haritadaki renklerin açıklaması aşağıda verilmiştir)



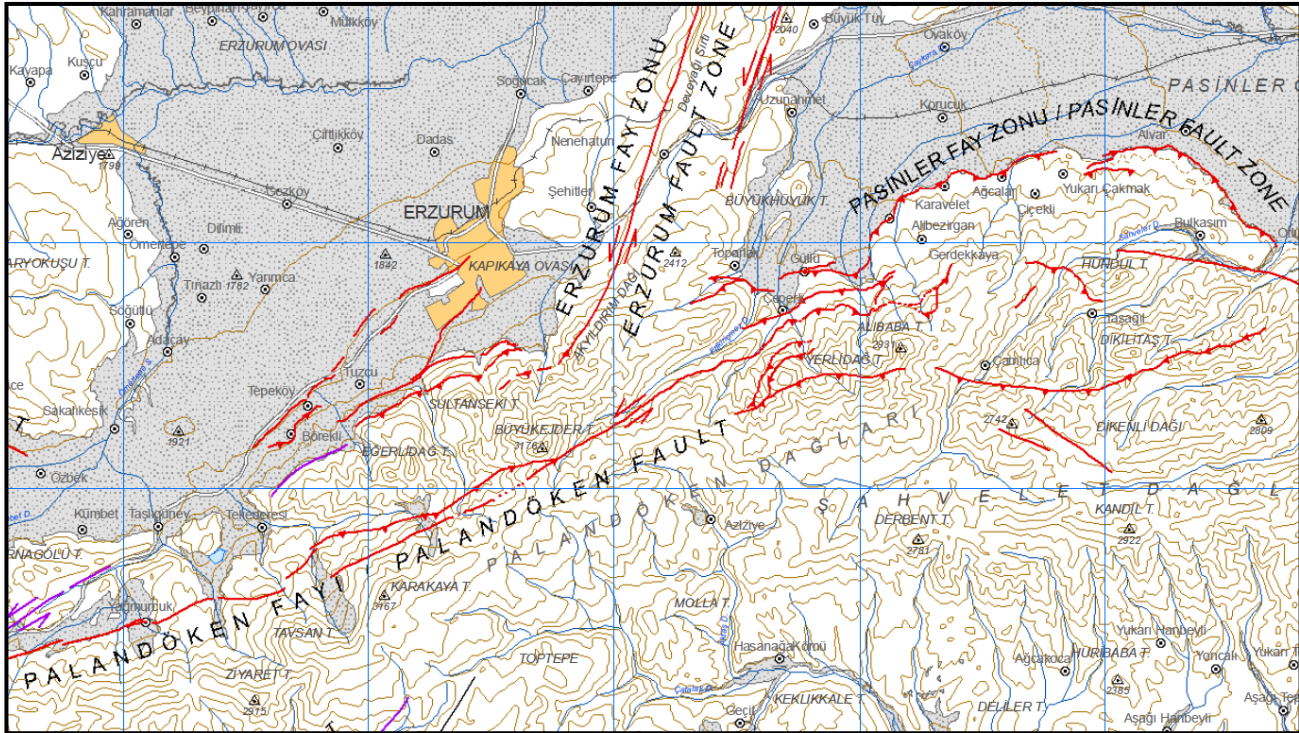
Yine Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından onaylanan Çevre düzeni planlarının çoğunluğunun birbirinden farklı formatta hazırlandığı, hazırlanan çevre düzeni planları ve buna ilişkin raporların Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan "Türkiye mekânsal strateji plan raporunda" irdelenmesi istenilen temel eksenlerden bir olan "Doğal Yapı, Doğal Afetler ve Ekosistem Servislerinde Sürdürülebilirlik Ekseninde Etkilenecek Muhtemel Alanlar"ın yeterince değerlendirilip Çevre Düzeni Planlarına işlenmediği görülmektedir.

NÜFUS ve YERLEŞİM

25.005 km² lik bir alan kaplayan Erzurum ilinin toplam nüfusu 2019 sayımına göre 762.062 dir. Erzurum iline bağlı toplam 20 ilçe bulunmaktadır. Bu ilçelerden il merkezini oluşturan ilçeler Aziziye, Palandöken ve Yakutiye ilçeleridir. Aziziye ilçesinde 63.502, Palandöken ilçesinde 172.337 ve en yoğun olarak 186.993 kişi ile Yakutiye ilçesinde yaşamaktadır.

JEOLJİ ve TOPOĞRAFYA

Erzurum il merkezi güneydeki Palandöken dağlarının eteğinde kuzeybatıya bakan bir ova üzerinde kurulmuştur. Jeolojik olarak büyük ölçüde 70-100 milyon yıl yaşlı kayalar ve 10-15 milyon yıl kadar yaşlı volkanik kayalardan oluşan güneydeki dağlık alan ile kuzeybatıda yer alan ve ovayı dolduran eski ve yeni alüvyon çökelleri arasındaki sınır çoğu yerde diri faylar tarafından oluşturulmuştur (Şekil 3).



Şekil 3- TDFH na göre Erzurum ve çevresindeki diri faylar (Kırmızı renkli kalın çizgiler faylardır. Gri noktalı alanlar alüvyon birimlerini göstermektedir. Emre vd., 2013 ten alınmıştır)

ERZURUM İLİNİ ETKİLEMİŞ OLAN ÖNEMLİ DEPREMLER

Erzurum 1900 yılı öncesi çok sayıda depremden etkilenmiştir. Ancak yörede çok sayıda diri fay bulunması ve bunların sıklıkla deprem üretmiş olması yüzünden Erzurum içerisinde geçen fay(lar)ın tarihsel dönemde hangi tarihlerde ve hangi büyüklükte deprem ürettikleri çok net olarak bilinmemektedir. Bölgeyi etkilemiş olan depremlerin en önemlileri arasında 1268 (IX şiddetinde, 15.000 can kaybı), 1458 (X şiddetinde, 32.000 can kaybı), 1482 (X şiddetinde ?), 1584 (VIII şiddetinde, 15.000 can kaybı), 1790 ve 1794 1844, 1850, (VIII şiddetinde), 1852 (Tahminen 7,3 büyüklüğünde), 1859,1875 ve 1886 depremleri sayılabilir. Bunlardan bilhassa 1859 depremi şehirde yakın zamanda önemli hasar yaratmış ve 1000 civarında can kaybına neden olmuş bir deprem olarak bilinmektedir.

1900 sonrasında (aletsel dönem) Erzurum'da büyüklüğü 6.9 a varan çok sayıda deprem meydana gelmiştir. 1924 Erzurum- Horosan (Ms: 68, 60 ölü), 1952 Erzurum-Pasinler (Mw:5.8, 41 ölü), 1983 Erzurum-Narman(Mw:6.9, 1155 ölü), 1984 Erzurum-Şenkaya(Mw:6.4, 3 ölü) olmak üzere bu depremlerde can kaybı 1.259, ağır hasarlı bina sayısı ise 20.000 den fazladır.

ERZURUM'DAKİ DİRİ FAYLAR NEREDE?

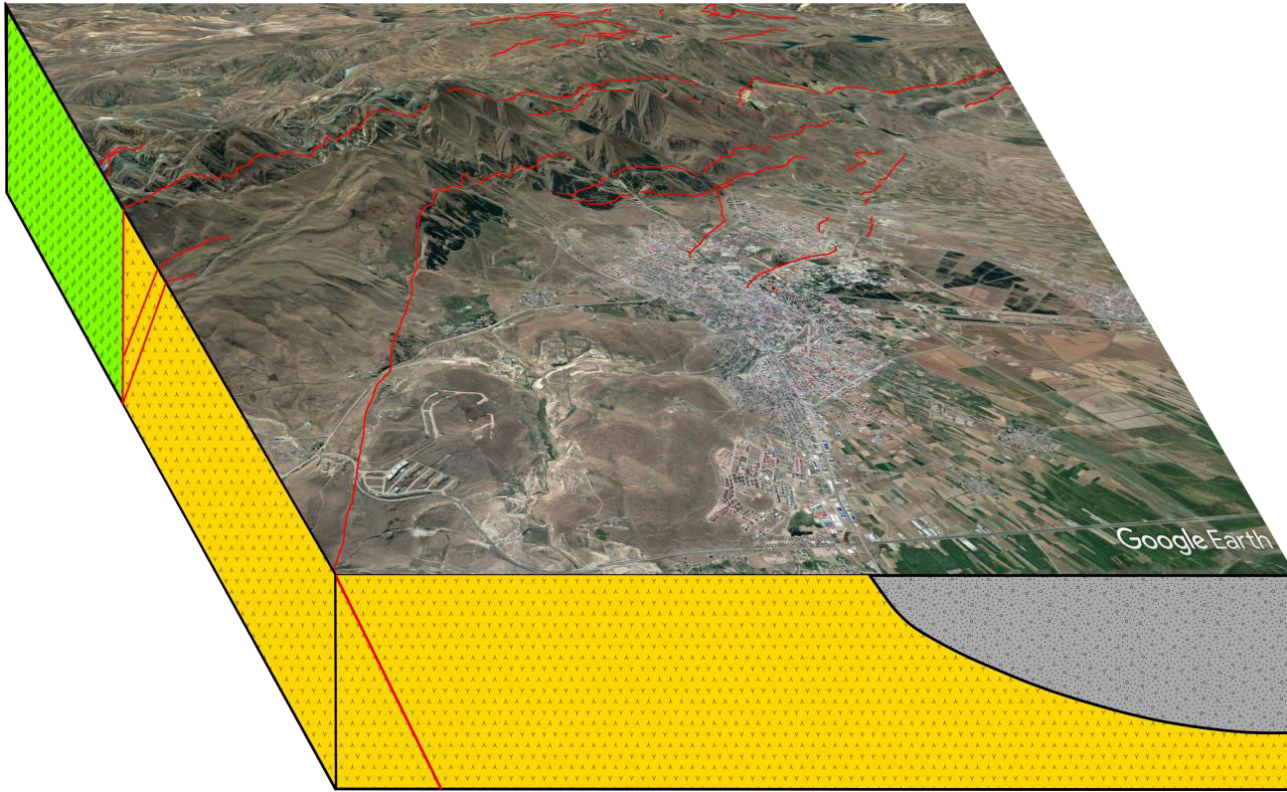
TDFH na göre Erzurum il merkezinin içinden ve güneyinden geçen faylar vardır. Bunlardan güneyde yer alan Palandöken Fay Zonu sol yanal atımlı bir fay olup Palandöken dağı boyunca uzanmaktadır. Kuzeyde yer alan Erzurum Fay Zonu ise birbirine paralel çok sayıda faydan oluşur. Kent merkezinin güneydoğusunda Börekli ve Tuzcu mahallelerinden geçen fay kent merkezine doğu uzanır, saha sonra kuzeydoğuya doğru devam eder.



Şekil 4-Türkiye Diri Fay Haritasına göre Erzurum kent merkezi ve yakınından geçen diri faylar. Yerlerinin hassas olarak bilinmemesi nedeniyle faylar 100 m kalınlığında şeritler olarak gösterilmiştir. Yapılacak araştırmalar ile fay yerlerinin hassas olarak belirlenmesi gerekmektedir.

Diri fayların haritalanması farklı disiplinlerden veri girişi ile jeoloji mühendisliği temelinde yapılacak paleosismolojik araştırmalar sonucu gerçekleştirilir. Diri fayların yerlerinin imar planlarına altlık oluşturacak hassasiyette haritalanması ile geçmişte hangi büyüklükte ve hangi sıklıkta deprem ürettiği, dolayısı ile gelecekte ne zaman ve ne büyüklükte deprem olabileceğine yönelik olasılıkların belirlenmesi jeolojik, jeofizik, jeodezik, jeomorfolojik ve bunlar üzerine oturacak paleosismolojik araştırmalarla mümkündür. Bu çalışmaların nasıl yapılacağına dair kılavuz TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası(https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/b39a04c6cfc6c3b_ek.pdf?tipi=&туру=&sube=) tarafından

yayınlanmıştır. Diri fayların Erzurum il merkezinden geçtiği bilinmekte ise de fayın tam olarak nereden geçtiği ve bu fay üzerinde son birkaç depremin hangi tarihlerde olduğu henüz yeterli detayda araştırılmamıştır.



Şekil 5- Erzurum'un genel yeraltı yapısı: Kırmızı çizgiler diri fayları, sarı ve yeşil alanlar yaşlı kayaları, noktali gri alan alüvyonları göstermektedir.

Erzurum'un depremselliği bununla da sınırlı değildir. Erzurum kent merkezinin yanısıra eskiden köy statüsünde bulunan 10'u aşkın mahallesi doğrudan diri fay hatları veya zonları üzerine oturmaktadır.

SONUÇLAR

Ülkemizin çoğu yerleşimleri gibi Erzurum da diri fay üzerinde yer alan ve deprem tehdidi altında yaşayan bir ilimizdir. Depremler yer sarsıntısı yarattıklarında çok uzak alanlarda bile yıkıma neden olabilmektedir. Yer sarsıntısının şiddeti depremin uzaklığı ve büyüklüğünün yanı sıra zemin koşullarından da önemli oranda etkilenmekte ve zayıf mühendislik özelliklerine sahip zeminler deprem dalgalarının genliğini artırarak üstündeki binalara aktarmaktadırlar. Mikrobölgeleme çalışmaları ve deprem senaryoları ile bir bölgede zemin yapısı ve depremin yaratması olası yer sarsıntısı belirlenebilir. Bir yapı beklenen yer sarsıntısına göre ve geçerli en son Bina Deprem Yönetmeliği koşullarına uygun olarak inşa edilirse can kayıplarına yol açmaz. Ancak yaşanan depremlerde; yapıların etüt ve projelendirme süreçlerindeki hata veya eksiklikler, yapı üretimi sırasındaki malzeme ve işçilik hataları ile denetimden kaynaklanan zafiyetlerden dolayı çok sayıda yapının ağır hasar gördüğü veya yıkıldığı görülmektedir. Deprem zararların azaltmanın ve depreme hazır olmanın en önemli unsurlarından biri yapıların olası bir depreme hazır olmasıdır.

Deprem belli büyüklüğü geçtiğinde ise faylar yüzeye ulaşmakta, üzerinde bulunan yapıların yırtılmasına, bir yana yatmasına ya da devrilmesine yol açmakta, böylece yapıların çökmesine ya da çok ağır hasar almasına neden olmaktadır. Erzurum'un geçmişinde bu büyüklükte depremler olmuştur, gelecekte de olma olasılığı vardır.

Depremden yüzey faylanması sonucu zarar görecekteki yapılar için alınabilecek en temel tedbir diri fayların yerlerinin hassas bir biçimde belirlenmesi, bu faylar üzerindeki alanların zaman içerisinde boşaltılarak yapı ve nüfus yoğunluğunun azaltılması, gelecekte bu alanlar için yapı sınırlaması getirilmesi ve imar planlarının zemin koşulları ve yüzey faylanması tehlikesine uygun olarak yapılmasıdır.

Erzurum'un gelecekteki bir olası depremi en az zararla atlatabilmesi için:

- Erzurum Valiliği veya Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından kent ölçeğinde uluslararası uygulama örnekleri de baz alınarak Mikrobölgeleme çalışmalarının yapılması, mikrobölgeleme çalışması yapılmış yerleşim birimleri var ise bunların yenilenmesi,
- Mikrobölgeleme çalışmaları kapsamında diri fayların yerinin ve özelliklerinin, farklı disiplinlerden veri girişi ile jeoloji mühendisliği araştırmaları temelinde yapılacak paleosismolojik araştırmalarla net olarak belirlenmesi,
- Yukarıdaki çalışma sonuçlarından elde edilecek bilgiler ve diğer disiplinlerden (inşaat, mimarlık, şehir plancıları vd) edinilecek bilgiler ve diğer afet olasılıkları ışığında Deprem Master Planlarının hazırlanması,
- Deprem master planı dikkate alınarak kentin gelişim ve yerleşim stratejilerinin belirlenmesi gerekmekte olup bu çerçevede aktif fay hatlarının çevre düzeni haritalarına işlenmesi ve aktif fay zonlarının sakinlik bantı içinde kalan alanların 1. Derece doğal eşik değerler arasına alınması ve bina ve bina türü yapılar için sınırlama getirilmesi,
- Nazım ve uygulama imar planlarının çevre düzeni planlarında yapılan bu değişikliklerden sonra gözden geçirilerek, aktif fay hatlarının sakinlik batlarının imar planlarına işlenerek yenilenmesi,

gerektiği düşünülmektedir.

Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından hazırlanan bu rapor Erzurum İli yönetimi ve karar vericilerini ilin deprem ve diri fay tehlikesi hakkında uyarıcı ve yönlendirici olma amacındadır. Odamız bu konuda talep edildiği takdirde iş birliğine hazırdır.