

*Dr. Mahir E. Ocak*

*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

# Yapay Depremler

Son zamanlarda yapılan bilimsel araştırmalar, yeraltından petrol ve kaya gazı çıkarmak için yapılan çalışmaların depremleri tetikleyebileceğini gösteriyor. Hatta bazı araştırmacılar petrol ve kaya gazı çıkarılan bölgeler için deprem tahminleri yapmaya bile başladı.





2008'den önce ABD'nin Teksas eyaletindeki Forth Worth bölgesinde tek bir deprem bile olmamıştı. Ancak bu tarihten sonra 200'ün üzerinde deprem meydana geldi. Eyalet genelindeki depremlerin sayısı 6 kat artmış durumda. Yine ABD'nin Oklahoma eyaletindeki depremlerin sayısında da 160 kat artış görüldü ve bu depremlerin bazıları binalara, yollara ve insanlara zarar verdi. Bilimsel çalışmalar, yaşanan bu ani değişikliklerin petrol ve kaya gazı çıkarmak için yapılan sondajlarla ilişkilendirilebileceğini gösteriyor.

Şirketlerin yeraltına bıraktığı atık sular yapay depremleri tetikliyor. Hatta sondajların sebep olacağı yapay depremlerle ilgili 1 yıllık tahminler yapıldı. Bugüne kadar kaydedilen en büyük yapay deprem 2011 yılında Oklahomada yaşandı ve Richter ölçeğine göre 5,6 büyüklüğündeydi. Ancak bilim insanları, yapay depremlerin büyüklüğünün nadiren de olsa 7,0'ye kadar çıkmasının mümkün olduğunu düşünüyor. Bu büyüklükte depremler, çok geniş bir alanda çok büyük yıkımlara sebep olabilir.





## Yapay Depremlerin Tarihi

Yapay depremlerin yeni bir kavram olduğu söylenemez. Yeraltına pompalanan sıvıların yapay depremleri tetikleyebileceğine dair ilk bulgular 1960'lar-  
de elde edilmişti. 1961 yılında Denver (ABD) civarında kimyasal silah fabrikasında zararlı atıkları içine boşaltmak için derin bir kuyu kazılmıştı. Atıklar kuyunun içine pompalanmaya başlandıktan birkaç ay sonra yer sarsıntıları olmaya başladı. 1962 ile 1966 arasında bölgede kaydedilen irili ufaklı depremlerin sayısı 700'ün üzerinde. Kuyuya pompalanan sıvıların hacmi ve basıncıyla meydana gelen depremler arasında ilişki kurulabileceğini fark eden ilk kişi David Evans isimli bir jeologdu. 1966 yılında yayımladığı bir makalesinde "uygulanan sıvı basıncının kararlı bir sistemi kararsızlaştırdığı" sonucuna varmıştı. Aynı yıl atık sıvı kuyusu kapatıldı, ancak depremler bir süre daha büyüyerek devam etti. Geçmişte pompalanan sıvı yeraltında yayıldıkça yeni kırıklarla karşılaş-



tı ve yeni depremleri tetikledi. Bu kuyunun sebep olduğu yapay depremlerin en büyüğü 1968 yılında yaşandı ve Richter ölçeğine göre 4,8 büyüklüğündeydi. Daha sonra büyüklüğü giderek azalmaya başlayan depremler 1981 yılına kadar devam etti.







1969 yılında bilim insanları yeraltına pompalanan atık sularla depremler arasındaki ilişkiyi bilimsel yöntemlerle incelemeye başladı. Bu amaçla farklı basınçlarla yeraltına pompalanan atık sıvının derin kalyardaki yayılımını incelendi. Sonuçlar belirli bir eşik değeri aşıldığı zaman depremlerin meydana geldiğini, sıvı basıncı bu eşik değerin altında kaldığındaysa depremlerin olmadığını gösteriyordu. Dolayısıyla deneyler, pompalanan atık sıvılarının basıncının ayarlanması ile yapay depremlerin kontrol edilebileceğini gösteriyordu. Takip eden yıllarda yapay depremler üzerine pek çok bilimsel çalışma yapıldı ve süreç daha iyi anlaşıldı. Ancak 2000'li yıllara gelindiğinde kaya gazı çıkarma faaliyetleriyle beraber yapay depremler yeniden ortaya çıktı. Kaya gazı çıkarma faaliyetlerinin yoğun biçimde devam ettiği ABD'nin çeşitli bölgelerinde hemen hemen her gün doğal süreçlerle açıklanamayacak depremler meydana geliyor. Örneğin Rocky Mountains bölgesinin doğusunda 1967-2000 döneminde her yıl ortalama 21 deprem meydana gelmişti. Ancak kaya gazı çalışmaları başladıktan sonra 2010-2012 döneminde her yıl ortalama 100 deprem meydana geldi. Bu durum yeraltına pompalanan atık sularla ilişkilendiriliyor.

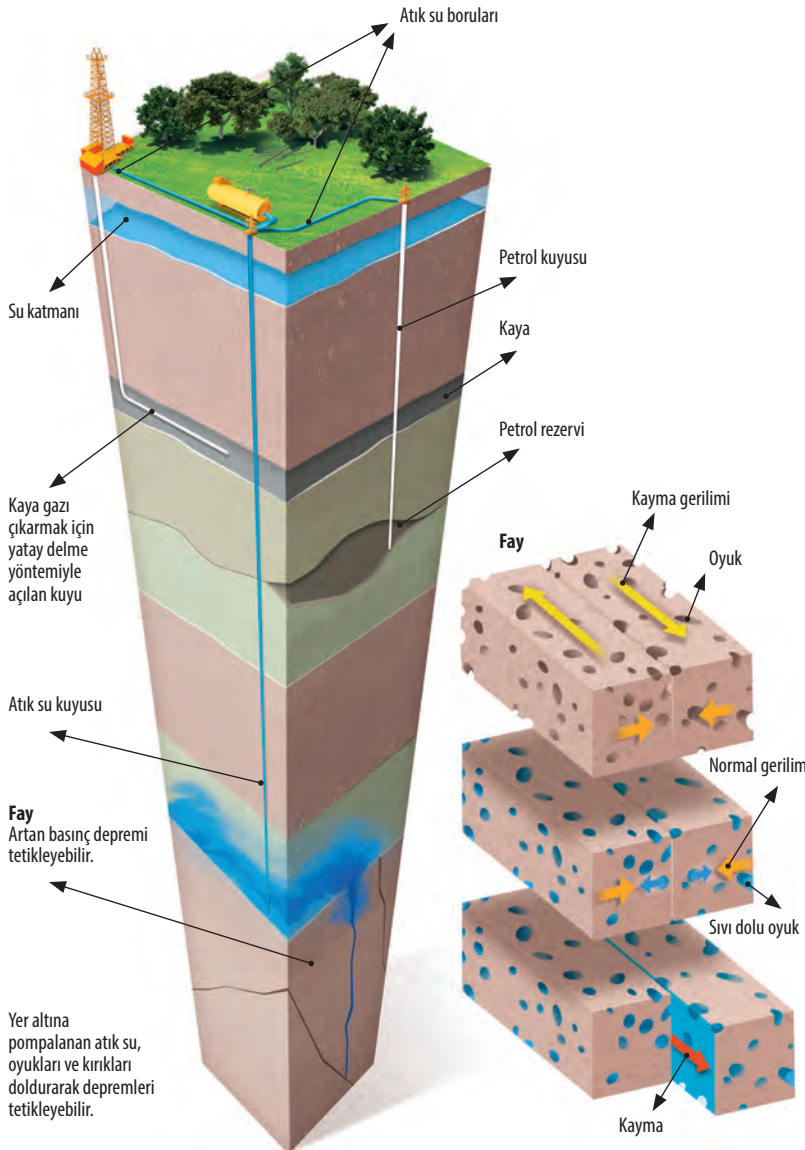
## Yapay Depremlerin Mekanizması

Günümüzde meydana gelen yapay depremlerin altında hidrolik kırılma olarak adlandırılan bir yöntem yatıyor. Bu yöntemde yeraltındaki kayaları kırmak ve kaya gazının ya da petrolün ortaya çıkmasını sağlamak için kimyasal maddeler ve kumla birlikte milyonlarca litre su yeraltına pompalanıyor. Yeraltı kaynağı kuyu boyunca yukarı çıkarken beraberinde çok miktarda aşırı derecede tuzlu bir sıvı da geliyor. Çoğu zaman içinde doğal radyoaktif maddeler de bulunan, bitkiler ve hayvanlar için hayli zararlı bu atık sıvı, içme suyu kaynaklarını kirletmemesi için yeryüzünün herhangi bir bölgesine bırakılmıyor.

Onun yerine atık sıvılardan kurtulmak için özel olarak tasarlanmış borularla gaz çıkarılan bölgeden çok daha derinlerdeki boşluklu kayaların içine bırakılıyor. Kuyuya boşaltılan sıvı miktarı arttıkça faylar üzerindeki basınç artıyor. Kritik bir seviye aşıldıktan sonra faylarda kaymalar meydana geliyor ve deprem oluyor. Üstelik deprem riski sadece kuyunun bulunduğu bölgeyle sınırlı değil. Orijinal kuyuların kilometrelerce uzağında depremler meydana gelebiliyor ve tehlike on yıl hatta daha fazla süre devam ediyor.

Depremlerde yaşanan artışın nedenlerinden biri yatay delme olarak adlandırılan yeni bir yöntem. Bu yöntemle kazılan kuyular önce dikey olarak yeraltına indikten sonra 90 derece dönüyor ve yatay olarak ilerliyor. Böylece geniş alanlara yayılan yeraltı kaynaklarını yeryüzüne çıkarmak için farklı yerlerde çok sayıda kuyu kazmaya gerek kalmıyor. Yatay delme yöntemiyle kazılan tek bir kuyuyla kilometrelerce uzaktaki bölgelere ulaşmak mümkün. Geleneksel yöntemlere göre çok daha kısa sürede çok daha büyük miktarda rezervi yeryüzüne çıkarmaya imkân veren bu yöntem, aynı zamanda kısa süre içinde yer altına çok büyük miktarda atık su pompalanmasına da neden oluyor.

### Yapay Depremlerin Oluşumu



### Yapay Deprem Araştırmaları

Kaya gazı çıkarma faaliyetleriyle beraber depremlerde artış görülmeye başlandıktan sonra pek çok kişi depremlerle atık su kuyuları arasındaki ilişki hakkında çekimserdi. Ancak bugün pek çok bilim insanı yapay depremler üzerine çalışmalar yapıyor. Hatta bazı araştırmacılar sismolojik modeller kurarak meydana gelebilecek yapay depremlerle ilgili tahminler yapmaya bile başladı. Fakat hâlâ cevaplanmayı bekleyen pek çok soru var. Örneğin neden bazı bölgelerde çok sık yapay deprem meydana gelirken bazı bölgelerde neredeyse hiç yapay deprem olmuyor. Bu durumun bir sebebi, az deprem görülen bölgelerde atık kuyularına boşaltılan sıvıların basıncının depremlerin meydana gelmesi için gerekli eşik değere henüz ulaşmaması olabilir. Ayrıca bu durum fayların yapısı ve yönelimiyle de ilişkilendirilebilir. Günümüzde pek çok araştırmacı bu ve benzeri soruları cevaplayacak gelişmiş sismolojik modeller oluşturmak için çalışmalar yapıyor.

Şema: Erhan Balıkcı

**Kaynak**  
Kuchment, A., "Drilling for earthquakes", *Scientific American*,  
<http://www.scientificamerican.com/article/drilling-for-earthquakes>, 2016.