



DOĞU AFRİKA'DA JEOTERMAL PROJE GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI

Geothermal Project Development Activities In East Africa

Umran SERPEN

ÖZET

Bu çalışmada Afrika'daki Rift Vadisi'nde çeşitli ülkelerde bulunan volkanik kökenli jeotermal kaynakların bizim açımızdan ilginç olan jeolojik oluşumları yanında, kapasiteleri ve potansiyelleri hakkında bilgiler verilecek ve bunların tarihsel geliştirme çalışmaları konusunda bilgiler sunuluyor. Büyük Afrika Rift'indeki jeotermal kaynakların, 511 MWe kapasite ile oldukça geliştirilmiş olan, Kenya'daki Olkaria sahası dışında Cibuti ve özellikle Etopya'da güncel olarak sondaj çalışmalarına başlanmış olup, sondaj ihaleleri yanında, sondaj makinası satın alma çalışmaları yapılmaktadır. Bu bağlamda, bir Türk sondaj yüklenicisi sondaj yaparken, yine bir Türk danışmanlık firmasının da sondaj ihale dosyalarının hazırlanmasına katkıda bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmalar hakkında bilgi verilmekte ve bunun yanında, projelere finans sağlayan kuruluş ve ülkeler hakkında da bilgi sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Rift Vadisi, Doğu Afrika, Jeotermal Kaynaklar, Destek Kuruluşları, Finans Kuruluşları.

ABSTRACT

In this study, volcanic originated geothermal resources in East Africa's Great Rift Valley are examined. Beside their interesting geological genesis, information about their potentials and capacities are given. Moreover, their historical development Works are reported. Outside the Olkaria geothermal field, Kenya in which 511 MWe installed capacity was developed among the geothermal resources within Great African Rift, and there are Ethiopia and Djibouti where actually drilling activities are conducted and preparations for drilling well tenders and rig purchases are continuing. In this connection, a Turkish drilling contractor is working in this area, and a Turkish consulting company is participating in preparation of drilling tenders. Furthermore, information about counties and financial institutions that support to the projects in African Rift are provided.

Key Words: Great Rift Valley; East Africa, geothermal resources, Support organizations, Financial Institutions..

1. GİRİŞ

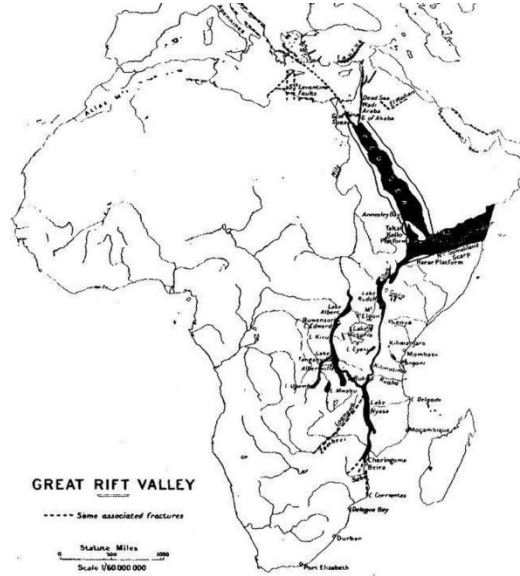
Riftler, yerkabuğun altındaki mantonun içinde oluşan yüksek ısı akışlarının yukarı doğru uzanan kısımları kabuğu genişletip, onu çatlatırlar ve sonra da kabuğun yarılması sonucunda oluşurlar. Yer kabuğunun çatladığı yerlerde mağma sokulumları yükselirler ve buralarda volkanik etkinlikler ve bunlarla ilişkili jeotermal sistemler oluşur. Doğu Afrika da bu şekilde diri volkanlar ve çekim fayları jeotermal kaynaklar için çok olumlu bir ortam sağlamaktadır [1].

Afrika kıtasının kuzey ve batısında yaygın jeotermal kaynakların varlığı bilinmesine rağmen, özellikle elektrik üretimine uygun yüksek sıcaklıklı ve volkanik kökenli jeotermal kaynaklar, kıtanın doğusundaki

jeolojik açıdan ilginç ve önemli bir yapısı olan Büyük Doğu Afrika Rift'i denilen süreksizlik içinde bulunmaktadır. Bu önemli kabuk yapısı, Şekil 1'de görüldüğü gibi, kuzey ucunda Hatay-Maraş arasında iyice zayıflamış olarak gözlenen, oradan güneye doğru Suriye-İsrail-Ürdün boyunca görülen, Akabe Körfezi'nden geçtikten sonra, daha güneyinde Kızıldeniz boyunca uzanıp, büyük bir yerkabuğu yarıma zonunun karadaki, Afrika Kıtası'nın doğu kesiminde devam eden bölümüdür. Afrika'da da Aden Körfezi dirseğinden güneye doğru Etopya Dom'u ve Kenya Dom'unun içinden ve daha güneydeki Tanzania'dan geçip Mozambik'te karadan ayrılmaktadır. Bir diğer kolu da Kenya Dom'unun batısında başlayıp güneyde Tanzania'da doğudaki ana kolla birleşmektedir (Şekil 1). Rift'in doğu kolu daha fazla volkanik etkinliklerle karakterize olurken, batı kolu, büyük göller içeren derin havzalar ve çok miktarda sedimanlarla karakterize olmaktadır. Bu vadiler boyunca oluşan jeotermal kaynakların >20000 MWe'lık bir potansiyel taşıdığı tahmin edilmektedir [2].

Doğu Afrika'daki bu yapı Kızıldeniz kıyısından başlamakta ve Afar Çöküntü Havzası biçiminde yayılmakta ve bunun güneyinde bir koridor şeklinde güneye doğru devam ederek, Cibuti, Etopya, Kenya, Tanzania ve Malavi gibi ülkeleri geçerek Mozambik'te denize ulaşmaktadır.

Rift Vadi'si boyunca başta Cibuti olmak üzere, Etopya, Kenya ve Malavi'de çok sayıda volkanizmaya bağlı jeotermal oluşum bulunmaktadır. Cibuti, Etopya ve Kenya'daki bu jeotermal kaynak sıcaklıkları 250-350°C arasında olup, hepsi yüksek entalpili kaynaklardır. Bu oluşumları harekete en çok geçirip geliştiren Kenya, sadece birinde bu gün itibariyle 511 MWe elektrik üretimine erişmiştir.



Şekil 1. Büyük Doğu Afrika Rift [3].

2. JEOTERMAL KAYNAKLARIN BULUNDUĞU DOĞU AFRİKA ÜLKELERİ

Cibuti

BRGM 1970'li yıllarda yaptığı araştırmalarda Şekil 2'de de görülen birçok jeotermal kaynak tespit etmiştir. Potansiyeli belirlenen Asal Gölü civarında Fransız hükümeti desteğiyle 2 kuyu kazılmış ve 1100 m derinlikte 260°C sıcaklığında çok tuzlu (120 mg/l) tuz bulunmuştur. Asal-1 kuyusunun geçirgenliği zayıf olup, kuyu flaş noktasında sülfür çökmesi nedeniyle tıkanmıştır. İkinci aşamada Acquater (İtalyan) 1981 yılında Hanle bölgesinde iki kuyu delmiş, ancak derinlerde düşük sıcaklıklar bulmuştur. Bundan sonra, yine Asal yöresine dönmüş ve 4 kuyu daha delmiştir [4].



Şekil 2. Cibuti Jeotermal kaynakları [2].

Etopya

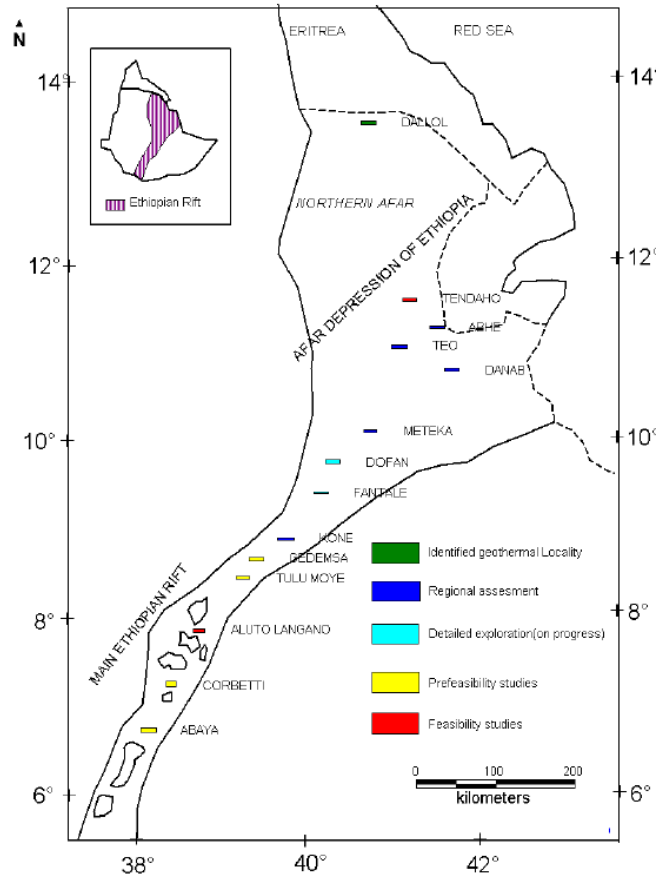
Etopya'daki jeotermal kaynaklar da Şekil 3'te görüldüğü gibi, Doğu Afrika Rifti'nin doğu kolunun kuzey kesiminde Afar Çöküntü Havzası ile başlayıp bunun güneybatı ucundan GGB istikametinde uzanan esas Etopya Rift'i içinde bulunmaktadır. Bu yapı Kızıldeniz kıyısından başlamakta ve 150000 km²'lik Afar Çöküntü Havzası şeklinde yayılmakta ve bunun güney-güneybatısında bir koridor gibi sürmektedir..

Etopya Rift Vadisi boyunca volkanik kökenli oluşan jeotermal kaynakların en önemli özelliği, rezervuar sıcaklıklarının çok yüksek olmalarıdır (250-350°C). Bu özellikleri onları çok çekici kılmaktadır, çünkü daha yüksek verimli elektrik üretimine çok uygundur. Etopya'nın jeotermal kaynaklı elektrik üretim potansiyeli 10000 MWe olarak tahmin edilmektedir [2].

Etopya'daki jeotermal enerji konusundaki yerel bilgi birikimi, bu işe 1969'da başlayıp, 50 yılda oluşmuş bir deneyime dayanmaktadır. Etopya'nın jeotermal aramaları yapan kurumu, iyi örgütlü bir "Geological Survey"i ve burada da Hidrojeoloji ve Jeotermal Dairesi' bulunmaktadır. Buralarda uluslararası toplantılardan tanıdığımız yetişmiş yer bilimcileri bulunmaktadır.

Yıl 1969'dan beri 23 sahada çalışmalar yapmışlar [2], 20 kadar derin ve birçok ta gradyan kuyusu delmişler ve bir de 1998 yılından beri 2014 yılına kadar aralıklı çalışan 7.2 MWe'lık bir santral kurmuşlardır [2]. Etopya'nın üzerinde arama çalışmalarının olgunluğa erişmiş olduğu kuzeyde Alolabad-Tendaho ve güneyde Aluto-Langano jeotermal sahaları hakkında aşağıda bilgi verilmektedir:

Alolabada-Tendaho : Kuzeydeki Afar bölgesinde bulunmakta olan bu jeotermal sahadan yapılacak elektrik üretimiyle, burası için Cibuti'den ithal edilmekte olan fosil yakıt kaynaklı elektriğin yerine kullanılması planlanmaktadır. Etopya devleti 1970 ve 1980'li yıllarda burada yerbilimi çalışmaları yaptırmış ve daha sonra 1991-1998 yılları arasında 3 derin (max. 2100 m), 3 te sıç (~500 m) kuyu kazdırmıştır. Bu yörede ilk aşamada 12 MWe gücünde bir pilot santral kurulması ve daha sonraki aşamalarda genişletilerek 100 MWe gücüne çıkılması planlanmaktadır [2]. Yörede Dupiti ve Alolabada jeotermal alanları bulunmakta ve bir sıç ve bir de derin jeotermal rezervuar varlığı daha önceki sondaj çalışmalardan bilinmektedir. Bu projelere Fransız AfD ajansı kaynak sağlamakta ve burada da 3 sıç ve her iki sahada 3'er derin sondaj yapılması amacıyla 9 kuyu için ihale dokümanları hazırlanmaktadır.



Şekil 3. Etopya'nın jeotermal kaynakları [2].

Aluto-Langano : Adis-Ababa'nın 200 km güneyinde bulunan bu sahada yapılan yerbilimi çalışmalarından sonra 1981-1985 tarihlerinde 8 derin (~2500m) kuyu kazılmış ve bunun 4'ü başarılı üretim kuyusu olmuştur. Maksimum rezervuar sıcaklığı 350oC'tir. Bu sahada 1998 yılında 7.2 MWe kapasiteli kombine(buhar+binary) bir santral kurulmuştur. Bu santral teknik sorunlar nedeniyle aralıklı çalıştırılmış olup, sonunda 5 MWe üretmekteyken 2014 yılında yine arıza sebebiyle durdurulmuştur. Bu saha kapasitesinin 70 MWe'a çıkarılması planlanmaktadır [2]. Daha sonra bu planlar genişletilmiş ve Dünya Bankası'ndan alınacak 200 milyon dolarlık kaynak ile 22 yeni kuyu yapılması kararlaştırılmıştır. Etopya hükümeti bu kuyuların bir kısmını yükleniciye yaptırıp, diğer kısmını da aynı kaynaktan sağlayacağı para ile 2 sondaj makinesi almayı düşünmektedir. Bu konuda hükümet danışmanları ile sondaj yüklenicisi ve sondaj makinesi alımı için Dünya Bankası'nın da katılımıyla gerekli ihale dokümanlarını hazırlamaktadır.

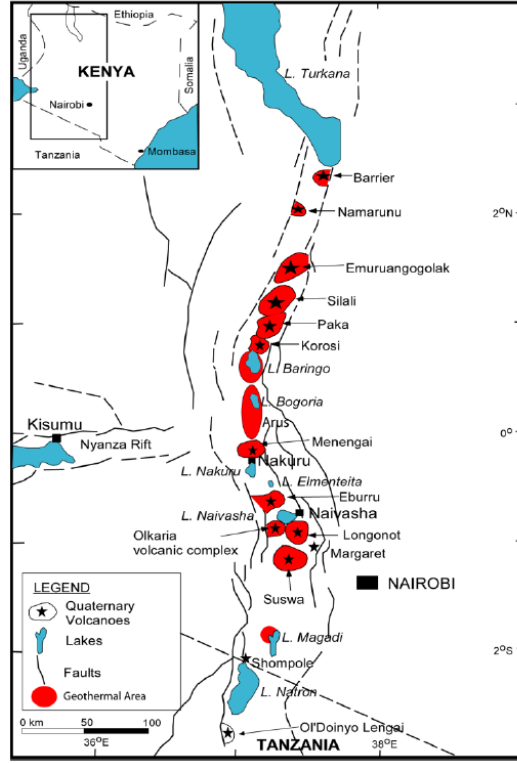
Geri kalan prospektlerden 4'ünde (Corbetti, Abaya, Tulu Moye, Gedemsa) çalışmalar ön fizibilite aşamasını geçmiş arama kuyusu yapılması beklenmektedir. Diğer ikisinde (Dofan, Fantale) ayrıntılı arama çalışmaları yapılırken kalanlarda ise bölgesel değerlendirmeler yapılmaktadır. Bunlardan Corbetti sahası için Corbetti Geothermal Ltd. şirketine lisans verilmiş, 500 MWe'lık PPA (elektrik satın alma anlaşması) imzalanmış ve 2 milyar US\$ yatırım vaat edilmiştir [2]. Temas ettiğimiz hükümet kaynakları ABD'nin bu ülkeye jeotermal yatırımları için 4 milyar US\$ tahsis ettiğini söylemektedirler. Corbetti'ye yapılması düşünülen 2 milyar US\$ yatırım bunun parçası olabilir.

Etopya jeotermal arama için gerekli yerbilimi çalışmalarını gerçekleştirebilecek kapasiteye sahip olmasına rağmen, sondaj teknolojisi açısından yetersiz kalmaktadır. Bunun nedeni de, ülkede gelişmiş bir sondaj endüstrisinin olmamasıdır. Ülkede 40 yıldır az sayıda da olsa, jeotermal sondajlar yapılmış olmasına rağmen, bunlar hep yabancı şirketler tarafından gerçekleştirilmiştir. Hatta bir şirket tarafından Etopya'ya bırakılan bir sondaj makinesi çürümeye terk edilmiştir.

Kenya

Şekil 4'te görüldüğü gibi Büyük Afrika Rift'i Kenya'yı kuzeyden güneye geçerek devam etmekte ve çeşitli boyutlarda 14 adet yüksek entalpili jeotermal kaynak yaratmaktadır. Bunların bazıları Olkaria Volkanik Kompleksi gibi devasa kaynaklardır.

Kenya'nın jeotermal kaynak kapasitesi 10000 MWe olarak tahmin edilmektedir. Güncel olarak Olkaria'da ve Eburru'da çalışan santraller bulunmakta olup (2016 itibarıyla 676 MWe), onlar hakkında aşağıdaki bilgiler verilmektedir:



Şekil 4. Kenya jeotermal kaynakları [5].

Olkaria: Olkaria volkanik kompleksinde bulunan jeotermal sahanın geliştirilme süreci aşağıdaki gibi olmuştur [2]:

Olkaria 1 field (215 MWe): Olkaria I 45 MWe 1981-1983'te, Olkaria I AU 140 MWe 2014'te devreye alınmıştır. >30 MWe kuyubaşı üniteleri. Olkaria I AU unit 6 geliştirilmekte.

Olkaria II (105 MWe): 70 MWe buhar santrali 2003, 35 MWe ise 2009 yılında devreye alınmıştır.

Olkaria III (140 MWe): 5 MWe'lık binary santraller 2003-2014 yılları arasında Orpower4 tarafından devreye alınmıştır.

Olkaria Central (4.3 MWe): 2 MWe'lık binary santral 2004 yılında, 2.7 MWe'lık santral 2006 yılında Oserian Dev Co. Tarafından devreye alınmıştır.

Olkaria IV (149 MWe): 2x70 MWe santral 2014 yılında KenGen şirketi tarafından devreye alınmıştır.

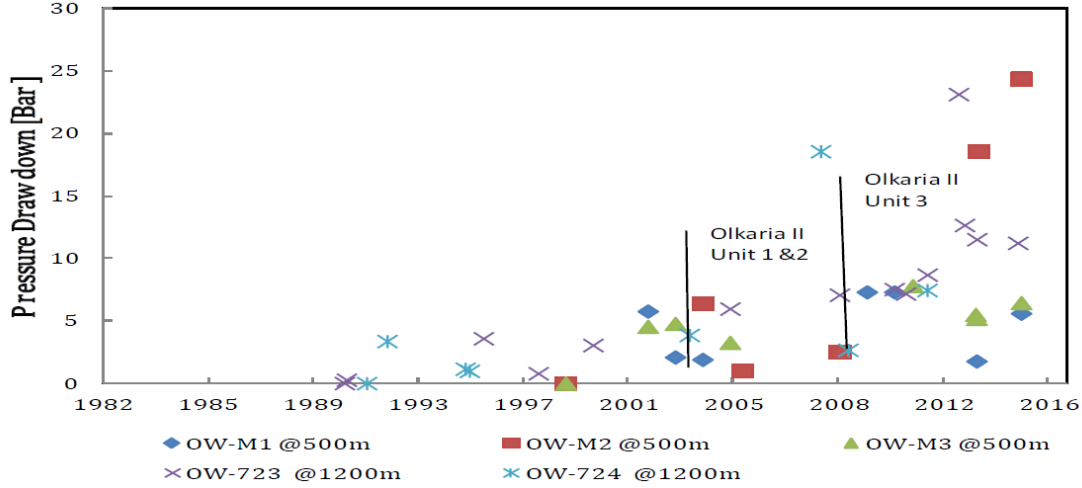
Olkaria V (154 MWe): Santral kurulum çalışmaları KenGen şirketi tarafından devam etmektedir.

Eburru Pilot (2.52 MWe): Kondensörlü buhar santrali 2011 yılında devreye alınmıştır.

Kenya'da artık Menengai Volkanik Kompleksini geliştirme amacıyla orada yoğun sondaj çalışmaları yapılmakta ve 3x35 MWe'lık santral kurulumu 3 şirket tarafından planlanmaktadır (Three ORpower22 Ltd., Sosian Menengai Geothermal Power Ltd., Quantum East Africa Power Ltd.).

Öte yandan, Baringo-Silali block, Barrier, Homa Hills, Namarunu ve Magadi prospektlerinde detaylı yüzey çalışmaları başlamıştır.

Olkaria jeotermal sahası 35 yıldan beri üretim yapmaktadır ve üretimin yarısı reenjekte edilmektedir. Bu süreçte sahanın değişik bölgelerindeki rezervuar basınç düşümü Şekil 5'te gösterilmektedir. Kaynağın çok sayıda santralin devreye alındığı son 10 yılda ciddi basınç kayıplarına uğradığı gözlenmektedir.



Şekil 5. Olkaria sahasındaki değişik alanlardaki rezervuar basınç düşümleri [6].

Tanzanya

Tanzanya'nın jeotermal sistemleri Büyük Afrika Rift'inin batı ve doğu kollarıyla ilişkilidir. Kapasitesi 500 MWe tahmin edilmektedir. Ngozi, Songwe, Kiejo-Mbaka, Luhoi ve Natron adlı 5 prospekt öncelikli olarak araştırılmakta olup,

Ngozi Prospekti'nde arama aşaması tamamlanmış ve kuyu lokasyonları belirlenmiştir. Buranın yüksek entalpili bir kaynak olduğu (230°C) düşünülmektedir. Tanzanya Jeotermal Enerji Geliştirme Şti. (TGDC) Ngozi prospektinde 3 küçük çaplı kuyu delme amaçlı sondaj yüklenicisi tutma ve iki sondaj makinesi satın alma ihaleleri için hazırlık yapmaktadır. Proje AUC, GRMF ve AfDB tarafından finanse edilmektedir. Songwe, Kiejo-Mbaka prospektlerinde de detaylı arama çalışmaları planlanmaktadır.

Malavi

Bu ülkede kaplıca su sıcaklıkları 40-80 C arasında değişmektedir. Beklenti, düşük ve orta sıcaklıklardır (120-130oC). Chiweta Prospekti için bir ön fizibilite çalışması gerçekleştirilmiştir.

Uganda

Potansiyel jeotermal alanlar Rift'in batı koluyla ilişkilidir. Uganda'nın potansiyeli 450 MWe olarak tahmin edilmektedir.

Camoro

Camoro, Hint Okyanusu'nda ve Mozambik'in doğusunda bir adadır. Adanın elektrik enerjisi fosil yakıttan sağlanmakta ve yetersiz kalmaktadır. Adadaki Khartala ve La Grille volkanlarında detaylı çalışmalar planlanmaktadır. Khartala Volkanı en son 2007 yılında püskürmüştür. Jeotermal potansiyel >30 MWe olarak tahmin edilmektedir. Projenin toplam bedeli 81.3 milyon US\$ olarak tahmin edilmektedir. Planlanan arama sondajları AUC-GRMF, Yeni Zelanda hükümeti tarafından desteklenmektedir.



3. DOĞU AFRİKA'DA ETKİN JEOTERMAL DESTEK PROGRAMLARI

Doğu Afrika'da Etkin Jeotermal Destek Programları aşağıda verilmektedir (Omenda, 2018):

- *ARGeo* (The African Rift Geothermal Development Facility)- *UN Environment*- Kapasite oluşturmak ve Teknik Yardım
- *AUC-GRMF*(African Union Comission-Geothermal Risk Mitigation Facility)- Yüzeysel çalışmalar ve sondaj için Hibe
- *BGR*- Kapasite oluşturmak ve Teknik Yardım
- *EAGER/DFID* (The East Africa Geothermal Energy Facility- Department for International Development)- Teknik Yardım
- *IADC-Italy*- Teknik Yardım ve altyapı ve sondaj için kaynak
- *Iceland MFA*(Ministry for Foreign Affairs)- Kapasite oluşturmak ve Teknik Yardım
- *JICA* (Japan International Cooperation Agency)- Kapasite oluşturmak ve Teknik Yardım
- *NDF*- Kapasite oluşturmak ve Teknik Yardım
- *NZ MFAT* (Ministry of Foreign Affairs and Trade)- Kapasite oluşturmak ve Teknik Yardım
- *Power Africa/USAID*- Kapasite oluşturmak ve Teknik Yardım
- *UNU-GTP* (United Nations University Geothermal Training Programme)- Kapasite oluşturmak

4. DOĞU AFRİKA'DA JEOTERMAL PROJELERİ DESTEKLEYEN BANKALAR

- African Development Bank (ADB)
- Agence Française du Developpement (Afd)
- EIB
- China Exim Bank
- IFC
- KfW
- OPIC
- World Bank

5. DOĞU AFRİKA'DA JEOTERMAL PROJELERİN GELİŞEMEME NEDENLERİ

Doğu Afrika'da jeotermal proje geliştirmede en önemli sorun, zaten yatırım ağırlıklı bu tür proje maliyetlerinin bu ülkeler için çok yüksek olmasıdır. Bunun yanında, bu kuşaktaki ülkeler dünyanın geri kalmış yoksul ülkelerdir. Bu ülkelerde jeotermal projeleri destekleyecek finans kurumları yoktur. Jeotermal yatırımın en riskli aşaması olan sondaj faaliyetlerini destekleyecek ticari bankalar bulunmamaktadır.

İkinci önemli husus, yerel yetişmiş ve deneyimli teknik personelin eksikliğidir. Bu tür personelin yurt dışından getirilmesi son derece pahalıya mal olmaktadır.

Bu yoksul ülkelere hibe veya kredi veren kuruluşlar, yapılan işlerde kendi standartlarını dikte etmekte ve bu işleri gerçekleştirecek insan kaynağını buralara taşımakta ve bir bakıma verdikleri kredileri kendi ülkelerine götürerek projeleri pahalılaştırmaktadır.

SONUÇ

Büyük Doğu Afrika Rift bölgesinde 20000 MWe üzerinde bir jeotermal potansiyel olduğu anlaşılıyor. Bunların geliştirilebilmesi için, yerel insan kaynakları ve teknolojilerinin yetersiz olması dolayısıyla, proje maliyetleri oldukça yüksek görünüyor.

Bu kaynakların geliştirilmesinde ülkemizden destek, yetişmiş teknik personelle yapılabilir. Sondaj teknolojisi konusunda destek verilebilir. Güncel olarak, bir sondaj yüklenici firmamız orada sondaj faaliyetleri gerçekleştirmektedir. Bunun yanında, yetişmiş deneyimli sondaj mühendislerimiz ile jeotermal enerji projelerinin diğer alanlarında da deneyim kazanmış mühendislerimiz için ciddi bir alan görünüyor. Bu hem bu ülkelerin hem de bizim ülkemizin kazanacağı bir durum yaratıyor.

KAYNAKLAR

- [1] Wood, J. and Guth, A. - East Africa's Great Rift Valley: A Complex Rift System, Michigan Technological University, [http://geology.com/ Plate Tectonics](http://geology.com/PlateTectonics).
- [2] Omenda, P. 2018. Geothermal Outlook in East Africa: Perspective for geothermal development, Irena-IGA presentation, 31.01.2018.
- [3] Bressan, D., 2018. The Discovery Of The Great Rift Valley, Where Africa Is Splitting In Two, Forbes, Apr. 3rd, 2018.
- [4] Kaireh, A., and Aye, F., 2012. Geothermal developnment in Djibouti Republic: Country report. Proc. 4th African Rift Conference. Nairobi, Kenya. 21-23 Nov., 2012.
- [5] Mariita, N.O., 2009. Exploration History of Olkaria Geothermal Field by Use of Geophysics, Presented at Short Course IV on Exploration for Geothermal Resources, UNU-GTP, KenGen and GDC, Kenya, Nov. 1-22.
- [6] Ouma, P., Koech, V., and Mwarania, F., 2016. Olkaria Field response after 35 years of production (1981-2016), Proc. 6th African Rift Geothermal Conference, Addis Ababa, Ethiopia 2-4 Nov. 2016.

ÖZGEÇMİŞ

Umran SERPEN

1945 yılı İzmir doğumludur. 1967 yılında İTÜ Petrol Mühendisliği Bölümü'nden mezun olduktan sonra, 1974 yılına kadar TPAO ve MTA'da petrol ve jeotermal sahalarında çalışmıştır. 1988 yılına kadar İtalyan ELECTROCONSULT mühendislik ve danışmanlık şirketinde El Salvador, Guatemala, Meksika, Nikaragua, Kosta Rika, Arjantin, Şili, Etiyopya, Kenya, Filipinler, Rusya ve İtalya gibi ülkelerde çeşitli jeotermal projelerde danışmanlık yapmıştır. 1988 yılından beri öğretim görevlisi olarak hizmet verdiği İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümü'nde 2010 yılında Doçent ünvanı aldıktan kısa bir süre sonra emekli olmuştur. Halen aynı Bölümde Okutman olarak ders vermekle birlikte serbest danışman olarak mesleğini icra etmektedir.