

Depremler yeraltı suyu seviyelerini ve su kalitesini nasıl etkiliyor?



24 02 2023

Dursun Yıldız

Hidropolitik Akademi Direktörü

Kuyulardaki yeraltı suyu seviyeleri, sismik dalgalar geçtiğinde yukarı ve aşağı salınım yapabilir. Sismik dalgalar sona erdikten sonra su seviyesi bir süre daha yüksek veya düşük seviyelerde kalabilir, ancak bazen bir depremin ardından yeraltı suyu seviyelerinde uzun süreli değişiklikler de olabilir. ABD 'nin Jeolojik Araştırma Merkezi'nin ölçümlerinde bir kuyuda kaydedilen en büyük deprem kaynaklı su salınımının 1-1,5 m arasında değiştiği tespit edilmiştir.



Yeraltısuyunun kalitesinin, tipik olarak sarsıntının en azından hissedilecek kadar güçlü olduğu yerlerde depremlerden etkilenebileceği belirlenmiştir. Oluşan sarsıntı , kuyuya su sağlayan kayalardaki gözeneklerden ve çatlaklardan gevşek tortuları çıkaracağından kuyunun suyu bulanıklaşabilmektedir. Ancak bu durum genellikle geçicidir. Büyük ve şiddetli depremler kanalizasyon hatlarına, doğal gaz hatlarına veya tehlikeli maddeler taşıyan bir altyapıya zarar vererek yeraltısuyu kalitesi üzerinde daha ciddi etkiler meydana getirebilmektedir.

Kaynak ve kuyu suları depremlerden önce ve sonra genellikle küçük kimyasal değişiklikler gösterebilirler. Bu durum deprem sarsıntısının yüzeyin altındaki geçirgenliği artırabileceğini ve akiferleri, farklı kimyasal özelliklere sahip su içeren yakındaki oluşumlarla biraraya getirebileceğini ortaya koymaktadır. Bu değişiklikler çok küçük olup insan sağlığına tehlike oluşturma olasılığı da düşüktür.

Depremler Yeraltı Suyu Seviyelerini Nasıl Etkiler (5)?

Çok büyük depremler, kuyu çevresindeki yerel jeolojik koşullara bağlı olarak, binlerce kilometre uzaktaki bazı kuyularda su seviyesinde dalgalanmalara bile neden olabilmektedir.

Depremlere yeraltı suyu seviyesindeki tepkiler depremlerin merkez üslerine yakın ve uzak yerlerde onlarca yıldır araştırılıyor. En yaygın yeraltı suyu seviyesi tepkisi, su seviyesinin salınımıdır. Bu sık sık meydana gelir, ancak bunu yakalayacak sıklıkta ölçüm yapılmadığı için genellikle kaydedilemez. Bu seviye değişiklikleri, bir kuyuya ilave akışı sağlayacak kadar büyük olabilir veya bir depremin yakınındaki bir kuyunun kurummasına da neden olabilir. Bununla birlikte, su seviyesi değişiklikleri 50 -60 cm veya daha azdır. Deprem öncesi su seviyesine geri dönüş anında olabileceği gibi günler veya aylar sürebilir veya hiç gerçekleşmeyebilir.

Yeraltı suyu seviyesindeki salınım çoğunlukla depremin sismik dalga dizisi geldiğinde oluşur ancak dalga dizisi geçtikten sonra da gözlemlenebilir. Ancak bilim insanları ayrıca bir depremden önceki yeraltısuyu seviyesindeki değişiklikleri de (presismik) araştırmaktadır.

Yeraltı suyu seviyelerindeki seviye değişimleri daha çok bir depremin merkez üssünün 'yakın alanında' meydana gelir(2). Çünkü deprem, akifer sistemleri de dahil olmak üzere yer kabuğunu gerilime ve deformasyon kuvvetlerine maruz bırakır. Bu deformasyon süreci, akifer sistemlerindeki sıvı basıncının değişmesine neden olur ve sonuç olarak birbirinden farklı su seviyeleri oluşturabilir(2). Sistem üzerindeki gerilme ve kuvvet etkileri değişken olduğundan, su seviyesi değişiklikleri yukarı veya aşağı yönde olabilir. Sığ kuyularda üstteki tortuların sıkışması yeraltı suyu seviyesini yükseltebilir. Alternatif olarak, çatlaklı bir kaya akiferinde, kuyuya su sağlayan çatlaklar bir depremin dalga dizisi tarafından genişletilebilir, tıkanabilir veya kapatılabilir. Yeni su taşıyan kırıklar bile oluşturulabilir. Sonuç olarak bu sistemlerdeki su seviyeleri kalıcı olarak artabilir veya azalabilir(2).

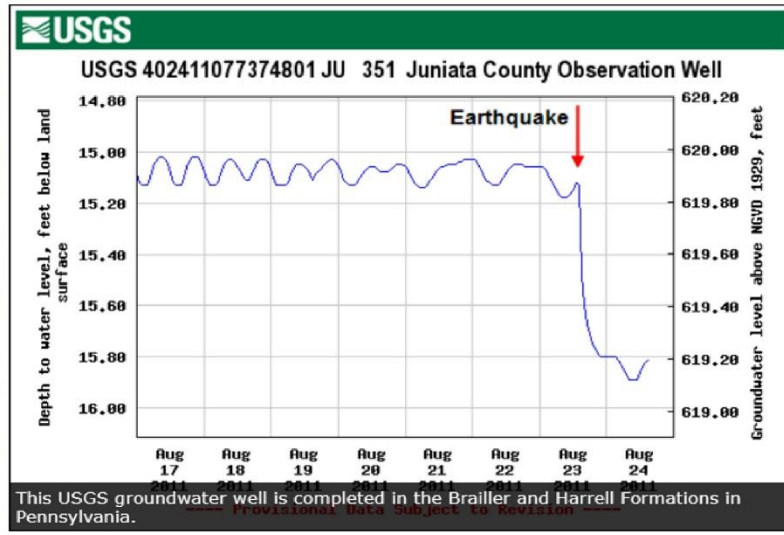
Hidrograflar(5)

ABD'de ABD nin Jeolojik Araştırmalar Merkezi (USGS), ve işbirliği yaptığı kuruluşlar tarafından büyük depremlerden sonra su seviyesi değişikliklerinin izlendiği bir yeraltı suyu kuyuları gözlem ağı mevcuttur.

Tüm kuyular, her depremden sonra su seviyesinde değişiklik göstermez ve yeraltısuyunun depreme verdiği tepki de kuyudan kuyuya değişebilir. Zaman içindeki yeraltı suyu seviyelerinin değişimini gösteren grafiğe hidrograf denir. Büyük bir deprem olması durumunda, kullanıcılar USGS Ulusal Su Bilgi Sistemi (NWIS) web sitesi aracılığıyla bu kuyulardan bazıları için gerçek zamanlı hidrografları görüntüleyebilmektedir. (the USGS National Water Information System (NWIS) web site)

İki kuyuda deprem sonrası oluşan yeraltısuyu su seviyelerinin karşılaştırılması

Montgomery County, Virginia'daki USGS yeraltı suyu Sahası 370812080261901, dünya çapındaki büyük depremlerin bir sonucu olarak su seviyesinde dalgalanmaları gösterdiği bilinmektedir.



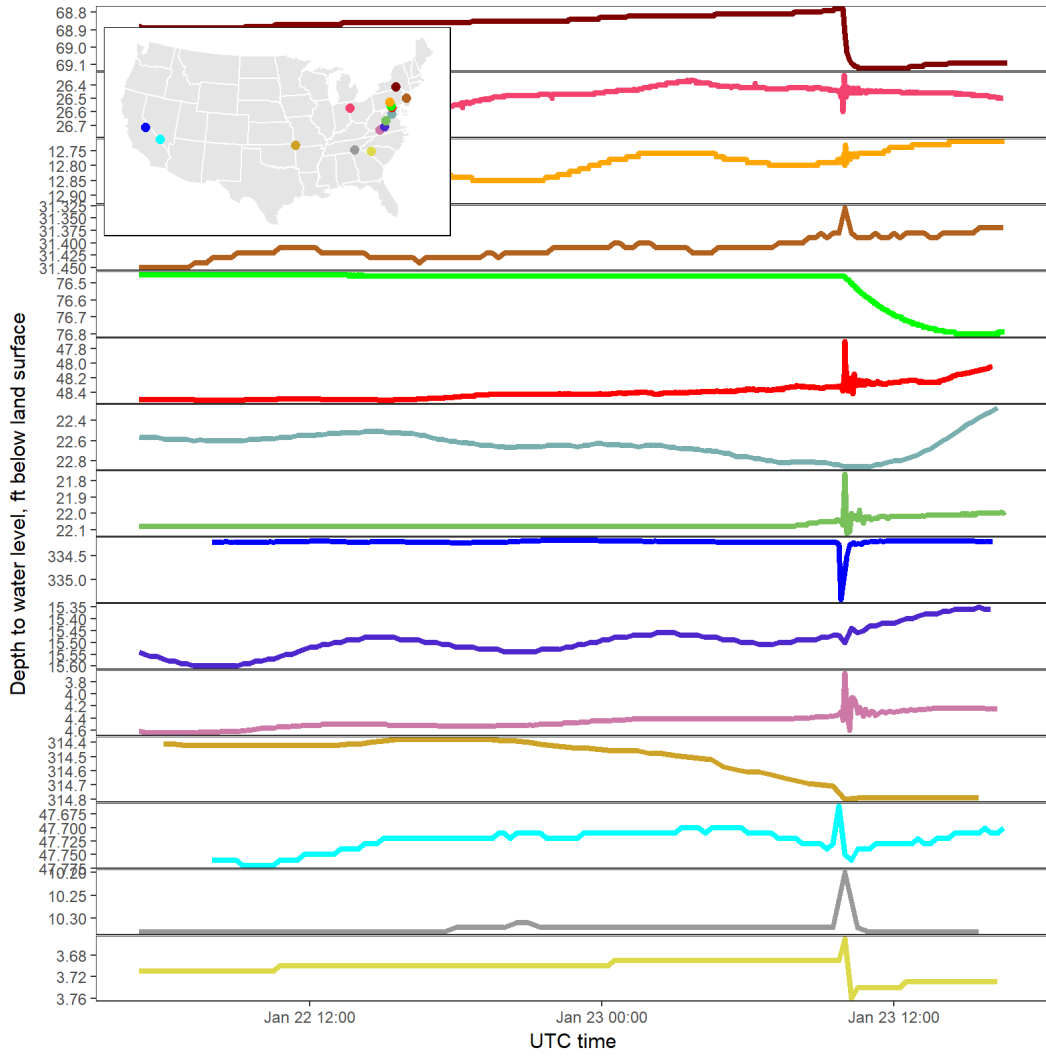
Tolland County, Connecticut'taki USGS Hidrojeofizik Şubesinin yeraltı suyu sahasındaki ölçüm istasyonunun ölçüm sıklığı yeraltı suyu seviyeleri ile depremler arasındaki ilişkiyi daha iyi gözlemlemek için her beş dakikada bir olarak değiştirildi.



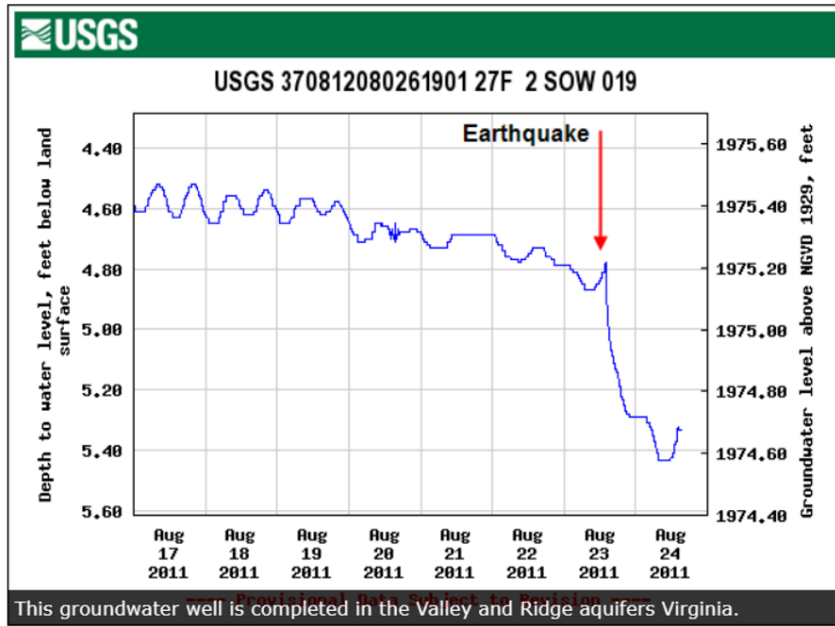
Yukarıdaki grafik, 23 Ocak 2018'de Alaska'da meydana gelen büyük bir depremde 21-25 Ocak 2018 tarihleri arasında bu iki kuyuda ölçülen su derinliklerini göstermektedir. Connecticut kuyusunda kaydedilen su seviyesi (USGS 414831072173002), kırmızı, Virginia kuyusunda (USGS 370812080261901) kaydedilen su seviyesi siyah ile gösterilmiştir. Bu veriler, deprem nedeniyle Virginia kuyusundaki yeraltı suyu seviyesinde ani bir değişiklik olduğunu göstermektedir. Ancak Connecticut kuyusunda herhangi bir değişiklik ölçülmemiştir(5).

2018 M7.9 Alaska Körfezi Depreminden Örnek Hidrograflar

23 Ocak 2018'de Alaska saatiiyle 12:32'de (09:32UTC) Alaska Körfezi'nin yaklaşık 25 kilometre derinliğinde 7,9 büyüklüğünde bir deprem meydana geldi. Bu deprem nedeniyle olası yeraltı suyu seviyesi değişikliklerini gösteren hidrograflar aşağıda gösterilmiştir. Bu geçici veriler, depremle ilişkili su seviyelerinde gözlenen değişimi vurgulamak için birleştirilmiş, basitleştirilmiş bir şekilde sunulmuştur(5).



Şekil 1. 23 Ocak 2018 Alaska Körfezi M7.9 depremi nedeniyle yeraltı suyu seviyesi değişikliklerini gösteren hidrograflar (5).



Şekil 2 .Virginia daki akiferde meydana gelen seviye değişimleri (2).

2011 Mineral, Virginia- ABD Depremi

23 Ağustos 2011'de 1:51 pm EDT'de (17:51 UTC) 5,8 (Mw) büyüklüğünde bir deprem, Virginia, Mineral kasabasının altında yaklaşık 6 kilometre derinlikte meydana geldi. Bu deprem Amerika Birleşik Devletleri'nde kaydedilen en büyük depremler arasında yer aldı. 2011 Virginia depremi nedeniyle USGS gerçek zamanlı yeraltı suyu ağında kaydedilen maksimum su seviyesi salınımı Pennsylvania'daki bir kuyuda yaklaşık 60 cm olarak ölçüldü(Şekil 2). Su seviyesi değişikliklerinin çoğu 30 cm.den az olarak belirlendi(2).

Güney Kore- Gyeongju Depremi (4)

12 Eylül 2016 da Kore yarımadasının güneydoğu kıyısındaki Gyeongju şehri yakınlarında. ML 5.8 büyüklüğünde bir deprem meydana geldi ve önemli bir hasar oluşturdu. Depremin merkez üssünün 135 km batısında bulunan izleme kuyularından elde edilen kayıtlar hem su seviyesinde hem de sıcaklıkta çeşitli değişimler olduğunu ortaya koydu. Su seviyesindeki değişiklikler geçici tip, (yukarı ve aşağı salınımlar) ve su seviyelerinde kalıcı tip (yükselme ve düşme) değişiklikleri şeklinde gerçekleşti.

Türkiye'deki depremler sonrasında yeraltı suyu seviyesinde ölçülen değişiklikler (Kırmızıtaş ,Kaya 2000).



• Lice Depremi (3)

Bu deprem daha çok Şanlıurfa ili Harran ve Ceylanpınar'ı Ovalarındaki Limnigrafli kuyularda etkisini göstermiştir. Tüm Kuyular kireçtaşı biriminde açılmışlar ve akiferler grafiklerin yanlarında da belirtildiği gibi serbest, basınçlı ve yarı basınçlı olabilmektedirler. 3839 numaralı Harran-Ümmülhacer kuyusu hariç (bu kuyuda düşüm olmuştur) diğer tüm kuyularda salınım şeklinde etki görülmektedir. Salınım miktarları 0,03-0,66 m arasında değişmektedir. Telhamut işletme sahasında 4 ayrı kuyuda çok farklı salınım miktarı gerçekleşmiştir. 8439 numaralı Ceylanpınar Akrepli kuyusunda 6 Eylül 1975 tarihinde meydana gelen deprem

(O, 14 m) haricinde 3 ayrı salınım daha kaydedilmiştir. Daha önceki salınım benzerlik gösteren bu salınımlarında deprem etkisiyle oluştuğu tahmin edilmektedir.

• Van-Muradiye Depremi(3)

Bu deprem, Şanlıurfa-Harran ve Ceylanpınar'ı, Mardin-Kızıltepe , Konya veNiğde illerindeki bazı sondaj kuyularında tespit edilmiştir. En yüksek salınım değeri Ceylanpınar-Telhamut 12754 (1 ,48 m) ve 12766 numaralı (1 ,12 m) kuyularda görülmüştür . Tüm kuyularda deprem etkisi salınım şeklinde kendini gösterirken 3839 numaralı Harran-Ümmülhacer kuyusunda Lice Depreminde olduğu gibi takriben 0,12 m'lik düşüm meydana gelmiş ve grafik sonuna kadar aynı seviyede kalmıştır. Başka bir deyişle daha sonraki günlerde yeraltısuyu seviyesi tekrar eski haline dönmemiştir.

• Erzurum-Kars Depremi(3)

Bu deprem, Erzurum-Horasan, Şanlıurfa, Konya, Manisa, izmir ve BalıkesirEdremit- Havran'daki bazı limnigraflı sondaj kuyularında kaydedilmiştir. Deprem etkisi tüm kuyularda salınım şeklinde kaydedilirken Erzurum-Horasan Ovasındaki 9712 numaralı kuyuda 0,60 m salınımdan sonra 0,30 m'lik bir düşüm kaydedilmiş ve bu düşüm o ay boyunca devam etmiştir,

12754, 13528 ve 12766 numaralı kuyulardan elde edilen veriler 30 Ekim 1983 tarihindeki depremden önce ve takriben 27 Ekim 1983 (depremden 3 gün önce) tarihinde ufak boyutlu çan eğrilerinin oluştuğunu göstermektedir.

Yapılan araştırmada bu tarihlerde de en az 5,0 büyüklüğünde depremlerin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 13528 numaralı kuyu grafiğinde 10, 12,19 ve 20 Ekim tarihlerinde de düşüm şeklinde sıra dışı anomaliler görülmüştür. Bu grafiğin kaydedildiği tarihte yağış , atmosferik basınç, çekim gibi değerler araştırılabilseydi, bu oluşan sıra dışı anomaliler hakkında daha doğru ve sağlıklı yorum yapma imkanı olabilirdi.

Ayrıca aynı grafik (13528 numaralı kuyu grafiği) üzerinde salınım , düşüm ve çan eğrisi şeklinde görülen 3 çeşit seviye değişiminin nedenleri de anlaşılamamaktadır. Bu deprem takriben 1500 km uzaklıkta yer alan Manisa-Sarıköz kaynaklarında açılan 25223/R1 ve 25223/R2 kuyularında 0,20 ve 0,50 m'lik düşümler meydana getirmiştir.

• İran Depremi(3)

Bu depremin yeraltısuyu üzerindeki etkisi sadece Şanlıurfa- Ceylanpınar ' ı kuyularında kaydedilebilmiştir. Tüm kuyularda 0,20-0,50 m'lik salınımlar şeklinde kaydedilen depremden sonra 5-6 mm'lik bir su seviyesi yükselimi oluşmuş ve takriben 2-3 günlük bir süre sonunda da 10-12 mm'lik düşüm meydana gelmiştir. Daha sonra o ay boyunca yeraltısuyu seviye değişimlerinin sinüzoidal eğriler oluşturarak devam etmiştir.

• Kütahya Depremi(3)

Bu deprem daha çok Ege Bölgesinde hissedilmiştir. Ödemiş -Yeniköy'e ait kuyuda 28 Mart 1970 tarihinde meydana gelen depremden önce 4 ayrı yerde salınımlar kaydedilmiştir. Bu salınımlardan biri de ana depremden takriben 10 saat önce olmuştur.

• Gölcük Depremi(3)

17 Ağustos 1999 tarihinde meydana gelen ve tüm Marmara Bölgesinde felakete yol açan bu depremin yeraltı suları üzerindeki etkisi Ankara-Beypazarı ve Eskişehir ili dahilinde sondaj kuyularına monte edilmiş ve bazı dijital limnigraflarda sayısal olarak kaydedilmiştir. Bu sayısal değerler grafik haline getirildiğinde 49863 numaralı Sivrihisar sondaj kuyusunda 1.00 m civarında yükselime gözlenirken diğer kuyularda 1.00 m'ye yakın düşümler gözlenmiştir.

Ayrıca bu deprem esnasında Adapazarı-Merkez- Dernekkırı köyünde 49160 numaralı sondaj kuyusunda da artezyen oluşmuştur

Sonuç ve deęerlendirme

Depremler, yeraltısuyu seviyelerinde ,kalitesinde ve sıcaklığında, depremin büyüklüğü yeraltısuyu tablasının karaktersitikleri ve jeolojik formasyonlar gibi bazı faktörlere bağlı olarak değişiklikler oluşturmaktadır. Bu konuda birçok ülkede yeraltısuyunun seviyesinin ve kimyasal özelliklerinin deprem öncesinde , deprem esnasında ve sonrasındaki değişikliklerini belirleme çalışmaları yürütölmektedir. Bir deprem ülkesi olan ülkemizde de depremlerin yeraltısuyu seviyesi, kalitesi ve sıcaklığındaki değişimlere olan etkisinin tespit edilmesine yönelik daha detaylı çalışmaların yapılmasının, depremlerin etkilerinin belirlenmesi açısından faydalı olacağı düşünölmektedir.

Kaynaklar

[1]<https://www.usgs.gov/faqs/how-does-earthquake-affect-groundwater-levels-and-water-quality-wells>

[2] <https://water.usgs.gov/ogw/bgas/eq-gw/>

[3] KIRMIZITAŞ H. KAYA N. (2000) “Depremlerin Yeraltısuyu Seviyelerinde Meydana Getirdięi Değişiklikler Üzerine Bir Araştırma” DSİ Teknik Bülteni Sayı: 96.

[4] Soo-Hyoung Lee & Jae Min Lee al all. (2021)Seismically induced changes in groundwater levels and temperatures following the ML5.8 (ML5.1) Gyeongju earthquake in South Korea Hydrogeology Journal (2021) 29:1679–1689

[5] [Groundwater Response to Earthquakes | U.S. Geological Survey \(usgs.gov\)](#)