

## TMMOB JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI

## FAY ÜZERİNDE YAŞAYAN İLLERİMİZ: ERZİNCAN RAPORU-17

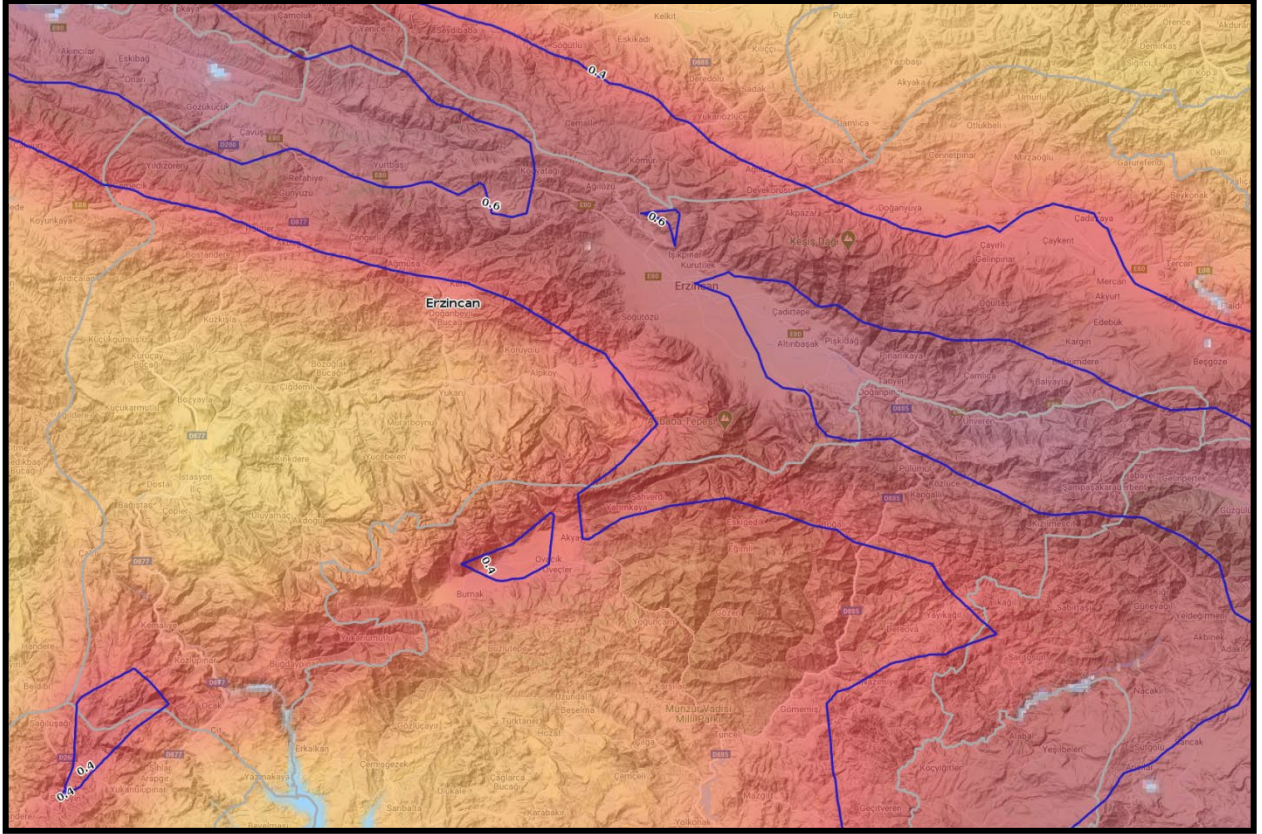
**GİRİŞ**

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. Depremin büyüklüğü, yakınlığı ve şiddeti arttıkça yarattığı sarsıntı ve buna bağlı olarak hasarlar da artmaktadır. 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 (TBDY) 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.

Erzincan ilimizin deprem tehlike haritası Şekil 1 de verilmiştir. Haritadaki mavi çizgiler önümüzdeki 50 yıl içerisinde gerçekleşme olasılığı %10 dan fazla bir depremde Erzincan topraklarında meydana gelmesi beklenen yer sarsıntısı miktarını göstermektedir. Mavi çizgiler ve renkler bu sarsıntının ilin farklı

bölgelerinde yer çekiminin %60'ını aşacağını (0.6 yazılı çizgilerin koyu renge doğru olan tarafı), %60 ile %40'ı arasında olacağını (0.4 ve 0.6 yazan çizgilerin arası) ve daha düşük (0.4 yazan çizgilerin açık renge doğru olan tarafları) olacağını göstermektedir. Özetle bu harita Erzincan'ın çok önemli bir deprem bölgesi olduğunu ve il merkezinin de deprem olduğu takdirde en fazla sarsılacak alanlardan biri üzerinde yer aldığını açıkça göstermektedir. Aslında Erzincan, Türkiye Cumhuriyeti'nin 1939'da yaşadığı en büyük depremden bu yana deprem tehlikesi altında olduğu bilinen bir ilimizdir.



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

Erzincan 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, Erzincan kent merkezinin kaya üzerinde yer alan bölgelere oranla çok daha şiddetli olarak sarsılacağı, bunun sonucunda da hasar oranının fazla olacağı anlamına gelmektedir. Yakın dönemlerden örnek vermek gerekirse doğrudan fay üzerinde yer alan Erzincan bir yana, 30 Ekim 2020 de İzmir'e 70 km uzakta meydana gelen Sisam Adası-Kuşadası Körfezi Depremi bile İzmir kent merkezinde büyük hasar yaratmış, bunun ana nedeni olarak da düşük yapı kalitesinin yanı sıra zemin büyütmesi gösterilmiştir. Benzer durum 24 Ocak 2020 Sivrice depreminde Elazığ'da yaşanmıştır. Öte yandan gerek geçmişte yaşanan depremler gerekse yapılan araştırmalar büyük bir depremde Erzincan 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.

Depremın 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 ulaşmış burada metrelerce varan oranda yırtılmalar, çökmeler ya da kabarmalara neden olmaktadır. “**Yüzey Faylanması Tehlike Kuşağı**” olarak adlandırılan 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, uyararak 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, yanal yayılma, kaya düşmesi, sel baskını 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 için kullanılabilir hassasiyette haritalanmamıştır. 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 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 olmuş 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 KÖNÜM

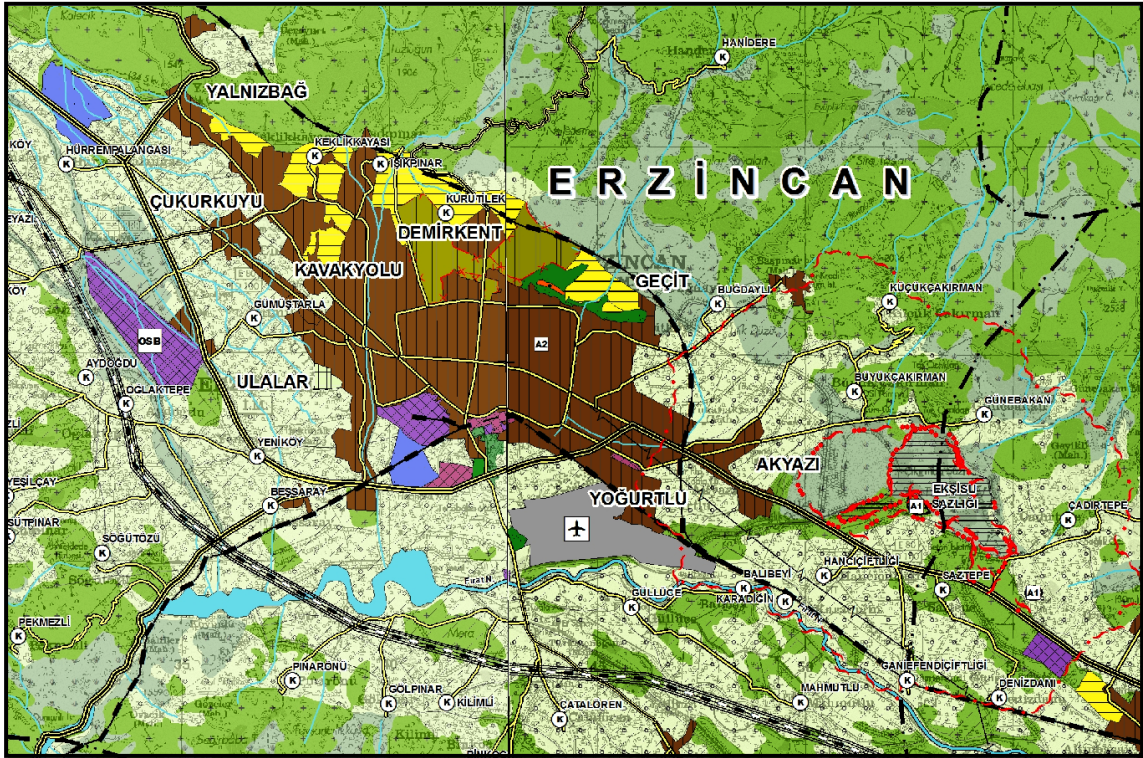
Doğu Anadolu’da yer alan Erzincan İli, jeolojik açıdan Dünya’nın en önemli faylarından biri olan Kuzey Anadolu Fayı üzerinde ve bu fayın, oluşmasında temel etken olduğu bir ova içerisinde yer alır. Gerek Erzincan ve ilçeleri gerekse komşusu olan iller tarihsel (1900 öncesi) ve aletsel (1900 sonrası) dönemlerde yıkıcı depremler ile sarsılmış ve önemli hasara uğramışlardır. Jeolojide bir temel kural vardır: Bir yer geçmişte depremlerden etkilenmiş ise gelecekte de etkilenecektir.

Erzincan kent merkezi neredeyse tamamı 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 sönümlendiren zeminlere oranla hasarın çok daha fazla olmasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra bu tür zeminler depremden heyelan, sıvılaşma, oturma, yanal 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.

Erzincan 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

geçmişte 8'e yaklaşan büyüklükte depremlerden etkilendiği bilinen Erzincan, gelecekte de bundan daha düşük bir olası depremde bile yine hem depremin yaratacağı şiddetli sarsıntı hem de yüzey faylanması tehlikesi nedeniyle hasar alması beklenen bir ilimizdir. Bu durumda en akılcı 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, günübürlük 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. Erzincan 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-Erzincan ili çevre düzeni planı (Haritadaki renklerin açıklaması aşağıda verilmiştir)



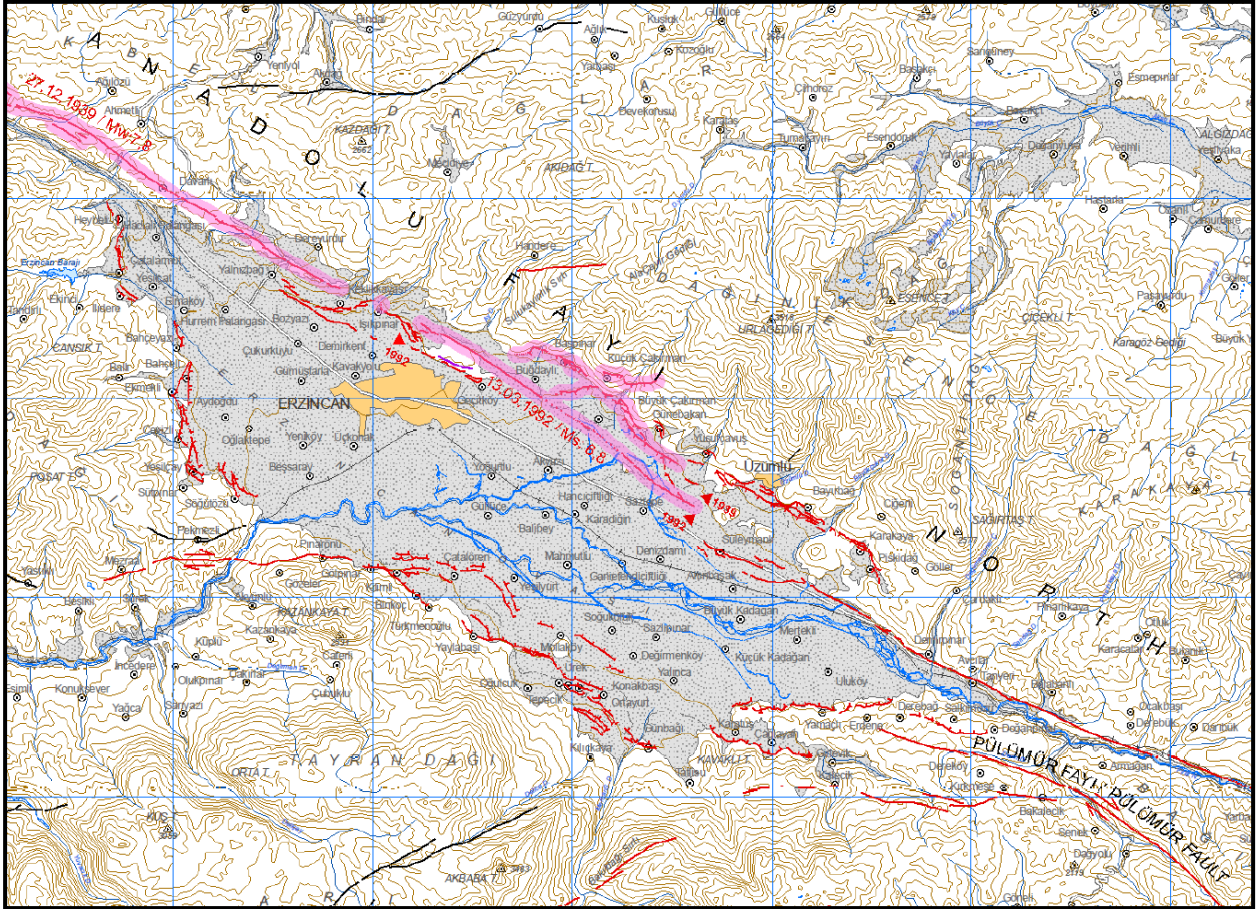
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından onaylanan Çevre düzeni planlarının çoğunluğunun birbirinden farklı formatta hazırlandığı, hazırlanan çevre düzeni planları ve buna ilişkin raporların Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan "Türkiye Mekânsal Strateji Plan Raporu"nda irdelenmesi istenilen temel eksenlerden bir olan "Doğal Yapı, Doğal Afetler ve Ekosistem Servislerinde Sürdürülebilirlik Eksenini Çerçevesinde Etkilenecek Muhtemel Alanlar"ın yeterince değerlendirilip Çevre Düzeni Planlarına işlenmediği görülmektedir.

## NÜFUS ve YERLEŞİM

11.903 km<sup>2</sup> lik bir alan kaplayan Erzincan ilinin toplam nüfusu 2020 sayımına göre 234.431 dir. Merkez ilçe dahil 9 ilçesi bulunan Erzincan il merkezinde 160.786 kişi yaşamaktadır. Merkez ilçeye bağlı toplam 51 belde/köy bulunmaktadır.

## JEOLJİ ve TOPOĞRAFYA

Erzincan il merkezi kuzeydeki Akı Dağı'nın eteğinde güneybatıya bakan bir ova üzerinde kurulmuştur. Jeolojik olarak büyük ölçüde 10-15 milyon yıl ve daha yaşlı kayalardan oluşan bu dağlık alan ile ilin üzerine oturduğu ovayı dolduran alüvyon çökelleri arasındaki sınır çoğu yerde diri faylar tarafından oluşturulmuştur (Şekil 3).



Şekil 3- TDFH na göre Erzincan ve çevresindeki diri faylar (Kırmızı renkli kalın çizgiler faylardır. Etrafı turuncu haleli çizgiler fayların 1939 ve 1992 depremlerinde yüzeye ulaşan kırıklarını göstermektedir. Gri noktalı alanlar alüvyonlardır. Emre vd., 2012 ten alınmıştır)

## ERZİNCAN İLİNİ ETKİLEMİŞ OLAN ÖNEMLİ DEPREMLER

Kuzey Anadolu Fayı üzerinde yer alan Erzincan, bu konumu yüzünden gerek tarihsel gerekse aletsel dönemde büyük ve yıkıcı depremlerden etkilenmiştir. Kuşkusuz bu depremlerden en bilinen ve hatırdaki kalanı Türkiye'nin bilinen en büyük ölçülmüş depremi olan 1939 Erzincan depremi 26 Aralık'ı 27 Aralık'a bağlayan gece meydana gelmiş, Ms=7,9 büyüklüğündedir. Bu deprem, bilindiği kadarıyla Türkiye'de 1668

yılından beri yaşanan en büyük depremdir. Deprem, tüm ülkeyi etkilemiş ve toplam alanının 1/20'sinde hasar yapmıştır, çok soğuk bir mevsimde meydana gelen deprem, yaşamı derinden etkilemiş ve o dönemde 17 milyon nüfusu olan ülkede 30.000'den fazla insanın ölmesine neden olmuştur. Deprem, Kuzey Anadolu Fayı'nın Erzincan-Amasya arasında uzanan 350 km'lik bölümünde yüzey faylanması (yüzey kırığı) meydana getirmiştir. Yüzey kırığı boyunca 7,5 m, ortalama 4 m civarında sağ yönlü yatay atım gelişmiştir.

13 Mart 1992 tarihinde saat 19:08'de Erzincan ilinin güneydoğusunda meydana gelen bir diğer önemli depremin büyüklüğü 6,8 Ms olarak ölçülmüştür. Bu depremde 653 kişi ölmüş, 8057 bina hasar görmüş ya da yıkılmıştır. 1992 depremi de 1939 Erzincan Depremi'nin merkez üssü yakınında meydana gelmiştir. Kuzey Anadolu Fayı'nın etkisi altındaki şehrin tarihinde bugüne dek meydana gelmiş 6 büyük deprem bilinmektedir.

### ERZİNCAN'DAKİ DİRİ FAYLAR NEREDE?

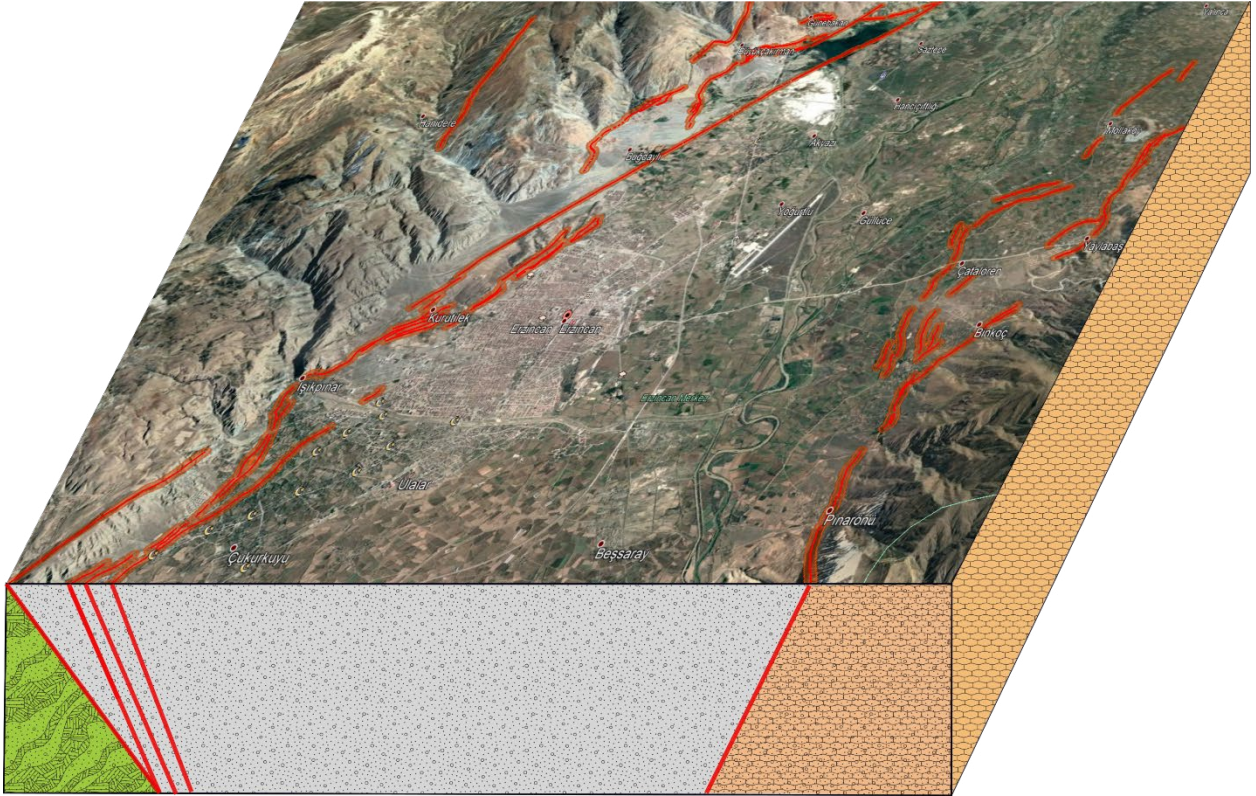
TDFH'na göre Kuzey Anadolu Fayı Erzincan il merkezinin hemen kuzeyinden geçmektedir. Erzincan ovası Kuzey Anadolu Fayı üzerinde gelişmiş çek-ayır tipi bir havzadır. Bu tür havzalar doğrultu atımlı faylar üzerinde gelişmekte ve buldukları yerlerde karmaşık bir fay yapısının gelişimine neden olmaktadır. Bu nedenle Erzincan çevresinde bilinen faylardan daha fazla diri fay bulunma olasılığı yüksektir.



Şekil 4-Türkiye Diri Fay Haritasına göre Erzincan kent merkezi ve yakınından geçen diri faylar. Yerlerinin hassas olarak haritalanmamış olması nedeniyle faylar 100 m kalınlığında şeritler olarak gösterilmiştir. Yapılacak araştırmalar ile fay yerlerinin hassas olarak haritalanması 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 tarafından yayınlanmıştır. Diri fayların Erzincan 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.

Erzincan'ın depremselliği bununla da sınırlı değildir. Erzincan kent merkezi ile birlikte Üzümlü ilçesi merkezi ile Erzincan'a bağlı 45 belde veya köy doğrudan fay zonu üstüne oturmaktadır. Çok sayıda köy yerleşim alanının fay zonları üstüne oturması nedeniyle Erzincan gerek son yüz yıllık dönemde gerekse tarihsel dönemde çok büyük depremlerle yüz yüze kalmış, büyük can ve mal kayıpları yaşamış illerimizin başında gelmektedir.



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

## SONUÇLAR

Ülkemizin çoğu yerleşimleri gibi Erzincan 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 işçilik 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. Erzincan'ın geçmişinde bu büyüklükte depremler olmuştur, gelecekte de olması olasıdır.

Depremden yüzey faylanması sonucu zarar görecektir 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.

Erzincan'ın gelecekteki bir olası depremi en az zararla atlatabilmesi için:

- Erzincan ili özelinde bazı faylar üzerinde farklı kurumlar tarafından kısmi olarak paleosismoloji çalışması yapıldığı bilinmekle birlikte, kent genelinde paleosismoloji yapılmayan ya da farklı araştırmacıların farklı sonuçlara ulaştığı fay hatları/zonları üzerinde gerekli araştırmaların yapılarak fayların geçtiği yerlerin ve deprem karakteristiklerinin tam olarak belirlenmesi
- Erzincan kent merkezinde zemin araştırmaları kısmen yapılmış olmakla birlikte il, ilçe ve içinde diri fay geçen köy yerleşimleri başta olmak üzere kent bütünündeki yerleşim yerlerinin tamamında mikrobölgeleme çalışmalarının yapılması,
- 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 sakinim 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 hatları ve varsa sakinim batlarının imar planlarına işlenerek yenilenmesi,
- Gerek İmara esas jeolojik jeoteknik etüt ve projelerinin, gerekse parsel bazlı zemin araştırma projelerinin konusunda yetkin jeoloji mühendisleri tarafından denetlenmesi, güvenilir veri üretilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle Erzincan Belediyesi ve Valiliğince kent bütününde yapılan jeolojik ve jeoteknik çalışmaların özel bir jeolojik jeoteknik veri tabanında toplanması ve yerleşim alanlarının zemin davranışlarının bütüncül olarak değerlendirilerek risk taşıyan alanların belirlenmesi

gerektiği düşünülmektedir.

Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından hazırlanan bu rapor ile Erzincan İli yönetimi ve karar vericilerinin, ilin deprem ve diri fay tehlikesi hakkında uyarılması ve yönlendirici olması amaçlanmaktadır. Odamız bu konuda talep edildiği takdirde iş birliğine hazırdır.