

# Mikrobölgeleme Çalışmaları ve Afet Senaryoları

Oktay Ergünay  
Jeofizik Mühendisi  
Ulusal Deprem Konseyi Başkan Yardımcısı

## JICA-İçişleri Bakanlığı Belediye Elemanları için Düzenlenen Zarar Azaltma Eğitimi Kursu (18-22 Eylül 2006)

### Tanım ve Kavramlar

Mekansal planlama çalışmaları yapılırken yerleşime açılması düşünülen boş alanlardaki tüm afet tehlikelerini, yapılaşmış alanlarda ise tüm afet risklerini büyük ölçekli haritalar üzerinde belirleyerek, güvenli arazi kullanımı ve bölgeleme kararlarının alınmasına, kentsel dönüşüm ve zarar azaltma planlaması çalışmaları için ise stratejik amaçlar, hedefler ve öncelikler belirlenmesine girdi sağlayan çok disiplinli çalışmalara afet tehlikesi ve riskinin yerel ölçeklerde belirlenmesi veya mikrobölgeleme çalışmaları diyoruz. Aslında mikrobölgeleme kavramı 1960'lı yıllarda, yeni iskana açılacak alanlarda, yerel ölçekte deprem tehlikesini belirlemeyi ve uygun alan kullanım kararları alınarak deprem zararlarını azaltmayı amaçlayan çalışmalar olarak başladığı için "sismik mikrobölgeleme" olarak ta adlandırılmaktadır.

Bu çalışmalar mekansal planlama yapılacak alanın büyüklüğüne bağlı olarak 1/100.000 ölçekten 1/1000 ölçeğe kadar farklı büyüklüklerde yapılabilmektedir. Doğal olarak ölçek büyüdükçe yerel tehlike ve risklerin harita üzerinde gösterilebilme imkanı ve çalışmanın hassasiyeti artmaktadır.

Bilindiği gibi, heyelan, çığ, kaya düşmesi, gibi münferit afetlerle depremlerin neden olduğu faylanma, yer hareketinin büyümesi, sıvılaşma gibi etkiler yereldir ve ancak büyük ölçekli haritalar üzerinde gösterilebilirler.

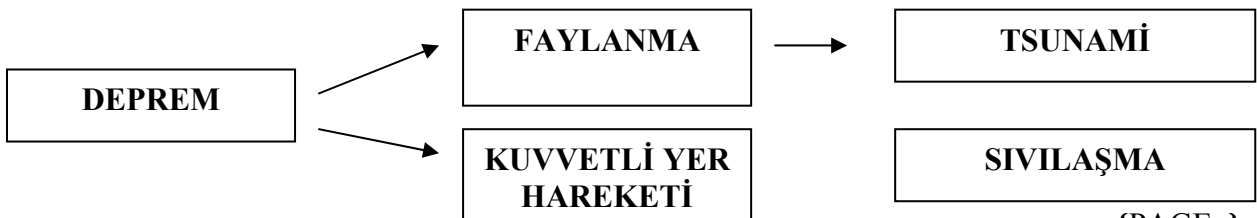
Deprem, su baskını tehlike haritaları gibi ülke ölçeğinde hazırlanan tehlike haritalarında yerel koşullardan kaynaklanan tehlikeleri belirlemek ve göstermek olanağı yoktur. Örneğin Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası deprem tehlikesini, yalnızca ortalama bir zemin cinsi kabul ederek, yer hareketinin ivmesi cinsinden göstermektedir. Bu haritada yerel zemin koşullarının yol açabileceği zemin büyütmesi, faylanma, sıvılaşma, farklı oturma, yanal yayılma, heyelan veya kaya düşmeleri gibi yerel tehlikeler mevcut değildir. Bir depremin neden olabileceği yerel tehlikeler Şekil 1'de özetlenmiştir.

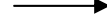
Nitekim Burdur (1971), Erzincan (1992), Dinar (1995), Adana-Ceyhan (1998) ve son olarak da İzmit Körfezi (1999) depremlerinde gözlenen, yer hareketinin büyümesi, sıvılaşma, farklı oturma ve yanal yayılma gibi yerel zemin problemlerinin yapılar üzerinde ne tür hasar ve kayıplara yol açtığı yaşanarak ta öğrenilmiştir.

Yıllardır bilinmesine rağmen afet tehlikesi ve riskinin yerel ölçekte belirlenmesi çalışmalarının bölge ve il kalkınma planları ile çevre düzeni, imar planları, turizm, kentsel dönüşüm ve yenileme planları aşamasında ihmal edilmesi veya "imar planlarının tanzimine esas jeolojik etüt" adı altında hiçbir amaca hizmet etmeyen basit yaklaşımlara geçtirilmesinin acı sonuçları yaşanmıştır.

Aslında deprem ve diğer doğal afet zararlarının azaltılmasında en akılcı ve etkili yöntemin her ölçekteki fiziksel (mekansal) planlama çalışması yapılırken tüm tehlikeleri belirlemek ve konut, sanayi, ticaret, rekreasyon gibi bölgeleme kararlarını, yerleşme düzeni ve yoğunluğunu, tüm altyapı sistemlerinin güzergahlarını, mevcut tehlikelerden en az etkilecek şekilde planlamak gerekmektedir.

**Şekil 1:** Bir depremin neden olabileceği yerel tehlikeler





<b>FARKLI OTURMA</b>
<b>HEYELAN</b>
<b>KAYA DÜŞMESİ</b>
<b>TOPOGRAFİK ETKİ</b>
<b>ZEMİN BÜYÜTMESİ</b>
<b>SEYÇ</b>

### **Yerel Ölçekte Deprem ve Diğer Doğal Afet Tehlikesinin Belirlenmesi Esasları**

Üzerinde yapılaşma olmayan yeni imara açılacak bir alanda yapılması gereken çalışmalar şöylece özetlenebilir:

- Alanı en çok etkileyen deprem kaynakları (diri faylar) ve bu kaynaklarda olabilecek en büyük depremler; derinlik, tekrarlanma süresi, kırılmanın şekli, devam süresi, doğurabileceği yer hareketinin büyüklüğü,
- Deprem büyüklüğü ile çalışılan alan arasındaki uzaklığa bağlı olarak kullanılacak azalım ilişkileri,
- Geçmiş depremlerle ilgili bilgiler, yüzey kırılmaları oluşup oluşmadığı, yerleri ve alanın mühendislik jeolojisi haritası,
- Alanın yer altı yapısının sismik kırılma ve yansıma , elektrik özdirenç yöntemleri gibi -jeofizik yöntemleri ile modellenmesi,
- En az 30 metre derinliğe kadar olan yer altı katmanlarındaki S dalga hızları, yer altı suyu derinliklerinin belirlenmesi,
- Mikrotremor ölçümleri ve zemin hakim periyodları ve zemin büyütmesinin belirlenmesi,
- Sıvılaşma, farklı oturma, yanıl yayılma olasılığı yüksek olan alanların belirlenmesi,
- Heyelan, su baskını, kaya düşmesi, çığ gibi diğer doğal afet tehlikelerinin mevcut olup olmadığı ve depremler sırasında zincirleme afetlere yol açıp açmayacakları,
- Alanın tsunami, baraj yıkılmaları gibi ek tehlikelerden etkilenip etkilenmeyeceği,

Ayrı ayrı olarak topoğrafik haritalar üzerinde belirlenen bu tehlikeler üst üste getirilerek bütünleştirilmiş afet tehlike haritaları haline getirilir. Bu konuda daha geniş bilgi için Kaynak 4'e bakılmalıdır.

Yukarıda özetlenen bu çalışmalardan anlaşılacağı gibi mikrobölgeleme çalışmaları çok disiplinli ekip çalışmalarıdır.

Bu çalışmalarda;

- Diri fayların, muhtemel yüzey kırıkları ile yüzey jeolojisinin, heyelan, çığ, kaya düşmesi gibi diğer doğal afet tehlikelerinin belirlenmesi için jeoloji mühendislerine,
- Bölgedeki depremsellik, tarihsel depremler, azalım ilişkileri, alanın yeraltı yapısı, P ve S dalga hızları, zemin hakim periyodları, zemin büyütmesi, davranış spektrumları gibi özelliklerin belirlenmesi için jeofizik mühendislerine,
- Alanı oluşturan zeminlerin mekanik özellikleri, sıvılaşma, farklı oturma, yanıl yayılma gibi özelliklerinin belirlenmesi için ise jeoteknik (inşaat) mühendislerine ihtiyaç duyulmaktadır.

## Çıktıların Mekansal Planlamaya Aktarımı

Mikrobölgeleme çalışmaları sonucunda elde edilen mikrobölgeleme haritaları ve eki raporlar, yapı tasarımı ile ilgili olmayıp, tamamen mekansal planlamaya yol gösteren ve deprem ve diğer doğal afet zararlarının azaltılmasında en akılcı yol olan, afete duyarlı planlama aracılığı ile afet zararlarının azaltılmasına yönelik bir araçtır. Çalışmalar sonucunda elde edilen ;

- Aktif veya muhtemel heyelan, kaya düşmesi, çığ gibi tehlikelere sahip alanlar, mekansal planlamada aktif yeşil alanlar veya rekreasyon alanları olarak ,
- Sellere maruz alanların ya çok düşük yoğunlukta ve yüksek su basma seviyeli konut alanları olarak ya da rekreasyon alanları olarak,
- Yüzey faylanması alanlarının çok düşük yoğunlukta, ayırık nizam konut alanları veya geçici tesis ve rekreasyon alanları olarak ,
- En güvenli yerlerin ise, bir depremden sonra hemen kullanılması gereken hastane, afet yönetim merkezleri, itfaiye grupları, büyük okullar ve yurtlar gibi yapılarla yüksek yoğunluklu konut ve ticaret merkezleri olarak kullanılması önerilmektedir. Plancı, planlamaya esas olan diğer analitik etütleri de dikkate alarak,bu öneriler doğrultusunda bölgeleme esaslarını,yapı nizamı ve yoğunluklarını belirleyecektir.

Mekansal planlamanın ana hedefi bugünkü ve gelecekteki kuşaklar için afetlerin etkilerinden korunmuş veya afet zararları azaltılmış, yaşam kalitesi yüksek, sağlıklı ve güvenli yaşam çevreleri oluşturmaktır. Planlama yapacağı alandaki afet tehlike ve risklerini elde eden bir plancının öncelikleri ise:

- Olası can kayıpları ve yaralanmaları azaltmak,
- Yangın, su baskını, heyelan, çevre kirlenmeleri gibi zincirleme afet olaylarının oluşumunu engellemek,
- Ekonomik kayıpları sınırlı düzeyde tutmak,
- Arama- kurtarma ve tıbbi ilk yardım faaliyetlerini kolaylaştırmak,
- Acil yardım faaliyetlerinin zamanında, hızlı ve etkili olarak yapılmasına imkan sağlamak,
- İyileştirme ve yeniden inşa faaliyetlerinin kısa sürede gerçekleştirilmesine kolaylık sağlamak, olmalıdır.

## Afet Senaryoları

Bilindiği üzere yapıların depremlerden hasar görmesi ana hatlarıyla; depremlerin ve yerel zeminlerin yukarıda belirtilen ana özelliklerin yanı sıra, mevcut yerleşmenin ve yapıların özellikleri ile de doğrudan ilgilidir.Yapılaşmış alanlarda afet tehlikesinin belirlenmesi çalışmaları sonucunda elde edilen ve farklı büyüklük ve konumlardaki tehlikelerin meydana gelmesi halinde,mevcut yerleşme ve yapılaşma üzerinde yol açabileceği tüm hasar, zarar ve kayıplarla sorunları tahmin etmeye yarayan belgelerafet senaryoları olarak adlandırılmaktadır. Afet senaryoları il, ilçe ve yerleşmelerde zarar azaltma, il kurtarma ve yardım ve kentsel dönüşüm planlarının hazırlanmasına temel teşkil eder. Afet senaryolarında tüm tehlike ve risklerin dikkate alınması ve senaryoların olabildiğince gerçekçi olması arzu edilir. Çalışmaların temelini yine mikrobölgeleme çalışmaları oluşturur. Bu çalışmalar sonucunda belirlenen yerel tehlikelerin gerçekleşmesi halinde, yerleşim alanlarında meydana getireceği can kayıpları, yaralanmalar, yapı ve altyapı hasarları, tetiklenebilecek zincirleme tehlike ve riskler, sosyal ve ekonomik kayıpları tahmin etmek ana amaçtır. Senaryolardan elde edilen sonuçlar, zarar azaltma planlarının stratejik amaçlarının ve eylem (uygulama) planlarının önceliklerinin belirlenmesi açısından önem arz etmektedir.

Afet senaryoları geçmişte meydana gelmiş olan, deprem ve diğer doğal afetlerden elde edilen sonuçlar kullanılarak hazırlanabileceği gibi, bu sonuçlar esas alınarak geliştirilen tecrübeye dayalı yada matematiksel modelleme teknikleri kullanılarak oluşturulan benzeşim modelleri kullanılarak hazırlanabilmektedir. Coğrafi bilgi sistemleri destekli bu tür benzeşim modelleri kullanılarak farklı tür ve büyüklüklerdeki afetlerin neden olabileceği fiziksel, sosyal ekonomik ve çevresel tüm etkiler, bu etkilerin mekanda dağılımları , can kayıpları ve yaralanmalar, yapı ve altyapı hasarları ,acil ihtiyaçlar, mevcut kapasiteler, istenildiği taktirde afet yöneticileri için müdahale öncelikleri, ihtiyaçların nerelerden ve nasıl temin edileceği gibi hususlar da senaryolara dahil edilebilmektedir. Afet senaryolarına örnek olarak Bursa İli için hazırlanmış bir senaryo ekte sunulmaktadır.

## Sonuç

Mikrobölgeleme çalışmaları ve afet senaryoları yerel ölçekte afet tehlikesi ve risklerini belirlemeyi amaçlayan çalışmalardır. Bu çalışmalar, bir ilin gelişme planı veya çevre düzeni planlarının hazırlanmasına esas olmak üzere hazırlanabileceği gibi, imar planlaması amacıyla da ,daha büyük ölçekte ve daha detaylı olarak hazırlanabilirler.

İl ölçeğinde yapılan çalışmalar,ilin sahip olduğu afet tehlikesi ve riskini , çalışmanın ölçeği nedeniyle, ana hatlarıyla belirleyen çalışmalar olduğu için illerin gelişme planları,zarar azaltma stratejik planları ve il kurtarma ve yardım planlarının hazırlanmasına kullanılırlar.

Ülkemiz pratiğinde mikrobölgeleme yaklaşımı, imar planlaması ölçeklerinde ,1 / 10.000, 1/ 5000, 1/1000 gibi, ve arazilerin fonksiyonel kullanımı amacıyla alınan bölgeleme ( zoning) pratiğine esas oluşturması amacıyla, yapılaşmamış alanlardaki deprem ve diğer doğal tehlikelerini belirleyip, bu tehlikelerin olası zararlarını, uygun bölgeleme ve yapılaşma kararlarıyla, azaltmak için başlatılmış çalışmalardır.

Ancak yapılaşmış alanlardaki gelişme ihtiyaçları, meydana gelen deprem ve diğer doğal afetlerin sonuçlarından elde edilen dersler,yapılaşmış ve yapılaşmamış alanların birlikte incelenmesi gereğini ortaya çıkarmıştır. Bu tür bir yaklaşımla,bölge, il ,ilçe ve belediye ölçeklerinde doğal afet tehlikesi ve risklerini belirleyerek, zarar azaltma, kensel yenileme ve dönüşüm planlarını hazırlamak ve uygulama faaliyetlerinin ( eylem planları ) önceliklerini belirlemek mümkün olmaktadır.

Mikrobölgeleme çalışmalarının teknik detayları Kaynak- 4'te geniş olarak verilmektedir.Çalışmalara il ölçeğinde ve ilin gelişme ve çevre düzeni planlarına esas olmak üzere il özel idarelerince başlanmalı ve ilin deprem tehlikesi ve riski öncelikle belirlenmelidir. Bu temel çalışma, belediyelerin nazım ve uygulama imar planlarının hazırlanması aşamalarında yapacakları mikrobölgeleme çalışmaları içinde ana girdi olacaktır.

Mikrobölgeleme çalışmaları,kaynak- 4'te önerildiği gibi, yalnızca 1inci ve 2 inci derece deprem bölgeleri içersinde yer alan ve nüfusu 30.000 üzerindeki yerleşmeler için değil, her yerleşme için yapılmalıdır. Ancak, yapılacak teknik çalışmaların detayı, yerleşmenin ve yapılaşmanın önemi, büyüklüğü,mevcut deprem tehlikesi, yerel zemin koşullarına bağlı olarak belirlenmelidir. Bu verilerde,il ölçeğinde yapılan 1/25000 ölçekli çalışmalarda ana hatlarıyla belirlenmiş olacaktır. Böylece,sahip olduğu tehlike ve risk ana hatlarıyla bilinmeden, her yerde aynı standart uygulamanın yapılması gibi ekonomik olmayan ve çoğu zamanda uygulanması olanaksız olan çözümlerden vazgeçilebilecektir.

## Kaynaklar:

1. O Ergünay. Türkiye'de Mikrozon çalışmaları ve Gediz kasabası uygulaması. İMO Teknik Bülteni 1971(8):115-128
2. O Ergünay. Mikrobölgeleme. Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni 1973(2):10-31
3. O Ergünay. Fiziksel planlama sırasında deprem zararlarının azaltılması Mimarlık 1977(153/4)
4. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü. Belediyeler için sismik mikrobölgeleme el kitabı . DRM.2000.
5. İstanbul için mikrobölgeleme çalışması, JİCA, 2003.
6. Depremlerde Hasar Erken Tahmin Sistemi. Koçak D, Gönen A, İnan E, Güler H. Türkiye Kızılay Derneği. AFOM, 2004.
- 7 . Bütünleşik Afet Tehlike Haritalarının Hazırlanması Esasları. Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı.2004. Ankara.