

# JEOTERMAL REZERVUARDAKİ GEÇİRİMLİ YAPILARIN TANIMLANMASI; LAHENDONG ÖRNEĞİ

**Maren Brehme**

*Alman Yerbilimleri Araştırma Merkezi, Uluslararası Jeotermal Araştırma Merkezi,  
Helmholtz*

*(brehme@gfz-postdam.de)*

## ÖZ

Üretim sondajlarının düşük verimli arazilere yerleştirilmesinin önüne geçmek amacıyla jeotermal rezervuarlarda akışkan hareketinin incelenmesi kritik öneme sahiptir. Aktif tektonik bölgelerde, rezervuarda akışkan hareketi başlıca fay ve çatlak gibi yapılardaki geçirimsizlik tarafından kontrol edilir. Bu nedenle geçirimli yapıların lokasyonu ve karakterizasyonu rezervuarın nihai üretiminin tahmin edilmesine yönelik önemli bir adımdır. Bunun yanı sıra, yeraltındaki akışkan hareketi rezervuardaki basınç ve sıcaklık koşullarını kontrol eder. Bu çalışmada su-kayaç etkileşimi ve numerik modellemeyi de içeren gelişmiş teknikler uygulanarak, fay zonlarının jeotermal rezervuardaki akışkan hareketi üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Sonuçlar Endonezya'daki Lahendong jeotermal sahasının jeokimyasal olarak iki farklı rezervuar bölümü içerdiğini göstermektedir. Bunlardan biri asidik akışkana, önemli miktarda gaz çıkışı ve yüksek verimliliğe sahipken, diğeri ise düşük verimliliğe ve doğal yeraltı suyuna sahiptir. Bu iki rezervuar bölümü, fay atımı boyunca ve atımı kesen şekilde düşük geçirimsizliğe sahip fay zonlarına birbirinden ayrılmıştır. Hidrokimyasal çalışmalar, bu aşırı çatlaklı alanlarda artan akışkan hareketinin, yan kayaçta kuvvetli hidrotermal alterasyona neden olan kimyasal reaksiyonları artırdığını göstermiştir. Numerik modeller Lahendong jeotermal rezervuarı için detaylı geçirimsizlik ve akışkan hareketi yolu sağlamıştır. Önceki yüzey araştırmalarında saptanamamış olan çatlaklı zonların lokasyonu, modelin geçirimsizlik değerlerinin düzenlenmesi ile belirlenmiştir. Bir diğer sonuç, akışkanın yüzeye doğru hareketinden kaynaklanan konvektif ısı akışımı işaret eden yeraltındaki sıcaklık dağılımıdır. Bu hidrolik gradyan rezervuar boyunca basınç düşmesine neden olmaktadır. Yüksek basınç, bir volkanın tabanındaki beslenme alanlarında oluşurken, boşalım ise geçirimli zonlar boyunca sıcak kaynaklardan gerçekleşmektedir.

Her ne kadar hedef bölge Lahendong olsa da, bu çalışmadaki ayrıntılı yaklaşımlar benzer sınır koşullarına sahip diğer jeotermal sahalarda da uygulanabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Geçirimli zonlar, Akışkan hareketi, Alterasyon, Yüksek-entalpi, Numerik model, Lahendong

## **CHARACTERIZING PERMEABILITY STRUCTURES IN GEOTHERMAL RESERVOIRS; A CASE STUDY IN LAHENDONG**

**Maren Brehme**

*Alman Yerbilimleri Araştırma Merkezi, Uluslararası Jeotermal Araştırma Merkezi,  
Helmholtz*

*(brehme@gfz-postdam.de)*

### **ABSTRACT**

*Investigation of subsurface fluid flow in geothermal reservoirs is crucial for sustainable exploitation avoiding drilling into less productive areas. Subsurface fluid flow in reservoirs in active tectonic regions is mainly controlled by permeability structures, like faults and fractures. Therefore, the location and characterization of permeability structures is an important step towards estimating the ultimate productivity of a reservoir. Moreover, subsurface fluid flow controls pressure and temperature conditions in the reservoir. In this study, the influence of fault zones on subsurface fluid flow in geothermal reservoirs is investigated using advanced exploration methods including fluid-rock interaction and numerical simulation.*

*The results show that the Lahendong geothermal field in Indonesia consists of two geochemically distinct reservoir sections of which one is characterized by acidic water, considerable gas discharge and high productivity, while the other is characterized by neutral water and lower productivity. The two reservoir sections are separated by faults, which are less permeable across strike than along strike. Hydrochemical studies show, that increased fluid flow in these highly fractured areas enhance chemical reactions resulting in strongly induced hydrothermal alteration of surrounding rocks. Numerical simulations result in a detailed permeability and fluid flow pattern for the Lahendong geothermal reservoir: Adjusting model permeability values reveals the location of fractured zones, which have not been traceable in former surface studies. A further result is the subsurface temperature distribution, which suggests convective heat flow driven by fluid buoyancy. This hydraulic gradient causes a pressure drop along the reservoir. High pressure occurs in recharge areas at a foot of a volcano, while discharge is through permeable zones towards hot springs at the surface.*

*Although the target area is Lahendong, advanced exploration approaches in this study are applicable for other geothermal sites consisting of similar boundary conditions.*

**Keywords:** *Permeable zones, Fluid flow, Alteration, High-enthalpy, Numerical simulation, Lahendong*