



ENDONEZYA JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

Investigation Of The Geothermal Energy Potantial Of Indonesia

Baran KAYPAKOGLU
Djon MOEHARDJONO MUNARSO

ÖZET

Endonezya dünyanın en büyük jeotermal enerji potansiyeline sahiptir. Ülke, karbon emisyonlarını ve fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltmak üzere 1983 yılından bu yana jeotermal kaynakları geliştirme çabasıdadır. Bu çabaların sonucu olarak, dünyadaki jeotermal enerji kurulu gücü sıralamasında şu an 2. sırada yer almaktadır. Fakat, devlet teşviklerinin yetersizliği ve yasaların belirsizliği sebebi ile sektör yabancı yatırımlara yeterince kucak açamamış ve dolayısı ile jeotermal kurulu gücündeki artış ivmesi beklenenin aşağısında kalmıştır. Bu çalışmada, adalar ülkesi Endonezya'nın jeotermal potansiyelini inceleyecek ve bu potansiyelin kurulu güce dönüşmesindeki engelleri tartışacağız.

Anahtar Kelimeler: Endonezya, Jeotermal Enerji, Potansiyel, Yenilenebilir

ABSTRACT

Indonesia possesses perhaps the biggest geothermal energy potential in the world. The country, in order to reduce its dependency in fossil fuels, is trying to utilize its geothermal resources since 1983. As an outcome of these efforts, it is the third country with the highest geothermal energy utilization in the world. However, due to insufficient government incentive policies and instabilities of geothermal laws, the country is rather at a halt regarding foreign investment for the sector. In this study, we will study the geothermal energy potential of Indonesia, and discuss about the difficulties causing hindrance on the development of its resources.

Key Words: Indonesia, Geothermal Energy, Renewable,

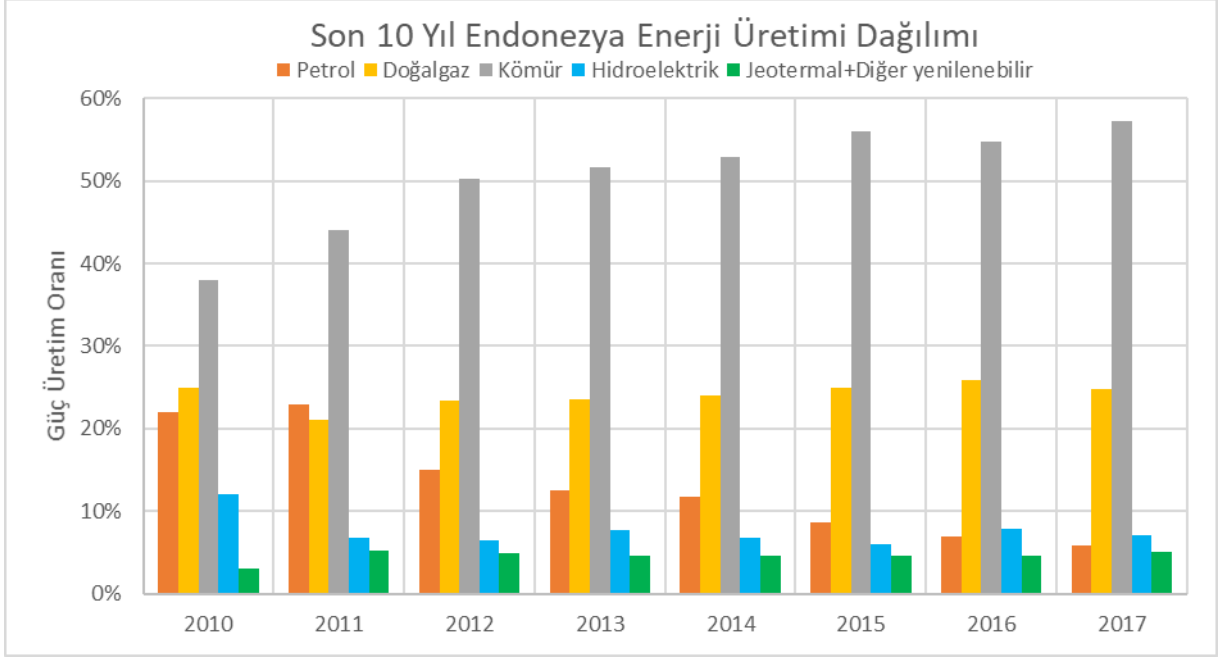
1. GİRİŞ

Endonezya dünyanın en büyük jeotermal potansiyeline sahiptir. Ülke, karbon emisyonlarını ve fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltmak üzere 1983 yılından bu yana jeotermal kaynakları geliştirme çabasıdadır. Bu çabaların sonucu olarak, dünyadaki jeotermal enerji kurulu gücü sıralamasında şu an 3. sırada yer almaktadır. Fakat, devlet teşviklerinin yetersizliği ve yasaların belirsizliği sebebi ile sektör yabancı yatırımlara yeterince kucak açamamış ve dolayısı ile jeotermal kurulu gücündeki artış ivmesi beklenenin aşağısında kalmıştır. Bu çalışmada, adalar ülkesi Endonezya'nın jeotermal potansiyeli incelenmiş ve bu potansiyelin kurulu güce dönüşmesindeki engeller tartışılmıştır.

Endonezya 200'den fazla volkana ev sahipliği yapan, yaklaşık 18000 adet adadan oluşan ve 260 milyon nüfusa ve güneydoğu Asya'nın en büyük ekonomisine sahip bir adalar ülkesidir. Ülke ekonomik açıdan umut vadetmektedir ve dünyanın en büyük ekonomilerinden biri olma potansiyeline sahiptir. Dünya Bankası ülkenin gayri milli hasılatında 2018-2020 yılları arasında %5.3'lük bir artış beklemektedir. Ülke her ne kadar ekonomik anlamda umut vadetmesine rağmen, ciddi bir büyüme gerçekleştirmesi için öncelikle alt yapı sorunlarını ortadan kaldırması gerekmektedir.

Endonezya'nın enerji altyapısı ciddi anlamda yatırım gerektirmektedir. Şu an toplam üretimi yaklaşık 60.7 GW olan ülke, Sumatra, Kalimantan, Sulawesi gibi birçok bölgede halen elektrik kesintileri ile yüzleşmektedir. Bunun aksine Java ve Bali adalarında son bir yıl içinde devreye alınan santraller sayesinde üretim fazlası oluşmuştur.

Tablo 1 de görüldüğü gibi, fosil yakıtların elektrik üretimine olan katkısı, Endonezya'nın hidrokarbonlar açısından zenginliğini göstermektedir.



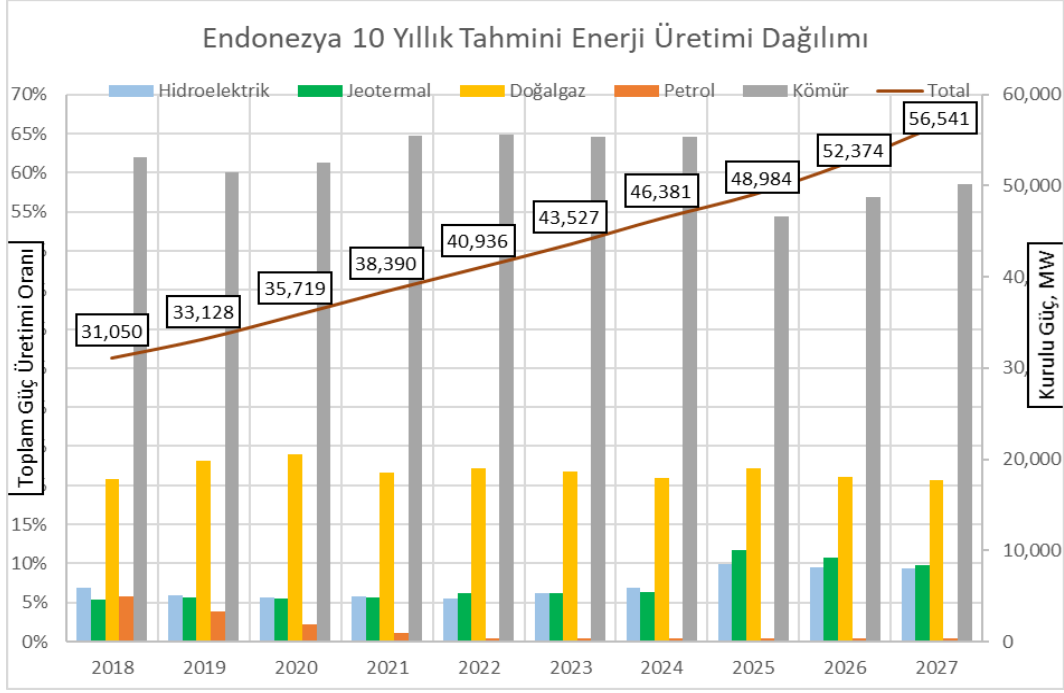
Şekil 1. Endonezya Enerji Üretimine Kaynaklara Göre Dağılımı

Kömür her zaman ülkenin en önemli enerji kaynağı olmuştur. Kömürün enerji üretiminde en önde gelmesinin sebepleri arasında, bol miktarda bulunması ve çıkarılma ve taşıma kolaylığı gösterilebilir. 2017 yılında kömür Endonezya güç üretiminin %57.2 sini karşılamaktadır, ve kömür madenciliği gayrisafi yurtiçi hasılatının %2.4'üne karşılık gelmektedir. Ülkenin kömür kaynaklarındaki fazlalık, kömür santrali yatırımlarına teşvik olmaktadır. Önümüzdeki 10 yıl tahminlerine göre de kömür ülkenin en önde gelen enerji kaynağı olmaya devam edecek gibi görünmektedir.

Kömürün ardından %20 civarında bir oran ile ülkedeki en büyük ikinci enerji kaynağı doğalgazdır. Kömüre kıyas ile daha düşük karbon miktarına sahip olması ve ülkede bol bulunması sebebi ile önümüzdeki yakın zamanda doğal gazdan üretilen enerji oranında ciddi bir değişim beklenmemektedir.

Petrol her daim Endonezya enerji tedarikinde büyük bir öneme sahip olmuştur. Fakat şu an ülke tüm petrolünü ithal etmektedir. Son zamanlarda artan petrol fiyatları sebebi ile devlet dizel güç santrallerinden uzaklaşma çabasıdadır. Amaç 2023 yılında petrolden üretilen enerji payını %0.4'e kadar düşürmektir.

Hidroelektrik santraller şu anda ülkedeki en büyük yenilenebilir enerji kaynağıdır. 2017 yılında enerji piyasasının %7.1'ini karşılayan hidroelektrik santrallerin 2027 yılında toplam enerji talebinin %9.3'ünü karşılaması beklenmektedir.



Şekil 2. Endonezya On Yıllık Enerji Üretimi Hedefi

2. JEOTERMAL ENERJİ KURULU GÜCÜ VE POTANSİYELİ

Endonezya, Akdeniz Volkan Kuşağı'nın doğusu ile Pasifik çevresi volkan kuşağının batısı arasında yer almaktadır. Bir adalar ülkesi olan Endonezya'da, Sumatra, Java, Bali ve doğu adaları boyunca 200'den fazla volkan bulunmaktadır. Ülke, yaklaşık 29 GWe olarak tahmin edilen jeotermal enerji potansiyeli ile dünyada en yüksek jeotermal enerji potansiyeline sahiptir.

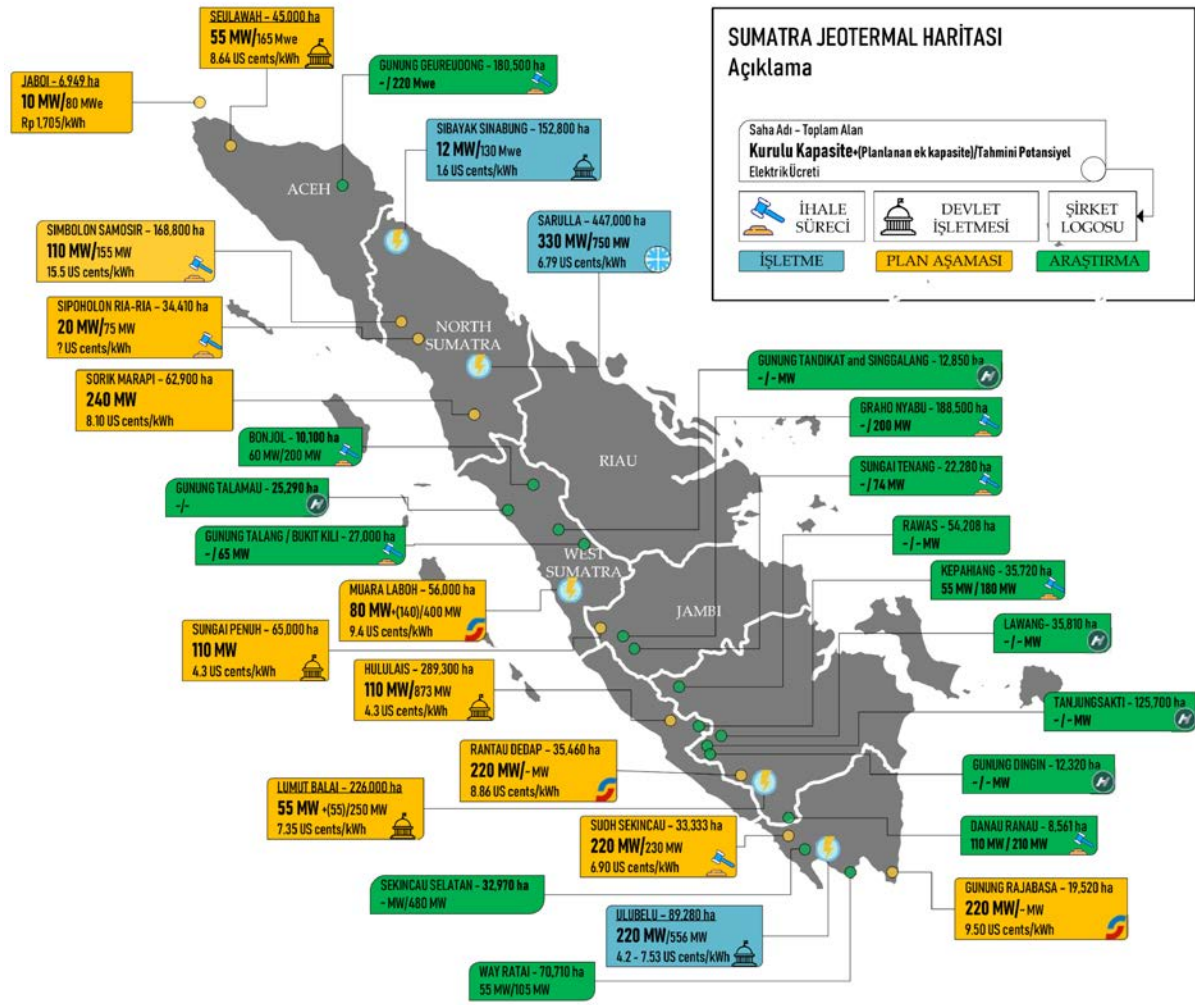
Jeotermal enerji Endonezya için yüksek önem teşkil etmektedir, çünkü kurulacak her jeotermal enerji santrali, elektrik üretimi için fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltıp, bu yakıtların ihracatına imkan sağlayıp ülkeye nakit akışı sağlayacaktır. Endonezya Jeoloji Ajansı raporlarına göre ülkede toplam 312 jeotermal saha bulunmaktadır. Bu sahalardan 4758 MW potansiyele sahip 39 adedi ihaleye açılmış, 19 adet sahanın da gerekli jeotermal izinleri alınmıştır.

Endonezya'nın şu anki kurulu gücü 1947 MW civarındadır. Sahalarının çoğu sıvı ağırlıklı olup, elektrik üretimi single flaş çevrimi ile yapılmaktadır. Bu sebepten yüksek miktarda sıcak akışkan direkt olarak re enjekte edilmektedir.

Ülkenin jeotermal sahaları Sumatra, Java ve Doğu Adaları olmak üzere üç kısımda incelenebilir.

2.1 SUMATRA

Sumatra, ülkenin en yüksek jeotermal enerji potansiyeline sahip adasıdır. Adada üç adet işletme halinde santral bulunmakta; Sibayak, Sarulla ve Ulubelu. Aşağıdaki jeotermal haritasından da görüldüğü üzere, kurulu güce kıyasla, plan, inşaat veya araştırma aşamasında olan sahalardan çok fazladır. Bu sahalardan Muara Laboh 80 MW inşaatı tamamlanmak üzeredir. Lumut Balai 55 MW inşaatı tamamlanmıştır, devreye alınma için elektrik iletim hattının bağlanması beklenmektedir. Diğer sarı renk ile gösterilen sahalardan izinler alınmış, elektrik fiyatları belirlenmiş, fakat henüz inşaatlar başlamamıştır. Yeşil renk ile gösterilen sahalardan henüz araştırma aşamasındadır ve fiyat anlaşmaları tamamlanmamıştır. Bu alanların 200,000 hektardan fazlasının araştırılması bir Türk şirketi olan Hitay tarafından sürdürülmektedir.



Şekil 3. Sumatra Jeotermal Haritası

2.1.1 Ulubelu

Ulubelu sahası Sumatra'nın güneyinde yer almakta ve 220 MW üretimi destekleyen toplam 32 adet sondajdan oluşmaktadır. Saha, Sumatra'daki birçok saha gibi, 240-260°C sıcaklığında sıvı ağırlıklı bir rezervuara sahiptir. Sahadaki tüm üretim Fuji türbin-jeneratör ekipmanları ile sağlanmaktadır. Son olarak kurulan 110 MW güç üretimi finansmanı, dünya bankasından 110 MW Ulubelu ve 40 MW Lahendong saharlarının geliştirilmesi için alınan 300 milyon dolarlık borç ile sağlanmıştır. Endonezya'da genelde devlet finansmanları Japon bankaları tarafından sağlanmakta ve dolayısı ile projenin Japon yüklenici firmalar tarafından yapılması şart koşulmaktadır.

2.1.2 Sarulla

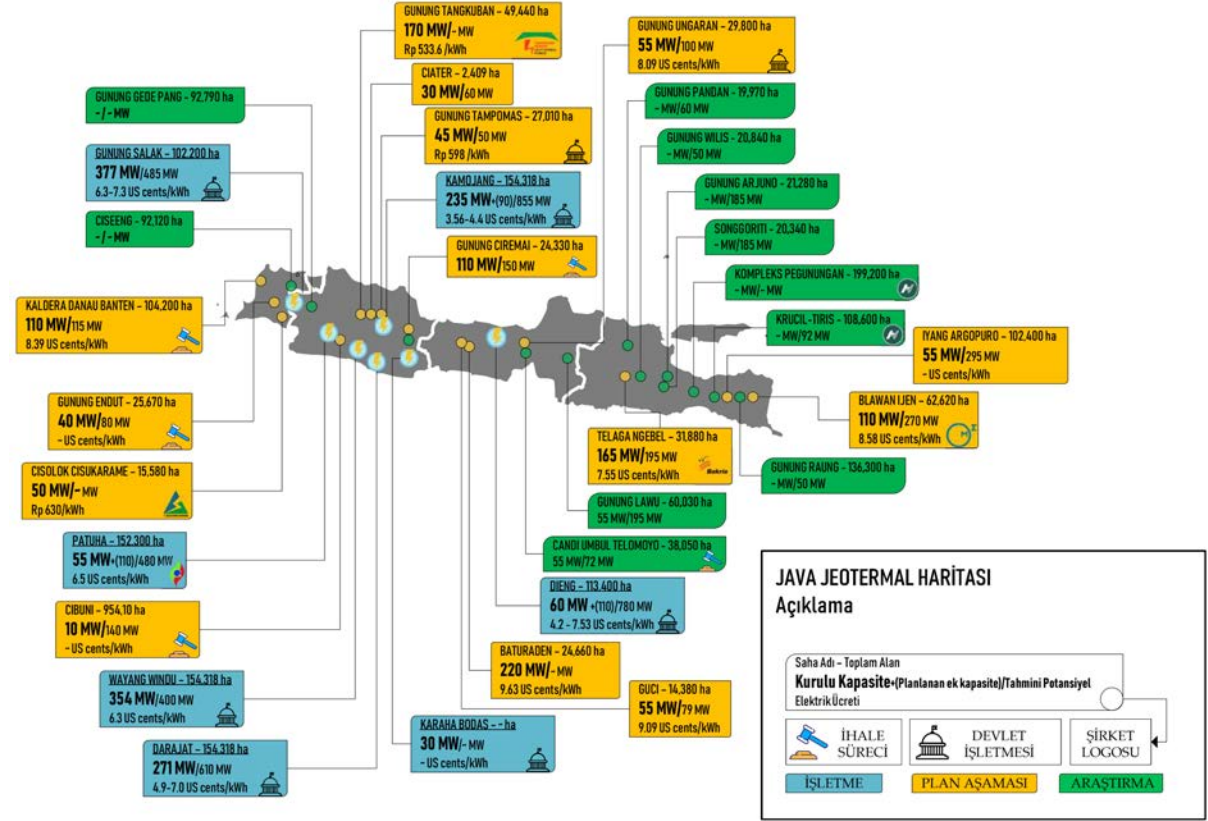
Sumatra adasında belki de en ilgi çekici saha 330 MW'lık dev kapasitesi ile Sarulla sahasıdır. Sarulla, Ormat, ITOCHU Corp, PT Medco Power Indonesia ve Kyushu Electric Power firmalarından oluşan dört ortaklı bir yapılandırma. Proje dünyadaki en büyük tek kontrata sahip jeotermal elektrik santrali olarak anılmaktadır. Ormat ORC üniteleri, single flaş ünitelerin ardından "bottoming" üniteleri olarak kullanılmakta, single flaş türbinlerinden çıkan düşük basınçlı buhar ve seperatörlerde ayrıştırılan brine ile çalışmaktadırlar. Sahada kombine çevrim kullanılması, tüm buharın reenjekt edilmesine olanak vermektedir.

Tablo 1. Sumatra Adasında İşletme Halindeki Santraller

Jeotermal Saha Adı	Lisans Sahibi	Üretici Firma	Santral İsmi	Kurulu Güç (MW)
Sibayak Sinabung	PT Pertamina Geothermal Energy ("PGE")	PGE	Sibayak	12.0
Sibual-buali, Kuzey Sumatra	PGE	Sarulla Operation Ltd	Sarulla	330.0
Way Panas, Lampung	PT PLN Geothermal ("PLN G")	PGE	Ulubelu	220.0

2.2 JAVA

Java, 145 milyon yerleşik ile dünyanın en kalabalık adası, Endonezya'nın politik, ekonomik ve kültürel merkezidir. Endonezya'nın toplam 1947 MW jeotermal kurulu gücünün 1255 MW'ı bu adada yer almaktadır.

**Şekil 4** Java Jeotermal Haritası

2.2.1 Kamojang

Endonezya'nın ilk jeotermal santrali 1983 yılında üretime başlayan 30 MW üretime sahip Kamojang santralidir. Şu an 235 MW üretime sahip saha 87 adet kuyu tarafından beslenmektedir.

2.2.2 Dieng

Devlet birimleri olan Pertamina ve PLN'in yan şirketleri olan Geo Dipa tarafından işletilen, 60 MW gücünde, silika kabuklaşma problemleri ile yüzleştiği bilinen bir sahadır. Periyodik olarak reenjeksiyon hatları kuyularında mekanik temizlik yapılması koşulu ile işletmesine devam etmektedir. Sahada ve genel olarak Endonezya'da, Türkiye'nin aksine, herhangi bir inhibitör kullanımı henüz denenmemiştir.

2.2.3 Gunung Salak ve Darajat

Chevron'un Star Energy şirketine devrettiği, Endonezya'nın toplam jeotermal elektrik üretiminin yaklaşık %33'ünü gerçekleştiren dev jeotermal sahalardır. 377 MW üretime gücüne sahip Gunung Salak sıvı ağırlıklı bir saha iken, 270 MW üretime sahip Darajat buhar ağırlıklı bir sahadır.

Tablo 2. Java Adasında İşletmedeki Santraller

Jeotermal Saha Adı	Lisans Sahibi	Üretici Firma	Santral İsmi	Kurulu Güç (MW)
Cibeureum – Parabakti, Batı Java	PGE	JOC – Star Energy Geothermal Salak, Ltd.	Salak	377.0
Pangalengan, Batı Java	PGE	JOC – Star Energy Geothermal Wayang Windu	Wayang Windu	227.0
Pangalengan, Batı Java	PT Geo Dipa Energi ("GDE")	GDE	Patuha	55.0
Kamojang – Darajat, Batı Java	PGE	PGE	Kamojang	235.0
Kamojang – Darajat, Batı Java	PGE	JOC – Star Energy Geothermal Darajat II	Darajat	270.0
Dataran Tinggi Dieng, Orta Java	GDE	GDE	Dieng	60.0
Tasikmalaya, Batı Java	PGE	PGE	Karaha Bodas	30.0

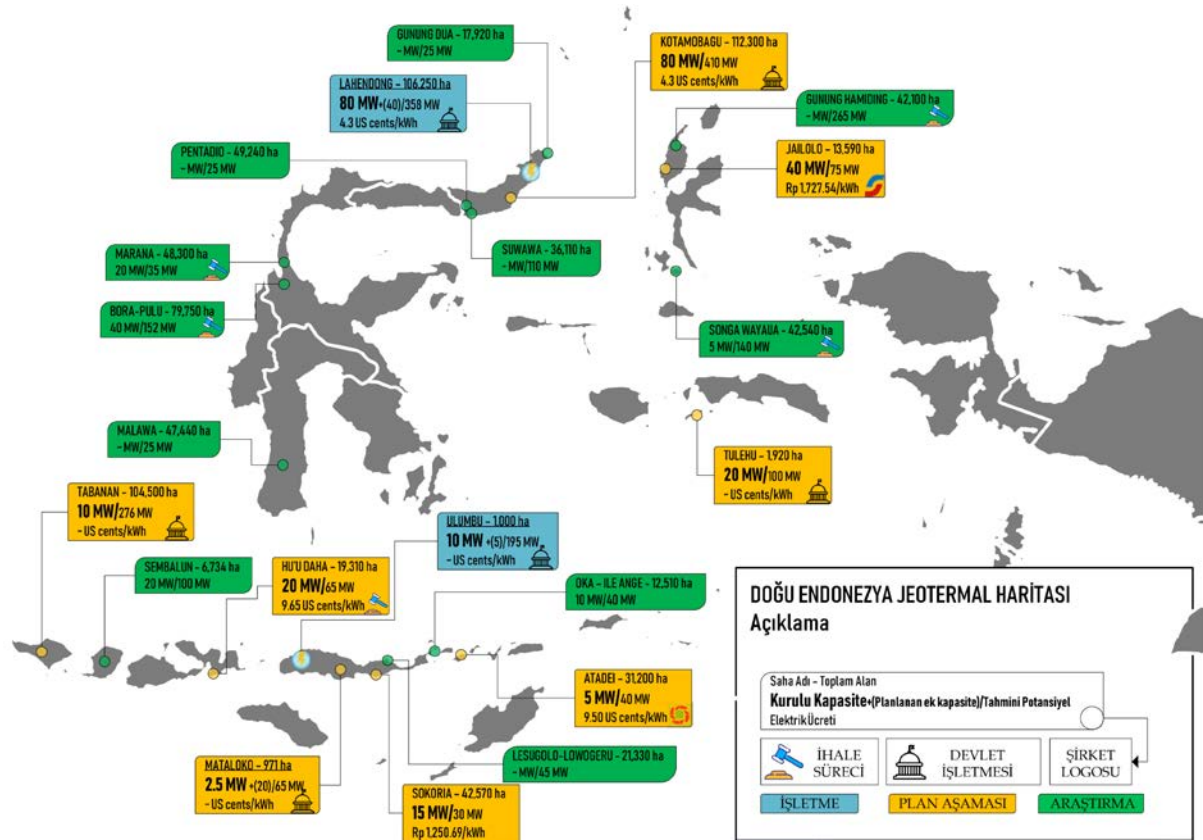
2.3 DOĞU ENDONEZYA ADALARI

Endonezya'nın doğusu batıya oranla daha az gelişmiş ve sanayi bakımından daha zayıftır. Dolayısı ile enerji ihtiyacı batıya kıyasla daha azdır. Ada, Papua'dan sonra Endonezya'nın en düşük elektriklenme oranına sahiptir. İzole olmuş birçok kırsal bölgeden oluşan adada elektrik üretimi çoğunlukla dizel jeneratörler ile gerçekleştirilmektedir. Bu da ekstra masraf ve çevre kirliliğine sebep olabilmektedir.

Devlet, böyle bir adalar grubunda yüksek maliyetli jeotermal santraller kurmaktan kaçınmış, Ulumbu ve Mataloko sahalarında atmosferik türbin ile çalışan ufak modüllerden oluşan enerji üretim tesislerini tercih etmiştir. Adada elektrik ulaşan insan oranı bazı bölgelerde hala çok düşüktür. Örneğin Mataloko santralının bulunduğu Kupang bölgesinde elektriğin ulaştığı ev oranı %58.67 civarındadır. Adada alt yapı bu derecede zayıf iken, jeotermal enerjinin henüz ciddi biçimde ilerlemesi pek olası gözükmemektedir.

Tablo 3. Doğu Endonezya Adalarında İşletmedeki Santraller

Jeotermal Saha Adı	Lisans Sahibi	Üretici Firma	Santral İsmi	Kurulu Güç (MW)
Lahendong – Tompasso, Kuzey Sulawesi	PGE	PGE	Lahendong	120.0
Ulumbu, NTT	PT PLN Geothermal ("PLN G")	PLN G	Ulumbu	10.0
Mataloko, NTT	PLN G	PLN G	Mataloko	2.5



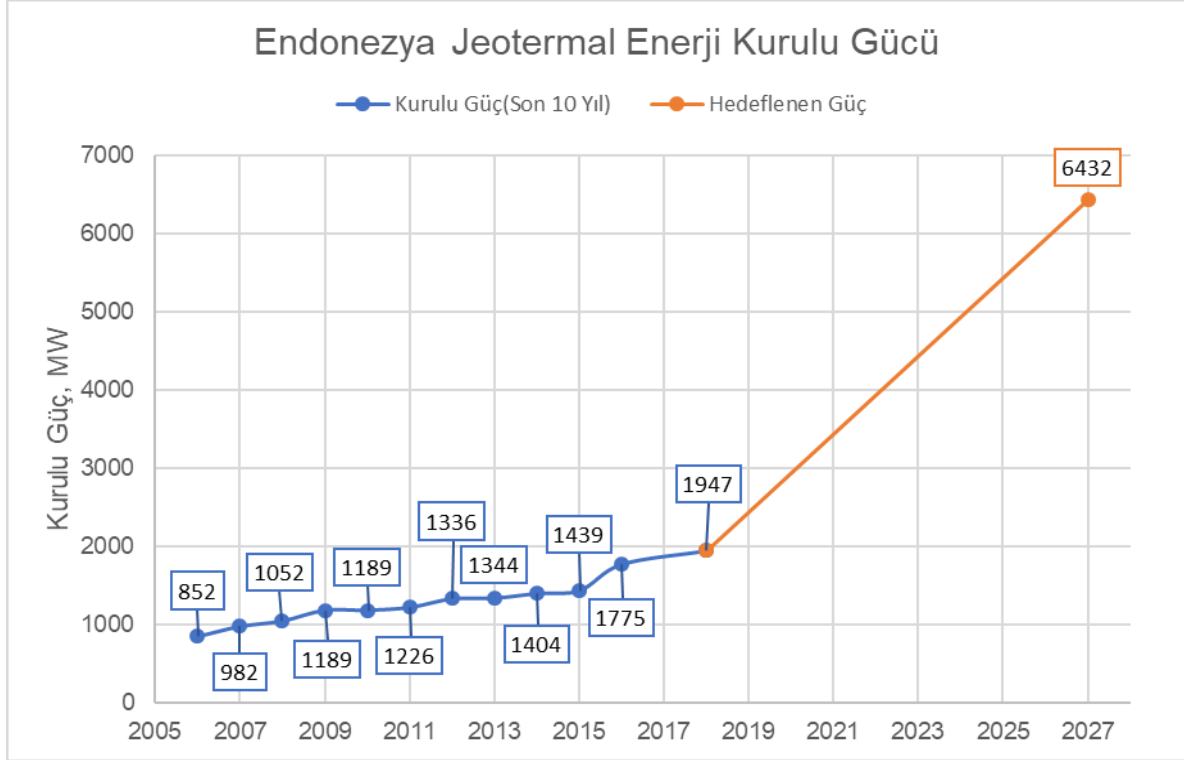
Şekil 5. Doğu Endonezya Jeotermal Haritası

3. ENDONEZYA JEOTERMAL SEKTÖRÜNÜN GELECEĞİ

Endonezya hükümeti 2027 yılı itibarıyla jeotermal enerji kapasitesini 6.432 MW'a çıkarmak hedefindedir. Geçmiş yıllara bakacak olursak, bu rakamın gerçekleştirilmesi için sektörün ciddi teşviklere ve yasal dönüşümlere ihtiyacı olduğu açıkça görülmektedir (Bkz Şekil 6).

Ülkede jeotermal enerjinin büyümesinin önündeki en önemli engel enerji fiyatı olarak görülmektedir. Yapılan araştırmalar, jeotermal enerjiyi tercih edilebilir kılmak için elektrik fiyatının 0.09 - 0.12 US\$/kWh arasında olması gerektiği göstermektedir. Dünya bankasının 2014 yılında yaptığı bir araştırmada, kurulan her jeotermal santral için kömür masrafı üzerindeki etkisini ve bölgesel elektrik kullanımını da göz önünde bulundurarak, jeotermal enerji fiyatının 0.11 ile 0.29 US\$/kWh arasında olması gerektiğini göstermiştir. Bu çalışmada sunulan jeotermal haritalarında da görüleceği gibi, gerçekte belirlenen jeotermal elektrik fiyatları genel olarak 0.04-0.09 US\$/kWh arasındadır. Bu fiyatlar ile jeotermal enerji sektörünün yabancı yatırıma açılması pek mümkün görülmemektedir.

Endonezya'da jeotermal sektörün gelişimindeki bir diğer büyük engel de şudur ki; üreticiler araştırma aşaması risklerini üstlenmek durumundadırlar. Ülkede kuyubaşına 6 ile 10 milyon dolar arasında değişen sondaj masrafları göz önünde bulundurulursa, birçok yatırımcı bu riski göze almak istememektedir. Çözüm olarak, birçok ülkede uygulandığı gibi, araştırma riskini hafifletmek üzere araştırma sondajlarına belli sigorta mekanizmaları uygulanmalıdır.



Şekil 6. Endonezya Jeotermal Enerji Son 10 Yıl ve Hedeflenen Kurulu Gücü

Jeotermal enerji sektörünün önündeki diğer engeller; koruma alanları, lokal halk tepkisi, düşük kalitede data ve sınırlı altyapı (ulaşım zorlukları, bozuk yollar vs.) olarak özetlenebilir.

SONUÇ

Endonezya muazzam bir jeotermal enerji potansiyeline sahiptir. Son on yılda ülkede jeotermal santral kurulumları yavaş ilerlemesine rağmen, ülke şu an dünya sıralamasında jeotermal kurulu gücü bakımından ikinci sırada yer almaktadır. Her ne kadar kömür ve doğalgaz gibi fosil kaynaklar bakımından zengin olsa da jeotermal elektrik üretiminin artması bu kaynakların ihracatına yol açıp Endonezya'ya uzun vadede ekonomik açıdan fayda getirecektir. Bu sebeple hükümetin jeotermal enerjinin gelişimi önündeki engelleri zamanla kaldırması beklenmektedir. Ülkenin 2027 yılına kadar hedeflediği 7000 MW jeotermal kurulu gücüne ulaşma hedefinden de engellerin kaldırılacağı anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Power in Indonesia Investment and Taxation Guide, 6th Edition, Kasım 2018,
- [2] Geothermal Power Generation, Developments and Innovation, Ronald DiPippo, 2016



ÖZGEÇMİŞ

Baran KAYPAKOGLU

1984 İzmir doğumludur. 2009 yılında Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünden mezun olmuştur. 2014 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Jeotermal Enerji yüksek lisansını tamamlamıştır. 2012-2015 yılları arasında Maren Enerji Şirketinde Rezervuar Sorumlusu ve Ar-Ge müdürü olarak görev almış, 2015 yılından itibaren Endonezya'da ELC- Electroconsult firmasında Power Engineer olarak çalışmakta ve Endonezya hükümetine danışmanlık hizmeti sunmaktadır.

Djon MOEHARDJONO MUNARSO

1948 doğumlu, Endonezya vatandaşıdır. 1975 yılında Jakarta'da Trisakti Üniversitesinden elektrik mühendisliği ünvanını almıştır. 1988 yılında İngiltere Manchester Üniversitesi Kontrol Sistemleri yüksek lisansını tamamlamıştır. 20 yıldan fazla Endonezya hükümeti enerji bakanlığında hizmet vermiş, şu anda ELC-Electroconsult firmasında hükümete danışmanlık hizmeti sunmaktadır.