

MADEN, PETROL SAHALARINDA VE SU REZERVUARLARINDA GÖRÜLEN DEPREMSELLİĞE ÖRNEKLER: İNDÜKLENMİŞ DEPREMLER

Doğan Kalafat

*Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve DAE., BDTİM, 34684 Çengelköy-İstanbul
(kalafato@boun.edu.tr)*

ÖZ

Ekonomik amaçlı maden, doğalgaz, petrol sahalarında üretimin artması ve büyük su-baraj havzalarında su tutulması ile birlikte doğal olmayan mikro deprem aktivitesinin artışı çeşitli bilimsel çalışmalarla da ortaya konulmuştur. Bu çalışmada literatürde indüklenmiş-(uyarılmış-dolaylı) depremler veya indüklenmiş-dolaylı sismisite olarak tanımlanan depremselliğe farklı örnekler verilecektir. Geniş ölçekli ve güçlü madencilığe bağlı olarak meydana gelen sismik etkinlikler bazen malzeme kaybı, yaralanmalar ve ölümlere neden olabilmektedir. Baraj göllerinin su tutulması sonrası kaya içindeki su basıncı artar ve bu kayaların porozitelerinde değişime neden olur. Bu su basıncı yüklemeye etkisine sebep olur. Barajların hacim, derinlik ve yüklemeye süreleri, tabii depremlerin büyüklük ve frekansları üzerinde etkili olur. Bu durum indüklenmiş (yüklemeden doğan) sismisiteyi başlatan jeolojik şartların çözülmesine yardımcı olabilir. Formasyonların fiziksel durumu ve tektonik yapısı, porozite-boşluk suyu basıncı artışı, baraj-göl su seviyesinin düzensiz değişimi, vadinin şekli (morfolojisi) ve rezervuarın büyüklüğü yüklemeden doğan depremselliği başlatabilecek şartlardır.

Su havzası depremleri, özellikle düşey değişim fayları ve dalma batma zonlarında olur. Havzaların su tutulmasına başlanması sonrası, su seviyesinin 80-90 m. yükselmesi ile depremler arasında zaman içerisinde doğrusal bir ilişki gözlenmiştir.

Dolaylı depremsellik-sismik aktivite 3 tip kategoride sınıflandırılabilir. Sismik aktivitenin değişmemesi; -Mikro depremler, su seviyesinin değişimi/sonuçta alt tabanda titreşimler sınıflandırılması, -Mikro depremler, su seviyesindeki değişim ve yükselme, sonradan orta büyüklükte depremler olabilir, ve sonuçta bunu mikro depremler takip eder ve stabilizasyon oluşur. Dolaylı depremlerin genel karakteristikleri; -rezervuar çevresinde oluşur, -sığ depremlerdir, düşük odak derinliklerine sahiptirler, - küçük depremlerin frekansları büyük depremlerden yüksektir, -Normal veya yanal atımlı fayların bulunduğu alanda depremsellik açısından yüksek değişim olur.

Bu çalışmada gerek dünyadan, gerekse ülkemizde görülen konu ile ilgili bazı örnekler verilecektir. Bunlardan bazıları; 6 Ağustos 2007 tarihinde Amerika Birleşik Devletleri'nin Utah Eyaletinde Crandall Kanyon Kömür Sahasında meydana gelen deprem, Umman petrol sahalarında aktif fayların bulunduğu ve Umman'ın petrol ve doğal gaz üretiminin yapıldığı yerde meydana gelen mikro depremler, ülkemizde ve dünyada özellikle büyük baraj rezervuarlarında meydana gelen dolaylı depremlerdir.

Bu tür sahalarda kurulmuş bulunan sismik istasyonların kaydettiği veriler, petrolün ve gazın çekildiği sahada petrol üretiminin artmasına bağlı olarak bölgede mikro depremlerin meydana gelişinde doğru orantılı olarak artış meydana geldiğini göstermektedir. Ve bu iki olay arasında

çok güçlü bir korelasyon bulunmaktadır. Sismik dalgaların analizi ve ayrışması rezervuar heterojenitelerinin tanımlanmasına olanak sağlanmaktadır. Petrol ve jeotermal rezervuarlarında sıvı üretimi ve enjeksiyon gözenek basıncını değiştirmekte, sonuçta gerilim değişimi dolaylı olarak devam eden deprenselliğe neden olmaktadır. Bu tür depremler rezervuarların daha iyi tanımlanmasında, gerilme rejimi, anizotropi ve sıvı göçü hakkında, aktif fayların daha iyi tanımlanması ve sınıflandırılmasında, lokal hız modellerinin çıkarılmasında çok değerli bilgiler sağlamaktadır.

Bu çalışma Boğaziçi Üniversitesi BAP Proje No: 12280 tarafından desteklenmektedir, ayrıca TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'nın 2014 Yılı 2219-Yurt Dışı Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı kapsamında ve Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) Yeryüzü Kaynakları Laboratuvarı (ERL) tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: indüklenmiş deprem, su basıncı, mikro deprem, porozite, gözenek basıncı

SEISMICITY EXAMPLES OF MINING, OIL AND WATER REZERVOIRS: INDUCED EARTHQUAKES

Doğan Kalafat

Boğaziçi University Kandilli Observatory and ERI., RETMC, 34684 Çengelköy-İstanbul
(kalafato@boun.edu.tr)

ABSTRACT

The increase in production of mines, natural gas, oil fields for economic purposes and the increase of non-natural micro-earthquake activity along with water retention in large water-dam basins is also a fact revealed by various scientific studies. In this study, different examples will be given in the literature about induced (excited-indirect)-earthquakes or seismicity defined as induced-indirect seismicity. -Seismic events that take place due to large-scale and powerful mining can sometimes cause material loss, injuries and deaths. After dam reservoir water retention, water pressure in the rock increases and the porosity of these rocks changes. This causes water pressure loading effect. The volume, depth and loading times of the dams affect the magnitude and frequency of natural earthquakes. This can help resolve the geological conditions that triggered the induced seismicity. The conditions of earthquake-induced seismicity that can be start; the physical condition and tectonic structure of the formations, porosity-void water pressure increase, irregular change of dam-lake water level, morphology of the valley and size of the reservoir.

Water basin earthquakes especially occur in vertical change faults and subduction zones. The water basin is beginning of the watering of the basins with the rise of water 80-90 m. A linear relationship was observed between with earthquakes. Induced seismicity-seismic activity can be classified into three categories. No change in seismic activity;-Micro-quakes, change of water level / classification of bottom vibrations on the base of the dam-Micro-earthquakes, changes in water level and elevation, then there may be medium-sized earthquakes, and ultimately it is followed by micro-earthquakes and stabilization occurs.

General characteristics of induced earthquakes; - occurs around the reservoir, - are shallow earthquakes, have shallow depth of focus - the frequencies of small earthquakes are higher than large earthquakes, - There is a high variation in the seismicity of the normal or strike-slip faults areas.

In this study, some examples will be given about the subject in the world and in our country. Some of those; The earthquake that occurred in the Crandall Canyon Coal Field in Utah State of the United States on August 6, 2007, In Oman oil fields, there are active faults and Oman's oil and natural gas production place is occurring micro-earthquake, examples will be given from our country and the world, especially to the induced earthquakes that occur in large dam reservoirs.

The seismic stations have been established on the oil and gas production areas and their seismic records shows, increases the proportion of micro earthquakes in the region due to the increase of petroleum production. And there is a very strong correlation between these two events. The analysis and decomposition of seismic waves allows the identification of reservoir heterogeneities. Liquid production and injection of oil and geothermal reservoirs change the pore pressure, ultimately the change of the stress causes an induced continuum of seismicity. These types of earthquakes are important for better identification of reservoirs, stress regime, about anisotropy and liquid migration, in the better definition and classification of active faults provides valuable information for the uncovering of local velocity models.

This research is funded by Boğaziçi University Research Fund within the scope of Project Number 12280. Also this study was supported by the Department of Science Fellowship and Grant programs (2014-2219) of TUBITAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) and by Massachusetts Institute of Technology (MIT) The Earth Resources Laboratory (ERL).

Keywords: *induced earthquake, water pressure, micro- earthquake, porosity, pore pressure*