

AVRUPA'DA JEOTERMAL PAZAR YÖNELİMLERİ VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Geothermal Market Trends And Environmental Risks Assessment In Europe

Philippe DUMAS
Thomas GARABETIAN

ÖZET

EGEC 2018 Jeotermal Piyasa Raporu, son yıllarda gözlenen istikrarlı büyümeye yönelik eğilimi doğrulamakla birlikte, aynı zamanda Avrupa'da jeotermal enerjinin tam olarak kullanılmasını sağlamak için daha fazla tanınmaya ihtiyaç duyulduğunu da belirtmektedir. Avrupa'da kurulu jeotermal elektrik kapasitesi yılda 15 TWh'den fazla büyümekte ve üretmektedir. Yeni ilaveler oldukça önemli, 2018'de, başta Türkiye'de olmak üzere 350 MWe yeni jeotermal elektrik kapasitesi devreye girdi.

Jeotermal enerjinin, ısıtma ihtiyaçlarını karşılamak için uygun maliyetli bir çözüm olarak tanımlandığı yerel ve ulusal planlama sayesinde, yeni bölgesel ısıtma şebekelerinin inşası ve eskilerin güçlendirilmesiyle, jeotermal enerjinin kullanımı da artmaktadır. Her yıl devreye giren yeni tesis sayısı, son yıllarda ortalama %10'luk bir büyüme oranı ile yükseliş eğilimindedir.

Bireysel jeotermal ısıtma sistemlerine bakıldığında, sıg jeotermal pazarı, tesis sayısı, kurulu kapasite ve üretilen enerji açısından sektörün en büyük bölümü olmaya devam etmektedir. Bireysel jeotermal ısıtma sistemleri veya jeotermal ısı pompaları, Avrupa'da yaklaşık 2 milyon kurulu ünite ile 20 GW'ın üzerinde bir ısıtma kapasitesini temsil etmektedir.

Sürekli büyümesine rağmen, bazı bölgelerdeki derin jeotermal enerji üretimi, özellikle piyasadaki alımını ciddi şekilde engelleyebilecek çevresel performans açısından olumsuz bir algıyla karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle, çevresel etki değerlendirmesi, derin jeotermal kaynakların yayılmasının ön şartıdır. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) kavramı, farklı enerji üretim teknolojilerinin çevresel etkilerinin yaşam döngüsü aşamaları üzerindeki - hammaddelerin çıkarılmasından üretime, nakliye, kullanım ve ömrünün sonuna kadar - analizine ve karşılaştırılmasına olanak sağlar.

Avrupa fonları tarafından finanse edilen, 30 ay süreli ve Kasım 2018'de başlayan GEOENVI projesi, hem karar vericiler hem de jeotermal piyasa aktörleriyle birlikte çalışmayı, çevre düzenlemeleri konusunda tavsiyelerde bulunmayı ve jeotermal paydaşların Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) metodolojisi uygulamasını desteklemeyi amaçlamaktadır.

GEOENVI projesinin amacı, çevresel kaygıları hem etkiler hem de riskler açısından cevaplamak, ilk olarak proje geliştiricilerine çevresel etkileri değerlendirmek için uyarlanmış bir metodoloji belirleyerek ve operasyonel veya geliştirilmekte olan jeotermal projelerin çevresel etkilerini ve risklerini değerlendirmektir [1].

Proje, çevresel etkileri değerlendirmek için basitleştirilmiş LCA modellerini geliştirmeyi ve son olarak çevresel kaygılarla doğru şekilde iletişim kurmayı, karar vericilere uyumlaştırılmış Avrupa çevre düzenlemeleri hakkında önerilerde bulunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal, Pazar gelişmesi, yenilenebilir enerji, çevre, düzenleme

ABSTRACT

The EGE 2018 Geothermal Market Report confirms the trend towards the steady growth observed in recent years, but also notes the need for greater recognition in order to enable the full deployment of geothermal energy in Europe. Installed geothermal electricity capacity in Europe is growing and producing over 15 TWh per year. The new additions are quite significant, with 350 MWe of new geothermal electricity capacity coming online in 2018, mainly in Turkey.

The use of geothermal for heating is also increasing, supported by the construction of new district heating networks and the retrofitting of old ones, thanks to local and national planning identifying geothermal heat as a cost-efficient solution to meet heating needs. The number of new plants coming online each year is on an upward trend, with an average annual growth rate of 10% in recent years. Looking at individual geothermal heating systems, the shallow geothermal market remains the largest segment of the sector in terms of number of installations, installed capacity and energy produced. Individual geothermal heating systems, or geothermal heat pumps, represent over 20 GWth of heating capacity in Europe, with nearly 2 million installed units.

Despite its continuous growth, deep geothermal energy production in some regions is confronted with a negative perception, particularly in terms of environmental performance, which could seriously hamper its market uptake. Thus, environmental impact assessment is a prerequisite to the deployment of the deep geothermal resources. The concept of Life Cycle Assessment (LCA) allows analysis and comparison of the environmental impacts of different energy production technologies over their life cycle stages – from extraction of raw materials to production, transport, use and end-of-life. Financed by European funds, GEOENVI project, starting in November 2018 for 30 months, aims at engaging with both decision-makers and geothermal market actors, to adopt recommendations on environmental regulations and to promote the Life Cycle Assessment (LCA) methodology implementation by geothermal stakeholders.

The objective of the GEOENVI Project is to answer environmental concerns in terms of both impacts and risks, by first setting an adapted methodology for assessing environment impacts to the project developers, and by assessing the environmental impacts and risks of geothermal projects operational or in development in Europe [1].

The project aims at proposing recommendations on harmonised European environmental regulations to the decision-makers, at elaborating simplified LCA models to assess environmental impacts and finally at communicating properly on environmental concerns.

Key Words: geothermal;market development, renewable energy, environment, regulation.

1. GİRİŞ

Jeotermal enerji, Avrupa’da hızla büyüyen yenilenebilir enerji kaynağıdır. Elektrik üretiminde, binalarda yenilenebilir ısıtma ve soğutma sağlamak için, bölgesel ısıtmada, endüstriyel proseslerde veya tarım için kullanılabilir. Jeotermal enerjinin Avrupa’da gelişmesinde bir zorluk, sektörümüzün enerji karışımına katkısını göstermektir. Çünkü yenilenebilir temelli karbon azaltımı yaklaşımı, kendine özgü bir pazardan daha büyük ve daha önemlidir. Avrupa’daki kaynaklar jeotermalin büyük miktarda güç ve ısı kaynağı olarak kullanımına imkan verecektir. Özellikle ısı için jeotermal enerji kullanımı tüm Avrupa’da yavaş ama sürekli artmaktadır.

Genel olarak Avrupa’da jeotermal enerji kullanımı, ülke ve teknolojiye bağlı olarak değişen oranlarda artmaktadır. Bu bildiri 2018’deki jeotermal pazarının durumunu ana hatlarıyla ortaya koyacaktır.

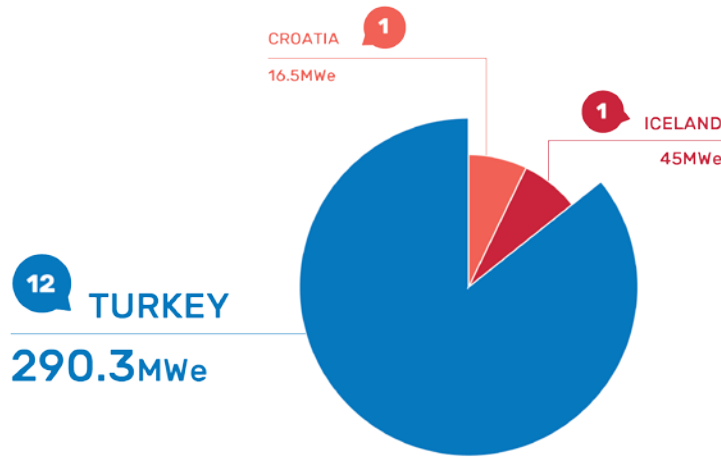
Jeotermal enerji kullanımı yüksek riskli bir konu olarak ortaya çıkmakta, jeotermal enerji ile birlikte anılan çevresel riskleri değerlendirme ve azaltma sorusu gittikçe büyüyen bir soru olmaktadır. Aşağıdaki yazılı bildiri, Ufuk 2020 altında finanse edilen GEOENVI projesinin bu sorunu nasıl ele aldığını gösterecektir.

2. BÜYÜK PAZARLAR TARAFINDAN TAŞINAN JEOTERMAL ELEKTRİK SEKTÖRÜ

2.1. Jeotermal elektrik gelişmelerine liderlik eden Türkiye

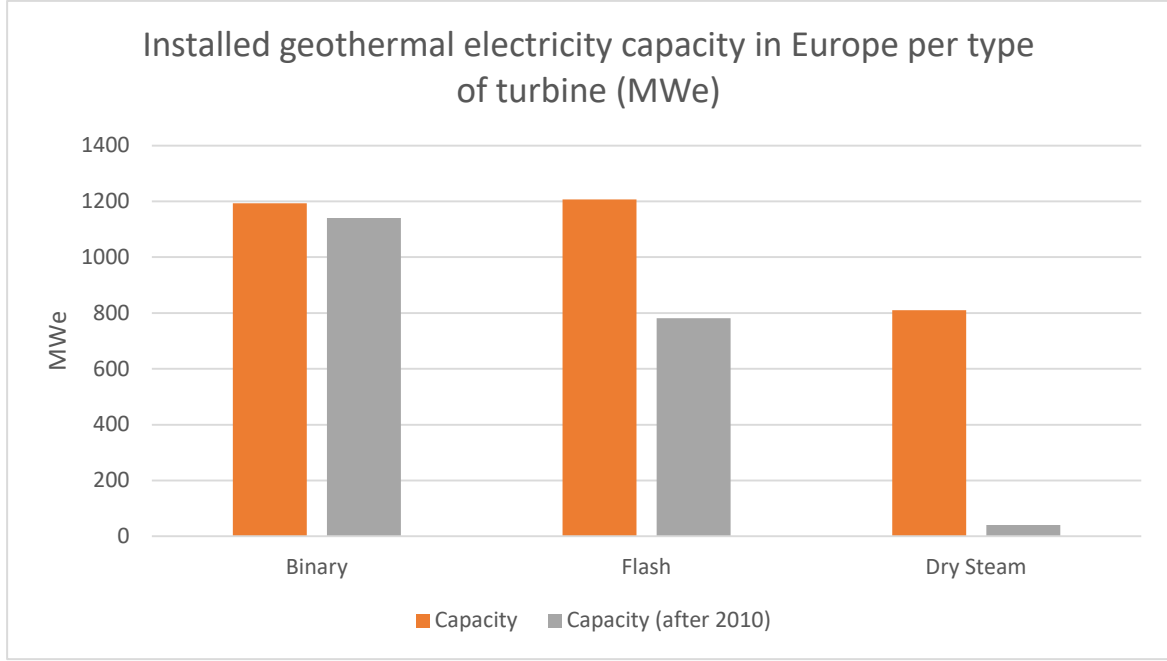
Avrupa’da kurulmuş jeotermal elektrik kapasitesi 3.1 GW temsil eder, önemli miktarda kurulmuş kapasite ile üç büyük ülke ve jeotermal elektrik endüstrisinin gelişmeye başladığı diğer ülkeler. Üç önde gelen pazar: 1315 MWe kurulmuş kapasitesiyle Türkiye, 916 MWe ile İtalya ve 753 MW ile İzlanda. Jeotermal enerjiden elektrik elde eden diğer ülkeler Almanya, Portekiz, Fransa, Macaristan, Hırvatistan, Avusturya’dır.

Son birkaç yıldır Türkiye, 2017’de kurulan 330 MWe ve 2018’de kurulan 290 MWe ile Avrupa’daki jeotermal elektrik gelişmelerinde önde gelen bir pazardır (bkz Şekil 1). 2018’de Türk jeotermal sektörü, son iki yıldaki kapasitesini iki katına çıkararak, 12 yeni jeotermal santral eklemiş ve 1 GW’den fazla kurulu jeotermal elektrik kapasitesiyle “GW kulübü” denen ülkelerin arasına girmiştir.



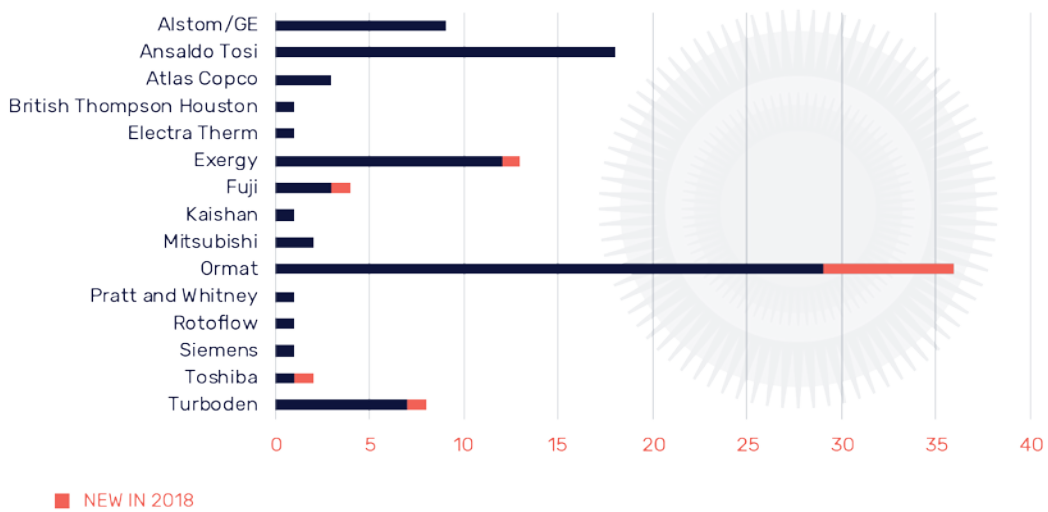
Şekil 1. 2018’de jeotermal elektrik ilave kapasitesi [2]

İzlanda 2018’de yeni bir santralle kapasitesine 45 MWe eklemesine, Hırvatistan 16.5 MWe ilavesiyle elektrik üretiminde jeotermal enerjiye bağımlı olan en son Avrupa ülkesi olmasına rağmen, Avrupa’nın geri kalanında jeotermal elektrik pazarı daha az dinamiktir. 2017’de Macaristan 3.4 MWe’lik bir santrali devreye sokarak jeotermal elektrik üreten ülkeler grubuna girmiştir.



Şekil 2. Turbin tipine göre Avrupa'da kurulu jeotermal elektrik kapasitesi (MWe) [2].

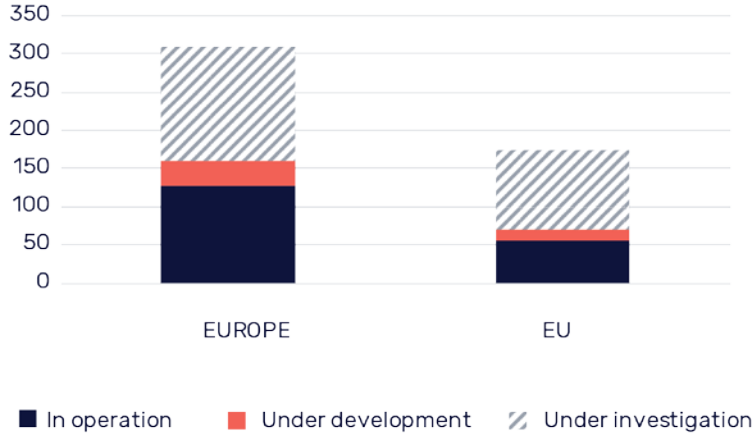
Avrupadaki yeni jeotermal elektrik gelişimi teknik inovasyon ile oluşabilmiştir çünkü Avrupa temel olarak volkanik bir alan değildir, dolayısı ile kıtanın bir çok kısmında jeotermal elektrik üretimi çok uygun değildir. Çift çevrimli turbinler, Avrupa'nın jeotermal elektrik potansiyelini ortaya çıkarmada etkindir, Şekil 2'de görüldüğü gibi, 2010'dan beri eklenen kapasitenin çoğu çift çevrimli turbinlerle bağlantılıdır. Aslında, jeotermal güç üretiminin daha düşük sıcaklıktaki kaynaklardan yapılması için bu turbin teknolojisi çok önemlidir ve ayrıca jeotermal güç üretiminin çevresel etkisini de sınırlandırma avantajına da sahiptir. 2018'de turbin üretimiyle ilgili, ana aktörler Ormat, Exergy, Fuji, Toshiba, Turboden'dir (Şkl.3).



Şekil 3. Jeotermal elektrik türbinlerinde trendler, her üretici için kurulu kapasite[2].

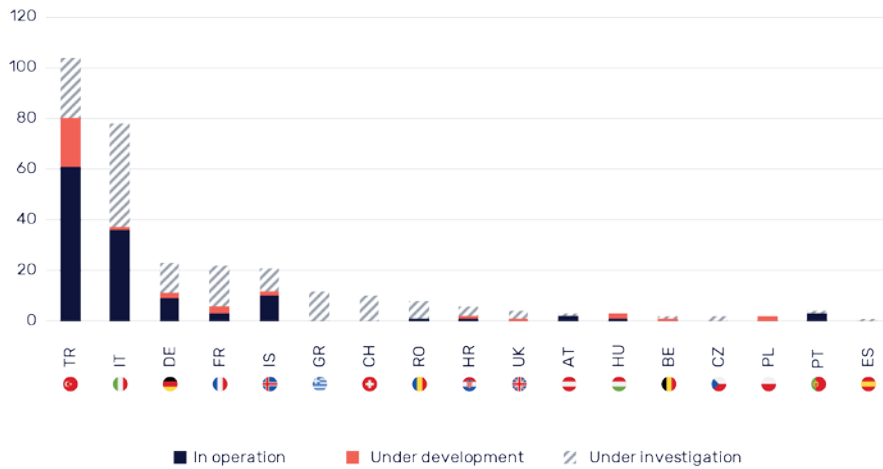
2.2. Büyük ölçüde yeterince kullanılmamış elektrik üretim kaynağı

Avrupa'nın birçok kısmında büyük ölçüde yeterince kullanılmamış olarak kalmasına rağmen, jeotermal elektrik üretimi enerji dönüşünü sağlamak için önemli bir kaynaktır. Birçok projenin araştırılıyor olması, sevk edilebilir, esnek ısı ve güç kaynağı birleşimi olarak birçok yarar sunan bu teknolojiye ilginin kanıtıdır. Şekil 4, Avrupa'daki santral sayısının ikiye katlanması için 150 santralin inceleme altında olduğunu, 150 kurulmuş olan için de, 34'ünün de geliştirilme halinde olduğunu göstermektedir. Bu arada Avrupa Birliği'nde, inceleme altında olan santral sayısı 107, 13'ü geliştirilme halinde ve sadece 56'sı kurulmuş durumdadır.



Şekil 4. Avrupa'da çalışır durumda olan, geliştirilmekte olan ve inceleme altında olan jeotermal santral sayısı [2].

Şekil 5 Avrupa jeotermal pazarı evrimi için beklentileri göstermektedir. Türkiye kurulu kapasitesini daha fazla artırmaya çalışmakta, İtalya da yeni dalga jeotermal elektrik dağıtım fırsatlarını araştırmaktadır. Bu arada, Fransa ve Almanya elektrik üretimi için daha kapsamlı bir şekilde jeotermale güvenmek için yollar aramaktadırlar. Hırvatistan ve Macaristan'daki ilk güç santrallerinin devreye girmesi, dikkat çekici bir trend olarak yeni Avrupa ülkelerinin jeotermal elektrik sektörüne girmesi demektir. Örneğin, Birleşik Krallık, Belçika veya Polonya'da gelişmekte olan projeler vardır ve İsviçre kendi jeotermal güç projelerini geliştirmeye çalışmaktadır.

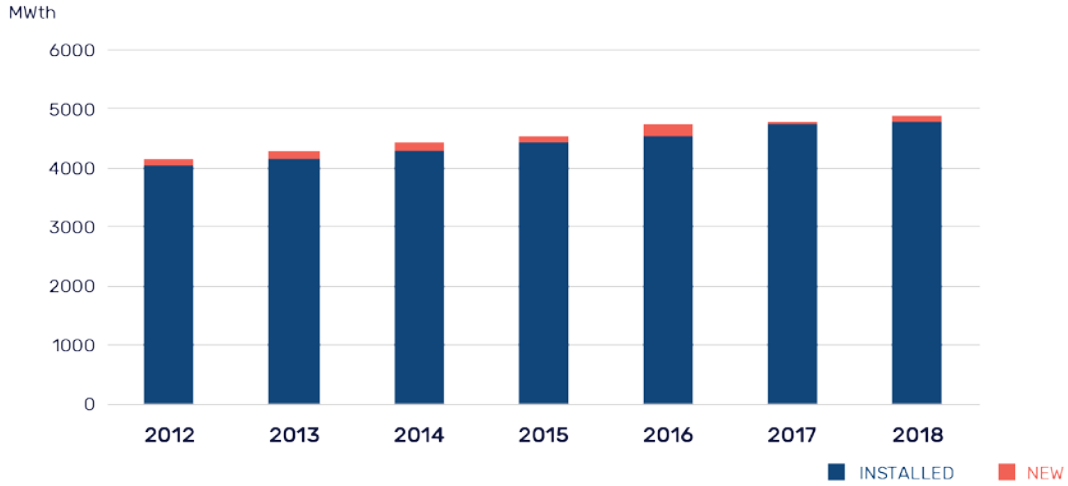


Şekil 5. Her bir ülkedeki işletimde olan, geliştirilmekte olan ve incelenmekte olan jeotermal santrallerin sayısı [2].

3. JEOTERMAL ISITMA VE SOĞUTMANIN KESİNTİSİZ DEVAMLILIĞI

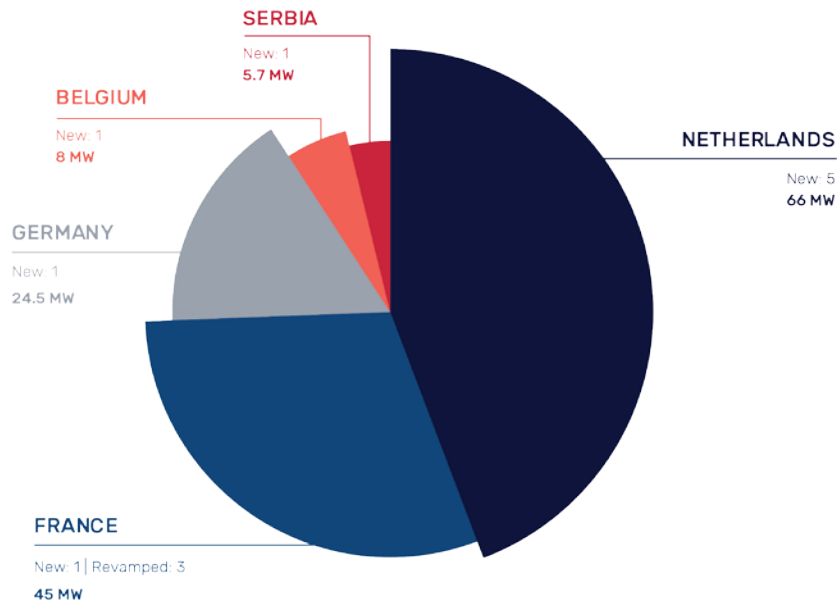
3.1. Isıtma ve soğutma için derin jeotermalin istikrarlı büyümesi

Avrupa'da jeotermal ısıtma ve soğutma jeotermal elektrik üretiminden daha yaygındır. Jeotermal elektrik sektörü içinse Avrupa'daki yeni kapasitenin kullanımını yönlendirecek bazı önemli pazarlar vardır. 2018'de Avrupa'da ısıtma ve soğutma için binalarda, tarım ve gıda veya endüstride kurulmuş 5 GWth'lık derin jeotermal kapasitesi vardır. Avrupa'da 300'den fazla jeotermal ısıtma ve soğutma sistemi vardır. Şekil 6'da gösterildiği gibi ısıtma ve soğutma için derin jeotermal kullanımı son on yılda sürekli bir şekilde artmaktadır.



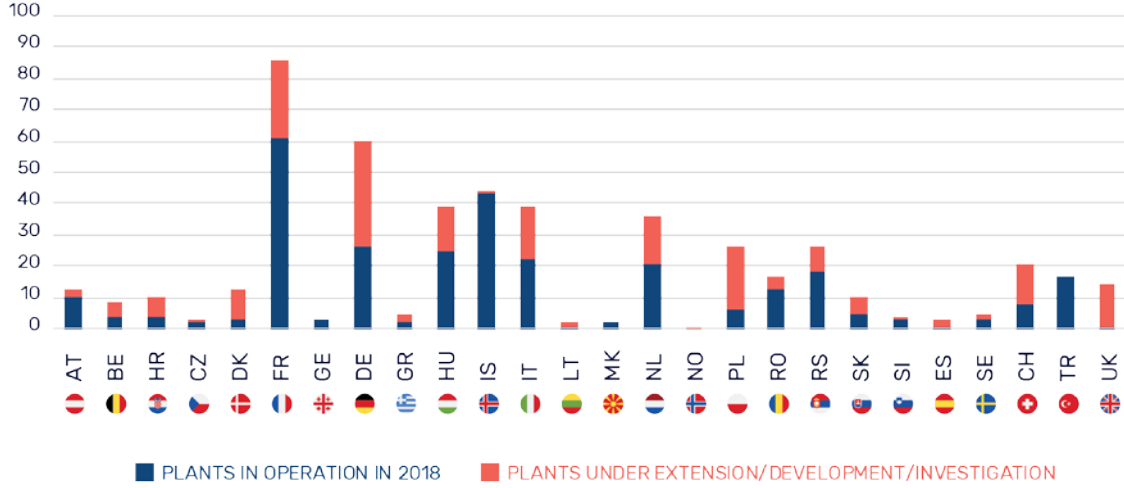
Şekil 6. Yıllık ısıtma ve soğutma için yeni derin jeotermal kapasitesi (MWth) [2]

2018'de Avrupa jeotermal sektörü 12 santrali kurdu ya da yeniledi, bu da 150 MWth kapasite demektir. Yeni ilaveler esas olarak Hollanda'da 66 MWth'yi temsil eden 5 santral, Fransa'da toplamda 45 MWth kapasiteli bir yeni ilave ile üç santral yenilendi. Almanya, Belçika ve Sırbistan da bir santral eklediler (Şekil 7).



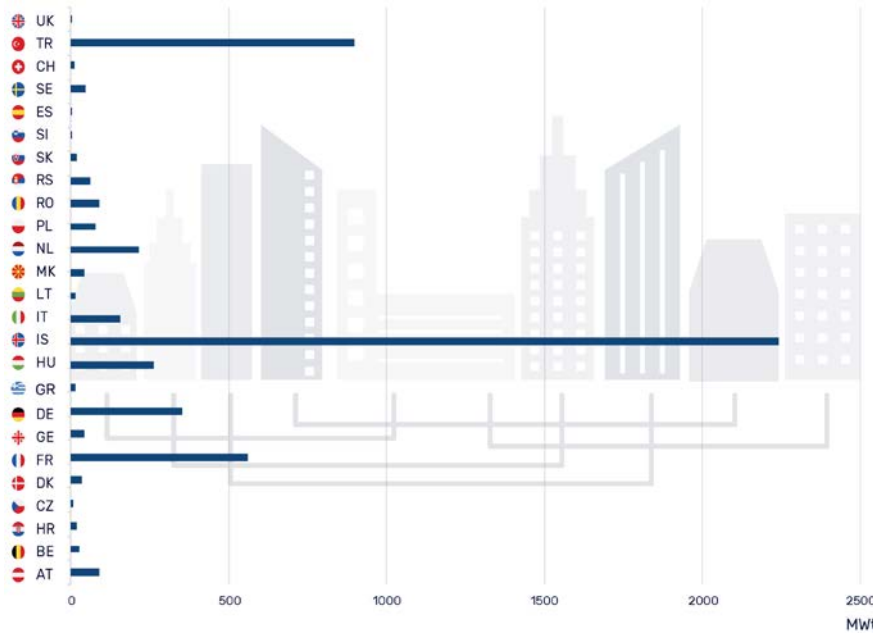
Şekil 7. 2018'de ısıtma ve soğutma için yeni derin jeotermal santralleri (kapasite ve sayı) [2].

Isıtma ve soğutma için derin jeotermal sektörü tüm Avrupa'ya yayılmıştır. Fakat çoğu ülke sınırlı kurulmuş kapasite ve hali hazırda yetkilendirilmiş az sayıda proje ile yayılmanın erken safhalarında. Özellikle Almanya, Fransa, Polonya, Hollanda, Macaristan veya İtalya gibi ülkeler ısıtma ve soğutma için derin jeotermal kullanımlarını artırmaya çabalamaktadırlar (Şekil 8).



Şekil 8. Ülkelere göre işletilen, gelişme ve inceleme altında olan JeoDH santrallerin sayısı[2].

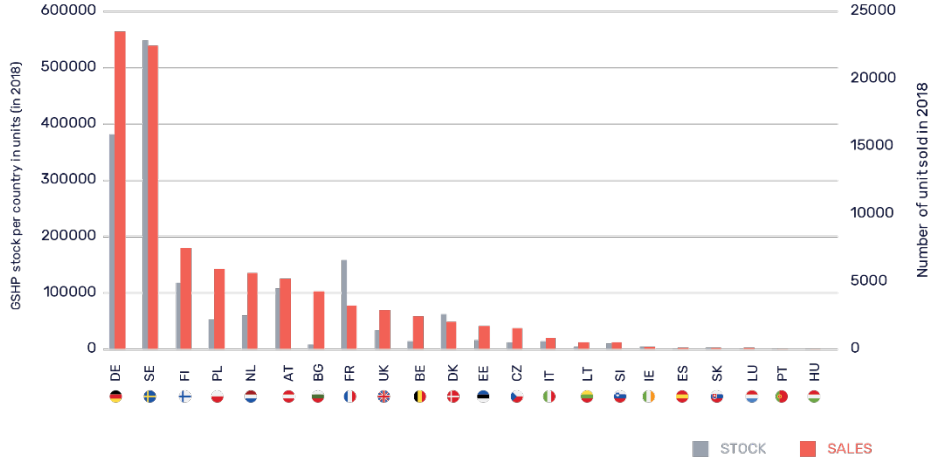
Kurulmuş jeotermal ısıtma ve soğutma kapasitesi farklı Avrupa ülkelerindeki operasyonda olan proje sayısını temsil etmez, üretim kapasitesini tarif ederken jeotermal kaynağın kalitesinin önemini kanıtlar. İzlanda, bu açıdan ısıtma ve soğutma için önemli bir jeotermal kullanıcısıdır, özellikle bölgesel ısıtmada. Ardından santrallerinde birleşik şekilde ısı ve güç üretimiyle bağlantılı büyük kapasitesiyle Türkiye gelmektedir. Bu arada Fransa Avrupa Birliği'nde en büyük pazardır, onu Almanya ve Macaristan takip etmektedir. Hollanda'da kurulmuş jeotermal ısıtma ve soğutma kapasitesi, son on yılda jeotermal sektörünü hızla artırmış bir ülke olarak dikkate değer.



Şekil 9. Ülkelere göre ısıtma ve soğutma için derin jeotermal kapasitesi (MWth) [2].

3.2. Avrupa Jeotermal Isı Pompası Pazarı

Jeotermal ısı pompaları jeotermal enerjiyi en düşük derecelerde bile kullanarak tüm boyutlardaki binalara (küçük tek kişilik dairelerden hastaneler, alışveriş merkezleri veya NATO karargâhı gibi büyük alanlara kadar) Avrupa’da her yerde kullanılabilir. Isı pompaları düşük ısı jeotermal enerjinin binanın ihtiyaçlarını karşılayacak dereceye ayarlanabilecek şekilde kullanılmasını sağlamaktadır (Şekil 10).



Şekil 10. Seçilen Avrupa ülkelerinde sığ jeotermal sistemlerin stok ve satışı (2018 tahminleri) [2].

Jeotermal ısı pompalarının dağılımı esas olarak Almanya veya Fransa ve İskandinav ülkelerinde en çok İsveç’te yoğunlaşmıştır.

İsveç kurulmuş yarım milyondan fazla ısı pompasıyla, kurulmuş stok açısından en büyük Avrupa ülkesidir. Ardından Almanya (350 bin), Fransa (150 bin), Finlandiya ve Avusturya (her biri 100 binden fazla) gelmektedir. Toplamda 2016’da Avrupa Birliği’nde tahmini 1.5 milyon, Avrupa’da da 1.8 milyondan fazla jeotermal ısı pompası sistemi vardır.

Jeotermal ısı pompası pazarı tüm Avrupa’da satılan 100 bin ünite (AB’de 80.000 den fazla) ile hayli dinamik. Önde gelen pazarlar İsveç (23 bin), Almanya (21 bin), Finlandiya (8bin) ile 2016’da satılmış jeotermal ısı pompası sistemleri sayısı ile kurulmuş stok miktarını yansıtmaktadırlar.

Dördüncü sırada (5bin satılmış ünite) ile Polonya hızlı gelişen pazarı vurgulamaktadır. Aslında Polonya’daki 2016’daki satışlar, 2015’deki kurulu stokun %15 ine tekabül etmektedir, bu da Polonya’yı en dinamik pazarlardan biri haline getirmektedir. Jeotermal ısı pompası sistemlerinin hızla benimsendiği diğer ülkeler Belçika (%21), Finlandiya ve Hollanda (%9) ve Estonya (%16) dır.

4. AVRUPA’DA JEOTERMAL ÇEVRESEL RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Derin jeotermal pazar gelişiminde en önemli engellerden biri çevresel kaygılardır. Jeotermal güvenli, güvenilir ve çevresel olarak iyi bir yenilenebilir enerji kaynağı olmalıdır. Ancak, derin jeotermal santral inşası gibi tüm insan faaliyetleri bir şekilde doğayı etkilemektedir. Bütün alt yapı projelerinin çevresel etkisi doğru bir şekilde düşünülmelidir ve çevresel mevzuatlar jeotermalin gelişimi için önemli araçlardır. Jeotermal sektörün böyle sürdürülebilir gelişimi kamu kabulünü kolaylaştıracaktır.

GEOENVI projesi Kasım 2018’de başladı, 30 ay boyunca Ufuk 2020 altında Avrupa Birliği tarafından finanse edildi. Konsorsiyum 16 ortaktan oluşmakta, bunlar altı ülkeden (Belçika, Fransa, Macaristan, İzlanda, İtalya, Türkiye) endüstri birlikleri, proje geliştiriciler, kamu araştırma yetkililerini içermektedir.

Proje derin jeotermal pazarın çevresel etkilerine odaklanarak, yararlarını vurgulama, kaygılara yönelik çözümler ve araçları analiz etmeyi amaçlamaktadır. Jeotermal kaynaklardan güç (esas olarak) ve ısı üretimi her hangi bir çevre matrisinde (hava, su, zemin, ekosistemler) etki yapabilir.

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi çevresel etkilerin miktarını belirleme ve hesaplama yaklaşımı olarak ortaya çıkmıştır [3]. Aslen, var olan projelerin şimdiki ya da geçmiş etkilerine odaklanan Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi daha sonuçsal bir yapıyla gelecekteki etkileri değerlendirmeye de başlamıştır. YDD, politikalar formüle etme ve çevresel düzenlemeler yaratmada karar almaya yardım etmek için değerli bir araçtır [4]. YDD'den gelen bilgiler etiket, standart, vergilendirme, teşvikler vs gibi ekonomik aktörler ve tüketicileri ilgilendiren farklı politika enstrümanlarını tasarlamakta faydalıdır. Ayrıca ilgili çevresel tahribatın maliyetini yansıtan enerji fiyatlarını oluşturmada yardımcı olur [5]. YDD'nin benimsenmesinin bir örneği biofuel ve biolikit üretimi sürdürülebilir kriterini saptamak için AB yenilenebilir enerji yönergesinde (EU 2009) vardır. Bu yönerge biofuel ve biolikitlerin kullanımından sera gazı emisyonu tasarruf gerekliliğini ve aynı zamanda yaşam döngüsü esnasında CO2 emisyonu miktarının nasıl belirleneceği hakkında detaylı kurallar ve kılavuzları tanımlar. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkisinin belirlenmesi gerekli iken, problem genellikle yürütme kısmında olur çünkü asıl veri ya bulunmamaktadır ya da toplanması çok zaman gerektirmektedir [6]. Bu da yükü, kılavuzları uyum ve inceleme için kullanan pratisyenler ya da raporörlerin sırtına yükler. Böylece, veri tabanı ve yazılım paketleri pratisyenler için en erişilebilir çözümdür.

Yenilenebilir enerjiye geldiğimizde, YDD'nü mevzuata entegre etmek konusunda karmaşıklıklar vardır. ISO 14014 [7] de tanımlanan YDD standartları yoruma açıktır. İncelemeler arasındaki değerlendirme metodları çevresel etkilerin ayrılması, beraber ürün ve atık tanımları sistem sınırları açısından büyük farklılıklar göstermektedir. Dolayısı ile daha bir örnek sonuçlar elde etmek için bazı kılavuz kurallar belirlenmelidir, bu da yenilenebilir enerji pazarı aktörleri arasında adil bir rekabete yol açacaktır. Dahası bu entegrasyon YDD'nin daha geniş kapsamda, daha pratik bir şekilde ve politika yapıcılar/karar vericilere veya pratisyenlere daha fazla yük vermeden uygulanmasını gerektirmektedir. Bunun için YDD nin basitleştirilmeye ihtiyacı vardır.

Olası çevresel etkiler olarak aşağıdakileri sayabiliriz:

- Yüzey-görsel etkiler (arazi kullanımı, peyzaj, flora ve fauna);
- Fiziksel etkiler (indüklenmiş depremsellik: kullanımın bütün operasyonel safhalarıyla ilgili mikro depremsellik, rezervuar bağlantısı ve rezervuara tekrar sıvı basma; çökme; jeolojik tehlikeler; yeraltı su kaynaklarının tükenmesi; doğal radyoaktivite)
- Akustik etkiler (sondaj sırasında gürültü, inşaat ve yönetim)
- Termal etkiler (havaya buhar salınımı, sıvı çekme veya basmak için zemin ısıtma ve soğutma)
- Kimyasal etkiler (atmosfere gaz emisyonu, kirlilik ve emisyon; sıvı basma, sıvı ve katı atık bertarafı).

4.1. Riskleri haritalandırma

GEOENVI projesinin ana amaçlarından biri çevresel etki ve risklerin ve algılarının haritalandırılması ve Avrupa'daki çeşitli ülkelerde derin jeotermal santrallerin çevresel ayak izinin nasıl ölçülüp kontrol edildiğini tanımlamaktır.

Etki ve riskleri azaltma ve önlemek için hâlihazırda benimsenen çözümler ve potansiyel ve teknoloji hazır olma durumu incelenecektir. Bazı etki ve riskler ortaktır fakat bazıları örneğin bölgesel özelliklere (coğrafya, jeoloji, vs.) ya da kullanılan jeotermal teknolojilere dayalıdır. Çevresel kaygıların analizi ana farklılık faktörlerinin belirlenmesine izin verecektir.

Hedef toplumsal kaygılara odaklanmamasına rağmen, proje her hâlükârda toplumun ve karar vericilerin çevresel kaygı algılarına dikkat edecektir. Bazı durumlarda, bir projenin başarı ya da başarısızlığında toplumun çevresel kaygı algıları büyük rol oynayabilmektedir. Çevresel kaygı

algılarıyla ilgili olumlu- olumsuz geribildirim analiz edilecek ve diğer ilgili etmenlere de (ülke, teknoloji, yerel içerik örneğin, nüfus yoğunluğu, iş yaratma, enerji politikaları gibi) bakılacaktır.

Sonuç olarak, derin jeotermal enerjinin çevresel yönlerinin ortak anlayışını genişletmek için çevresel etki ve riskler diğer yenilenebilir enerjilerle (ve diğer alanlarla) bağlantılı olarak tartışılacaktır

4.2. Paydaşları birleştirme

GEOENVI hem karar vericiler hem de jeotermal pazar aktörlerini bir araya getirerek, mevzuattaki önerileri adapte etmek için ve YDD metodolojisinin jeotermal paydaşları tarafından uygulanmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Paydaşlarla birleşme, açık ve FAIR (bulunabilir, erişilebilir, birlikte uygulanabilir, tekrar kullanılabilir) veri yaklaşımıyla bilgi paylaşımını içermektedir. Amaç çevresel kaygıları tartışmak için sakin, şeffaf ve güvenilir bir ortam yaratmaya katkıda bulunmak ve sonuç olarak da gelecekte somut projeleri desteklemektir. Politik karar vericiler, proje geliştiriciler, yatırımcılar, genel toplum ve yerel halkı içeren stratejik gruplarla güçlü etkileşim oluşturmak, çevresel etkileri gidermek açısından gereklidir. Aslında, yenilenebilir enerji büyümesini sürdürülebilirlikle paralel tutmak karar ve politika yapıcıların sorumluluğudur.

Sonuç olarak, jeotermal enerji projelerinin çevresel risk ve etkileri azaltılmalı ve projeden yerel toplumlara gelen faydalar artırılmalıdır. Bu hedeflerin nasıl gerçekleştiğini ölçmek için bir izleme aracı geliştirilecektir.

Karar vericilerle bağlantı için en iyi strateji var olan çevresel mevzuatları uyumlandırma ve güçlendirmedir. Değişikliği kolaylaştırmak için, yaşam döngüsü düşüncesini adapte etmek, ilgili ulusal ve yerel yetkilileri (çevre bakanlıkları, madencilik yetkilileri) birleştirmektir. Bu noktada jeotermal enerjide güçlü aktiviteleri olan konsorsiyumun dışındaki diğer ilgili ülkeler (Almanya, Hollanda, vb) kapsamın içine dahil edileceklerdir. Enerji veya çevre bakanlıkları, maden yetkilileri, kamu fonlayıcı, yerel yetkililer gibi karar vericiler haritalandırılacaktır. Dahası, etkin bir angajman için var olan ilgili düzenlemeleri inceleyerek ve mevzuatın sahiplerini belirleyerek, onların etkisini veya yetkisini belirleyerek ve konsorsiyum ülkelerinde değişikliğe açık olup olmadıklarına bakılarak önceliklendirme stratejisi oluşturmak önemlidir. Bunların belirlenmesi, angajman çabalarında değişiklikleri uygulamada daha etkili olabileceklere odaklanmayı sağlar.

SONUÇ

Jeotermal enerji güç, ısı ve soğutma için yeryüzündeki ısıyı kullanır. Avrupa'da her yerde kullanılan fakat büyük miktarda peyzajda gizli, temiz, yenilenebilir ve tutarlı bir kaynaktır.

Sağlanan enerji sürekli, temel yük ve esnektir, elektrik ve termal şebekelerde dengeleme için ideal bir kaynaktır, böylece enerji güvenliğini iyileştirir. Kurulumlar yerel ekonomilere ve enerji sistemlerine açık bir etki yapar; her düzeyde istihdam oluşturulur ve sürdürülür ve yerel esnekliği geliştirerek, merkezi ve merkezi olmayan sistemler üzerinde çok ihtiyaç duyulan bağlantıyı oluşturur.

Aralık, 2011'deki ilk basımından beri EGEÇ Pazar Raporu Avrupa'daki tüm jeotermal sektörde yetkili bir bakış olarak bilinmektedir. Rapor her yıl çeşitli istatistiksel analizler, yerel uzmanlar, kamu kuruluşları, enerji ajansları ve ulusal birliklerden verileri kullanarak oluşturulur. İşletmede, gelişmekte ve inceleme altında olan ana projelerin ve pazar gelişim analizi, mevzuat ve kamu politika ortamı, finansal araçlar ve teşvikler, piyasa tahmini ve önemli oyuncuların detaylarını içerir. Her basım değişik jeotermal teknolojinin derinlemesine incelemesini verir: 2018 basımının odak noktası proje geliştirme ve operasyon alanındaki son gelişmeler olacaktır.

EGEÇ Jeotermal piyasa raporu Mayıs 2019'da çıkacaktır. Raporun ana bulguları kamuya açıklanacak, veriler ve tablolar ile tam rapor sadece EGEÇ üyelerine açık olacaktır. Daha fazla bilgi için www.egec.org.

Pazar gelişimine ek olarak, GEOENVI projesi etkiler ve riskler açısından çevresel kaygılara cevap vermeyi amaçlamaktadır. Bunun için proje geliştiriciler için çevre etkisini değerlendirmede adapte edilmiş bir metodoloji oluşturmak ve Avrupa’da operasyonel veya geliştirilmekte olan jeotermal projelerin çevresel etkileri ve risklerini değerlendirmek gerekmektedir.

Proje uyumlandırılmış Avrupa çevre düzenlemeleri ile ilgili karar vericilere önerilerde bulunmayı, çevresel etkileri değerlendirmek için basitleştirilmiş YDD modellerini detaylandırmada ve son olarak çevreyle ilgili problemlerde etkin bir şekilde iletişimde olmayı hedeflemektedir.

KAYNAKLAR

- [1] GEOENVI Project.” Tackling the environmental concerns for deploying geothermal energy in Europe”, H2020-LC-SC3-2018-2019-2020/H2020-LC-SC3-2018-RES, Grant Agreement number: 818242.
- [2] EGECE Market Report, 2016, 2017, 2018...
- [3] Mcmanus, M. C., Taylor, C. M., Mohr, A., Whittaker, C., Scown, C. D., Borrion, A. L., Glithero N. J., Yin, Y. Challenge clusters facing LCA in environmental decision-making — what we can learn from biofuels, *The International Journal of Life Cycle Assessment*,20:1399–1414, (2015).
- [4] Grisel, L. and Osset, P.: L'Analyse du Cycle de Vie d'un produit ou d'un service. Applications et mise en pratique, *AFNOR*, Paris, (2004).
- [5] Bicalho.T: Les limites de l'ACV. Etude de la soutenabilité d'un biodiesel issu de l'huile de palme brésilienne. Gestion et management. *Université Paris Dauphine - Paris IX*, 2014.
- [6] Hetherington AC, Borrion AL, Griffiths OG,McManus MC: Use of LCA as a development toolwithin early research: challenges and issues across different sectors. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19:130–143, (2014).
- [7] ISO14040:2006, Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework, *International Organisation for standardization*, (2006).
- [8] GeoDH project, www.geodh.eu, 2014
- [9] Geoelec project, www.geoelec.eu, 2013

Özgeçmiş

Philippe DUMAS

İlk olarak Avrupa Birliği ilişkileri için Brüksel’de bir Avrupa mühendislik şirketinin temsilci olarak çalıştı. (2000-2007). Jeotermal enerji ile ilk bağlantısı EGECE ile oldu, Avrupa projeleri proje yöneticisi olarak başladı. Bir çok yayının yazar ve eş yazarıdır; konferanslar, çalıştaylar ve seminerlere sıklıkla katkı vermektedir; 2000’den bugüne kadar AB fonlu araştırma ve promosyon projelerinde aktif olarak yer almıştır.

Eylül,2008’den beri Brüksel’de EGECE genel sekreteridir ve kurumu yönetmektedir: Avrupa Jeotermal Enerji Konseyi (EGECE) uluslararası bir dernek(topluluk)tir. Mayıs, 1998’de kurulmuş ve Belçika, Brüksel merkezlidir. Avrupa’da jeotermal alanında çalışmakta, EGECE 120 den fazla şirket ve organizasyonu içermekte, 22 Avrupa ülkesinden 500 den fazla işletmeyi temsil etmektedir.

EGECE’in ana amacı jeotermal enerji için pazar gelişimini teşvik etmek ve Avrupa’daki iş koşullarının gelişmesi için çalışmaktır.

Thomas GARABETIAN

2016'dan beri EGEÇ'de çalışmaktadır. Avrupa politikalarına odaklanarak, jeotermal enerji sektörünü Avrupa kurumlarına temsil etmektedir. EGEÇ'in savunuculuk stratejisini geliştirmeye ve taşımaya katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, EGEÇ'in, özellikle jeotermal enerjinin finansmanı konusunda, Avrupa projelerine katılmasına katkıda bulunmuştur.

Thomas, EGEÇ'e katılmadan önce, yerel yönetimler ve Avrupa enerji şehirleri üzerine çalışmıştır. Ayrıca, iklim değişikliğine adaptasyon ve ekonomi üzerine İklim Ekonomisi Enstitüsü'nde çalışmıştır. Thomas, Paris Uluslararası Bilimler Fakültesi Po Paris'ten Enerji ekonomisi dalında yüksek lisans derecesi almıştır.

Avrupa Jeotermal Enerji Konseyi EGEÇ, 1998'de Avrupa jeotermal endüstrisini tanıtmak ve politikalarını şekillendirmek, iş koşullarını iyileştirmek suretiyle hem Avrupa'da hem de dünyadaki gelişimini sağlamak amacıyla kurulan, daha fazla araştırma ve gelişmeyi desteklemeyi hedefleyen, 120 ülkeden oluşan, kar amacı gütmeyen bir uluslararası organizasyondur.

GEOTHERMAL MARKET TRENDS AND ENVIRONMENTAL RISKS ASSESSMENT IN EUROPE

Avrupa'da Jeotermal Pazar Yönelimleri ve Risk Değerlendirmesi

Philippe DUMAS
Thomas GARABETIAN

ABSTRACT

The EGE 2018 Geothermal Market Report confirms the trend towards the steady growth observed in recent years, but also notes the need for greater recognition in order to enable the full deployment of geothermal energy in Europe. Installed geothermal electricity capacity in Europe is growing and producing over 15 TWh per year. The new additions are quite significant, with 350 MWe of new geothermal electricity capacity coming online in 2018, mainly in Turkey.

The use of geothermal for heating is also increasing, supported by the construction of new district heating networks and the retrofitting of old ones, thanks to local and national planning identifying geothermal heat as a cost-efficient solution to meet heating needs. The number of new plants coming online each year is on an upward trend, with an average annual growth rate of 10% in recent years.

Looking at individual geothermal heating systems, the shallow geothermal market remains the largest segment of the sector in terms of number of installations, installed capacity and energy produced. Individual geothermal heating systems, or geothermal heat pumps, represent over 20 GWth of heating capacity in Europe, with nearly 2 million installed units.

Despite its continuous growth, deep geothermal energy production in some regions is confronted with a negative perception, particularly in terms of environmental performance, which could seriously hamper its market uptake. Thus, environmental impact assessment is a prerequisite to the deployment of the deep geothermal resources. The concept of Life Cycle Assessment (LCA) allows analysis and comparison of the environmental impacts of different energy production technologies over their life cycle stages – from extraction of raw materials to production, transport, use and end-of-life.

Financed by European funds, GEOENVI project, starting in November 2018 for 30 months, aims at engaging with both decision-makers and geothermal market actors, to adopt recommendations on environmental regulations and to promote the Life Cycle Assessment (LCA) methodology implementation by geothermal stakeholders.

The objective of the GEOENVI Project is to answer environmental concerns in terms of both impacts and risks, by first setting an adapted methodology for assessing environment impacts to the project developers, and by assessing the environmental impacts and risks of geothermal projects operational or in development in Europe [1].

The project aims at proposing recommendations on harmonised European environmental regulations to the decision-makers, at elaborating simplified LCA models to assess environmental impacts and finally at communicating properly on environmental concerns.

Key Words: geothermal; market development, renewable energy, environment, regulation.

ÖZET

EGEC 2018 Jeotermal Piyasa Raporu, son yıllarda gözlenen istikrarlı büyümeye yönelik eğilimi doğrulamakla birlikte, aynı zamanda Avrupa'da jeotermal enerjinin tam olarak kullanılmasını sağlamak için daha fazla tanınmaya ihtiyaç duyulduğunu da belirtmektedir. Avrupa'da kurulu jeotermal elektrik kapasitesi yılda 15 TWh'den fazla büyümekte ve üretmektedir. Yeni ilaveler oldukça önemli, 2018'de, başta Türkiye'de olmak üzere 350 MWe yeni jeotermal elektrik kapasitesi devreye girdi.

Jeotermal enerjinin, ısıtma ihtiyaçlarını karşılamak için uygun maliyetli bir çözüm olarak tanımlandığı yerel ve ulusal planlama sayesinde, yeni bölgesel ısıtma şebekelerinin inşası ve eskilerin güçlendirilmesiyle, jeotermal enerjinin kullanımı da artmaktadır. Her yıl devreye giren yeni tesis sayısı, son yıllarda ortalama %10'luk bir büyüme oranı ile yükseliş eğilimindedir.

Bireysel jeotermal ısıtma sistemlerine bakıldığında, sığ jeotermal pazarı, tesis sayısı, kurulu kapasite ve üretilen enerji açısından sektörün en büyük bölümü olmaya devam etmektedir. Bireysel jeotermal ısıtma sistemleri veya jeotermal ısı pompaları, Avrupa'da yaklaşık 2 milyon kurulu ünite ile 20 GW'ın üzerinde bir ısıtma kapasitesini temsil etmektedir.

Sürekli büyümesine rağmen, bazı bölgelerdeki derin jeotermal enerji üretimi, özellikle piyasadaki alımını ciddi şekilde engelleyebilecek çevresel performans açısından olumsuz bir algıyla karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle, çevresel etki değerlendirmesi, derin jeotermal kaynakların yayılmasının ön şartıdır. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) kavramı, farklı enerji üretim teknolojilerinin çevresel etkilerinin yaşam döngüsü aşamaları üzerindeki - hammaddelerin çıkarılmasından üretime, nakliyyeye, kullanım ve ömrünün sonuna kadar - analizine ve karşılaştırılmasına olanak sağlar.

Avrupa fonları tarafından finanse edilen, 30 ay süreli ve Kasım 2018'de başlayan GEOENVI projesi, hem karar vericiler hem de jeotermal piyasa aktörleriyle birlikte çalışmayı, çevre düzenlemeleri konusunda tavsiyelerde bulunmayı ve jeotermal paydaşların Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) metodolojisi uygulamasını desteklemeyi amaçlamaktadır.

GEOENVI projesinin amacı, çevresel kaygıları hem etkiler hem de riskler açısından cevaplamak, ilk olarak proje geliştiricilerine çevresel etkileri değerlendirmek için uyarlanmış bir metodoloji belirleyerek ve operasyonel veya geliştirilmekte olan jeotermal projelerin çevresel etkilerini ve risklerini değerlendirmektir.

Proje, çevresel etkileri değerlendirmek için basitleştirilmiş LCA modellerini geliştirmeyi ve son olarak çevresel kaygılarla doğru şekilde iletişim kurmayı, karar vericilere uyumlaştırılmış Avrupa çevre düzenlemeleri hakkında önerilerde bulunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal, Pazar gelişmesi, yenilenebilir enerji, çevre, düzenleme

1. INTRODUCTION

Geothermal energy is a rapidly growing renewable energy source in Europe. It can be used for electricity production and to supply renewable heating and cooling in buildings, district heating, industrial processes or for agriculture. One challenge to the development of geothermal in Europe is the demonstration that the contribution of our sector to the energy mix, a decarbonised approach based on renewables, is now much greater and more than a niche market. The resources in Europe will allow geothermal to cover a large share of power and heat. The use of geothermal energy, particularly for heat, is slowly but steadily increasing across Europe.

Overall the use of geothermal energy in Europe is growing, at various rates depending on country and technology considered. The paper below will outline the state of the geothermal market in 2018.

Emerging as a high stake topic for geothermal energy deployment, the question of assessing and mitigating the environmental risks associated with geothermal energy is an ever growing one. The below paper will show how the GEOENVI Project, financed under Horizon 2020, aims to tackle this issue.

2. THE GEOTHERMAL ELECTRICITY SECTOR CARRIED BY MAJOR MARKETS

2.1. Turkey leading geothermal electricity developments

In Europe, the installed geothermal electricity capacity represents 3.1 GW, spread out around three major countries with significant installed capacity, and several other ones where the geothermal electricity industry is emergin. The three leading markets are: Turkey, with 1,315 MWe of installed capacity, Italy with 916 MWe and Iceland with 753 MW. Other countries producing electricity from geothermal energy include Germany, Portugal, France, Hungary, Croatia, Austria.

Over the past few years, Turkey has been a leading market for geothermal electricity developments in Europe, with 330 MWe installed in 2017 and 290 MWe in 2018 (see figure 1 below). In 2018, the Turkish geothermal sector added 12 new geothermal plants, while having almost doubled its installed capacity over the past two years, and entered the so-called “GW club” of countries with more than 1 GW of installed geothermal electricity capacity.

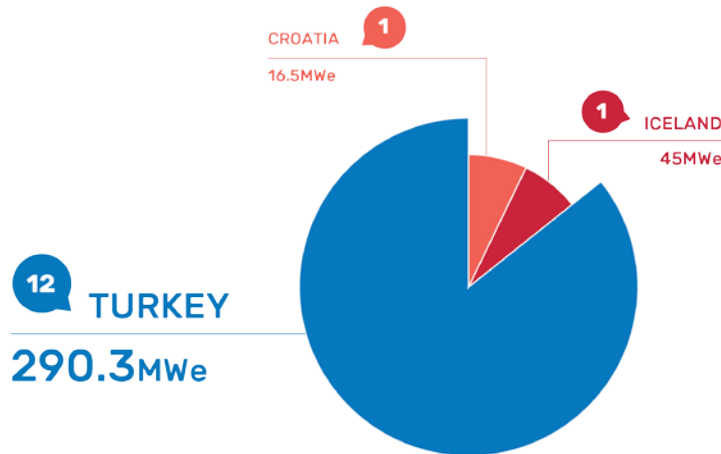


Figure 1. Geothermal electricity capacity addition in 2018 [2].

In the rest of Europe, the market for geothermal electricity is less dynamic, although Iceland added 45 MWe of capacity in 2018 with the addition of one new plant, and Croatia became the latest European country to start relying on geothermal energy for electricity production with the addition of 16.5 MWe. In 2017, it was Hungary who joined the group of geothermal electricity producing countries with the commissioning of a 3.4 MWe plant.

The new development of geothermal electricity in Europe is allowed by technical innovation as Europe not being primarily a volcanic area, conventional geothermal electricity production is not suitable in many parts of the continent. Binary turbines are instrumental in unleashing the European geothermal electricity potential, as illustrated in the Fig. 2, which highlights that most of the capacity added since 2010 corresponds to binary turbines. Indeed, this turbine technology is crucial in allowing geothermal power production from lower temperature resources, and they also have the benefit to contribute limiting the environmental impact of geothermal power production. Regarding turbine manufacturing in 2018, the main actors were Ormat, Exergy, Fuji, Toshiba, Turboden (Fig.3)

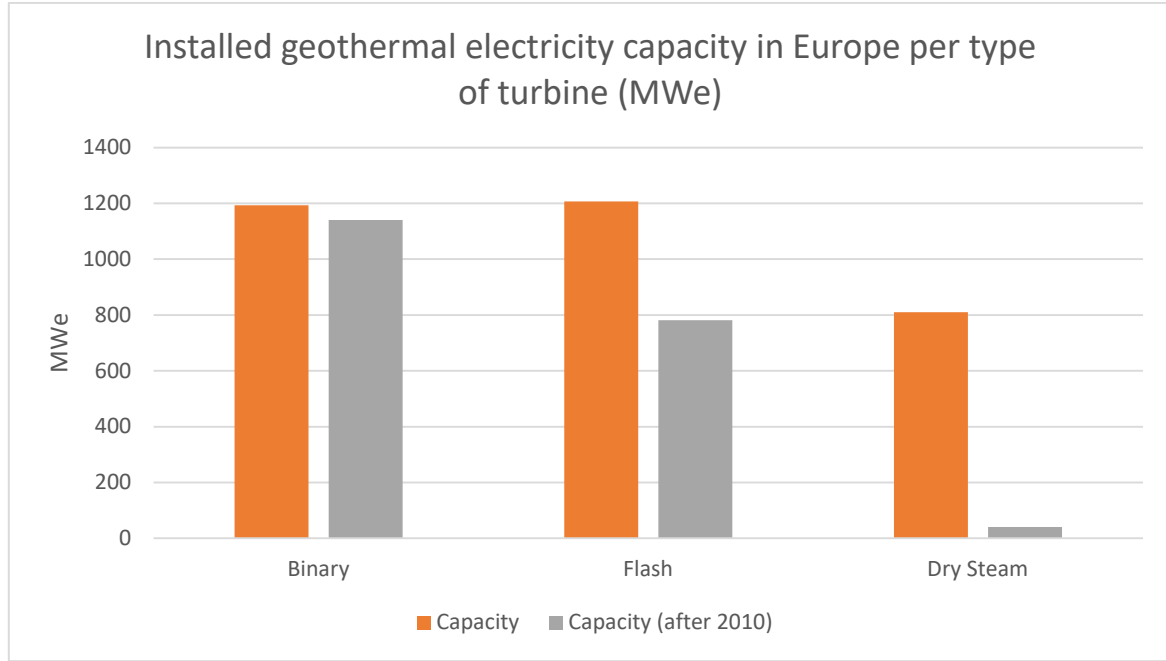


Figure 2. Installed geothermal electricity capacity in Europe per type of turbine (MWe) [2].

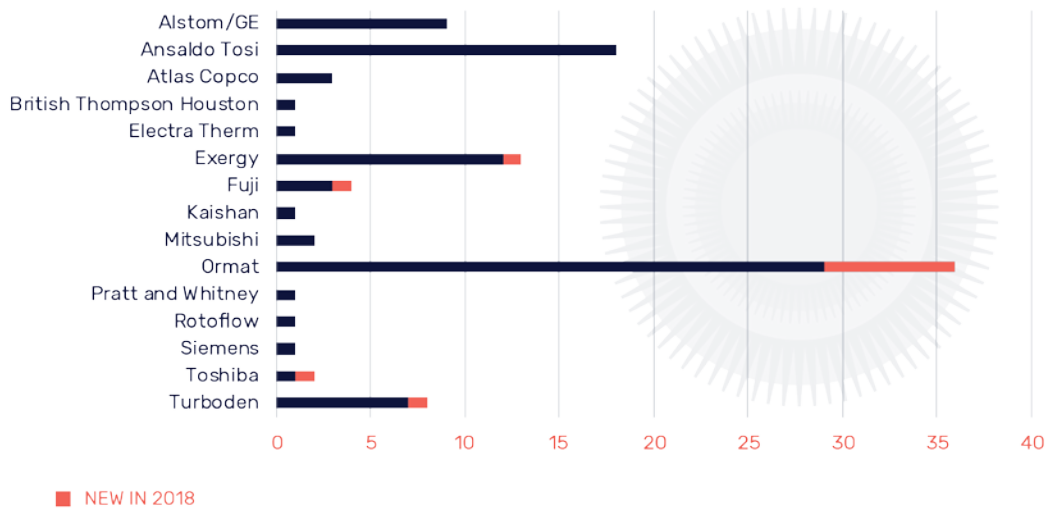


Figure 3. Trends in geothermal electricity turbines: installed capacity per manufacturer [2].

2.2. An electricity generation source with a largely underutilised potential

Geothermal electricity production is a major resource for enabling the energy transition, although it remains largely underutilised in many parts of Europe. The number of projects under investigation is an evidence of the interest for this technology, which presents many benefits as a dispatchable, flexible combined heat and power source. The Fig 4, highlights that the number of plants in Europe is set to double with 150 plants under investigation, 34 under development for 150 installed. In the EU meanwhile, the number of plants under investigation is of 107, with 13 under development and only 56 installed.

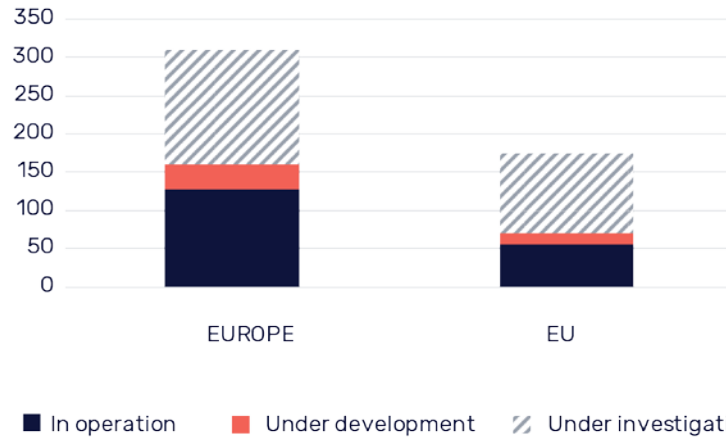


Figure 4. Number geothermal power plants in Europe, in operation, under development and under investigation [2].

The Fig 5, further highlights the prospects for an evolution of the European geothermal market. Turkey is set to further increase its installed capacity, while Italy is investigating the possibility of a new wave of geothermal electricity deployment. Meanwhile, France and Germany are looking to rely more extensively on geothermal for electricity production. A notable trend, which builds on the recent commissioning of the first power plants in Croatia and in Hungary is the arrival of new European countries in geothermal electricity sector. There are for instance projects under development in the UK, Belgium or Poland. Greece and Switzerland are looking to develop geothermal power projects of their own.

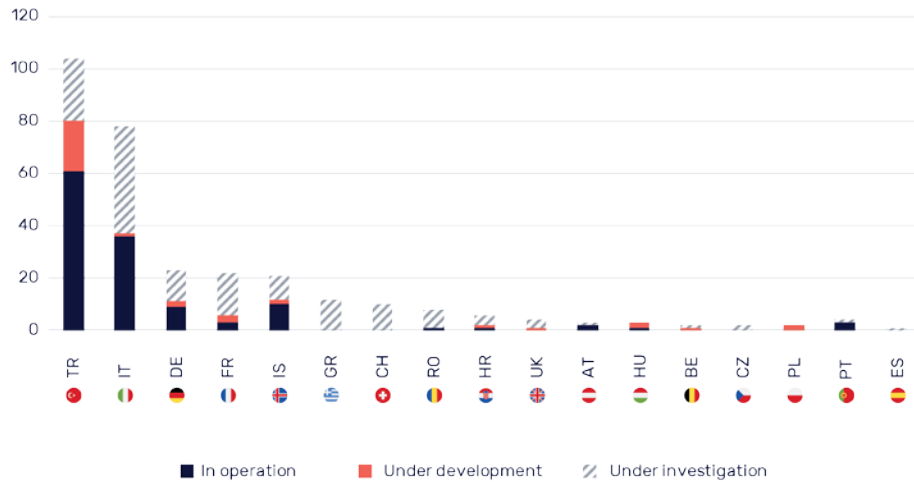


Figure 5. Number of geothermal power plants per country, in operation, under development and under investigation [2].

3. A SUSTAINED PROGRESSION OF GEOTHERMAL HEATING AND COOLING

3.1. A steady growth of deep geothermal for heating and cooling

The geothermal heating and cooling is more widespread in Europe than geothermal electricity production. As for the geothermal electricity sector however, there are some major markets that driving the deployment of new capacity in Europe. There are over 5 GWth of capacity for deep geothermal for heating and cooling in buildings, agri-food or industry installed in Europe in 2018. There are over 300 geothermal heating and cooling systems in Europe. The use of deep geothermal for heating and cooling has been growing steadily over the past decade, as highlighted by the Fig. 6.

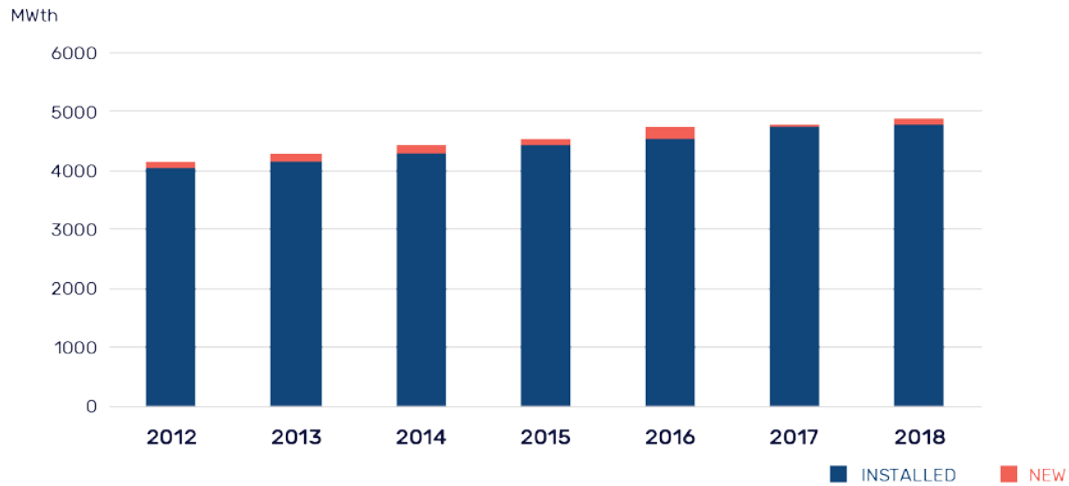


Figure 6. New capacity of deep geothermal for heating and cooling per year (MWth) [2]

In 2018, the European geothermal sector installed or renovated 12 plants, representing 150 MWth of capacity. New additions were primarily in the Netherlands with 5 new plants representing 66 MWth, while in France 3 plants were renovated for 1 new addition, for a total representing a capacity of 45 MWth. Germany, Belgium and Serbia added one plant each (Fig.7).

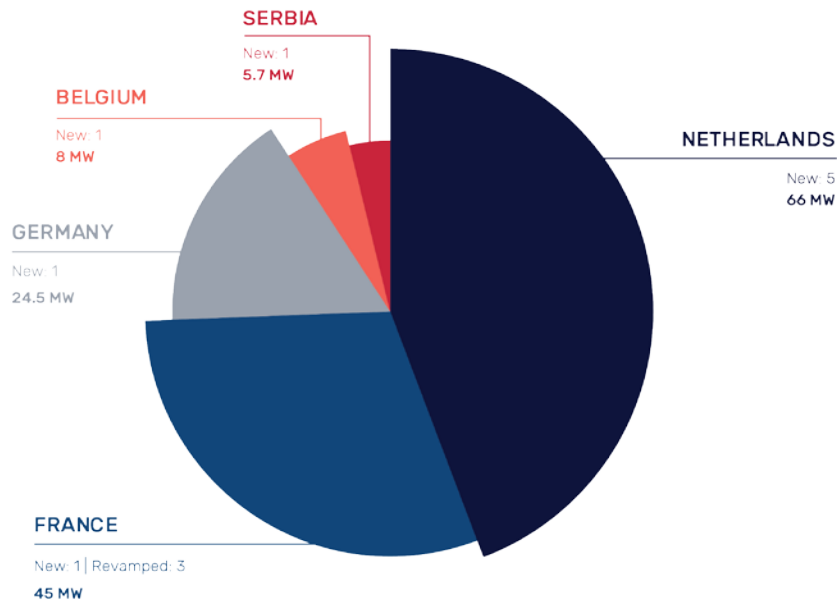


Figure 7. New plants for deep geothermal for heating and cooling in 2018 (capacity and number) [2].

The deep geothermal heating and cooling sector is well spread out across Europe. Most countries however are at an early stage of deployment, with limited installed capacity and a small number of project currently commissioned. Most European countries are however looking to increase their use of deep geothermal for heating and cooling, most notably Germany, France, Poland, the Netherlands, Hungary or Italy (Fig.8).

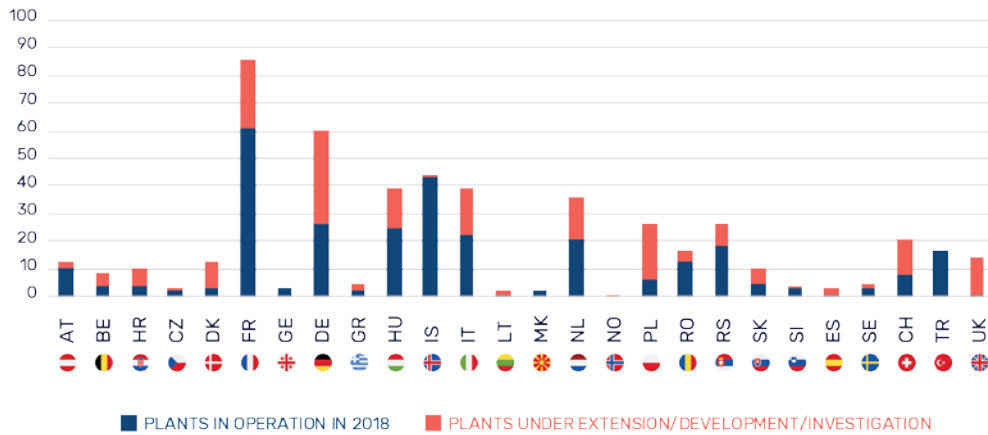


Figure 8. Number of GeoDH plants in operation and under development-investigation per country [2].

The installed geothermal heating and cooling capacity is not necessarily representative of the number of project in operation in the different European countries, an evidence of the importance of the quality of the geothermal resource in defining the production capacity. Iceland is in that regard a particularly important user of geothermal for heating and cooling, notably for district heating. Turkey follows, with a large capacity linked to the combined production of heat and power in Turkey's geothermal plants. France meanwhile is the largest market within the European Union, followed by Germany and Hungary. Noteworthy is the importance of the geothermal heating and cooling capacity installed in the Netherlands, a country that rapidly scaled up its geothermal sector over the course of the past decade (Fig 9).

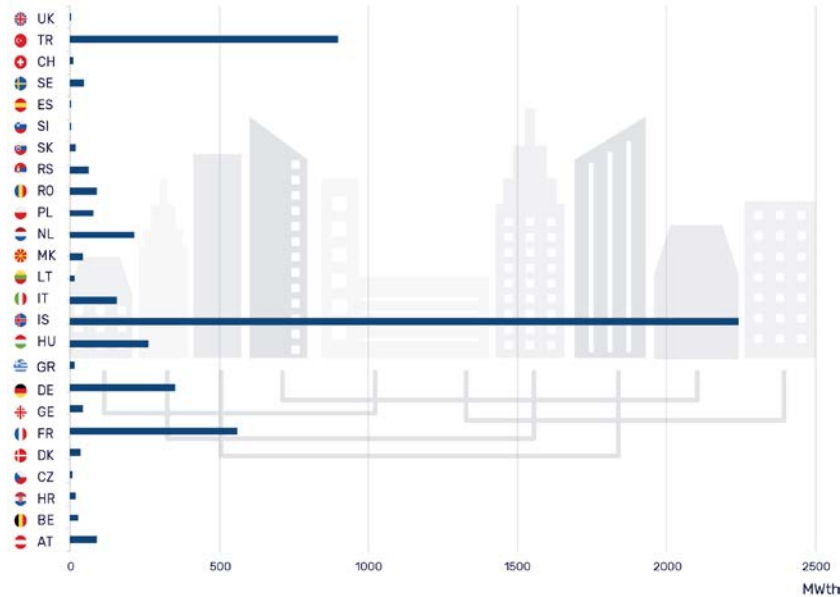


Figure 9. Deep geothermal for heating and cooling capacity per country (MWth) [2].

3.2. The Geothermal Heat Pump Market In Europe

Geothermal heat pumps can be used anywhere in Europe, utilising geothermal energy even at very low temperatures to supply heating and cooling to buildings of all sizes (from small single-family houses to very large buildings such as hospitals, shopping centres or the headquarters of the North Atlantic Treaty Organisation, NATO). Heat pumps enable the use of the low temperature geothermal energy by allowing the temperature to be adjusted to the level required to meet the building's needs (Fig.10).

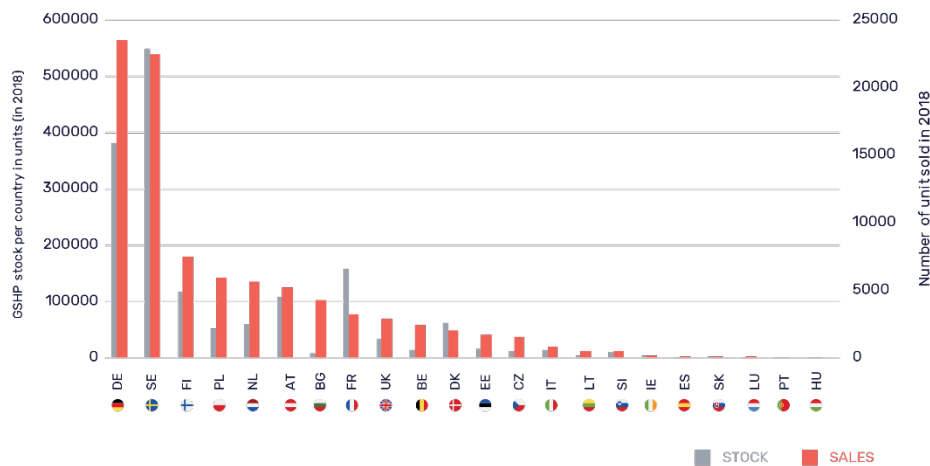


Figure 10. Stock and sales of individual shallow geothermal systems in selected European countries (estimates for 2018) [2].

The distribution of geothermal heat pumps across Europe is primarily concentrated in larger countries such as Germany or France, and in the Scandinavian countries, most notably Sweden.

Sweden is indeed the biggest European country in terms of installed stock, with over half a million heat pumps installed. It is followed by Germany (350 thousand), France (150 thousand), Finland and Austria (over 100 thousand each). In total, there was an estimated 1.5 million geothermal heat pump systems in the European Union in 2016¹, and more than 1.8 million across Europe.

The geothermal heat pump market is quite dynamic, with around 100 thousand units sold across Europe annually (over 80,000 in the EU). Leading markets reflect installed stock to some extent, with Sweden (23 thousand), Germany (21 thousand), Finland (8 thousand) leading the pack in terms of the number of geothermal heat pump systems sold in 2016.

Coming in 4th place however is Poland (5 thousands unit sold), which underlines a fast-evolving market. Indeed, sales in Poland in 2016 are equivalent to 15% of the installed stock in 2015, making it one of the most dynamic markets in Europe. Other countries where the adoption of geothermal heat pump systems is also fast accelerating include Belgium (21%), Finland and The Netherlands (9%) and Estonia (16%).

4. GEOTHERMAL ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT IN EUROPE

Environmental concerns are one of the important barriers for deep geothermal market development. Geothermal should be a safe, reliable, and environmentally benign renewable energy source. However, all man-kind activities have somehow an impact on nature, including the construction of a deep geothermal plant. The environmental impact of all infrastructure projects should be rightly considered, and environmental regulations are important tools for the development of geothermal. Such a sustainable development of the geothermal sector would facilitate public acceptance.

The GEOENVI project started in November 2018, it is financed by the European Union under Horizon 2020 for a duration of 30 months. The consortium comprises 16 partners, from industry associations to project developers, including Public research authorities, from 6 countries (Belgium, France, Hungary, Iceland, Italy, Turkey). The project aims at analysing and proposing solutions and tools for addressing concerns and highlighting benefits for the deep geothermal market uptake focusing on the environmental impacts. Power (mainly) and heat production from geothermal resources may have an impact on any environmental matrix (air, water, ground, ecosystems).

LCA (Life Cycle Assessment) has emerged as an approach to quantify and account for environmental impacts [3]. Originally focused on accounting for current or past impacts in existing projects, LCA is becoming forward looking to assess future impacts of a more consequential nature. LCA is a valuable tool to help formulate policies and to help taking decisions in creating environmental regulation [4]. Information from LCA are useful to draft different policy instruments that concern economic actors and consumers, such as label, standard, taxation, incentives, subsidy, etc. It also helps to establish the prices of energy that reflects the cost of the associated environmental damages [5]. One example of adoption of LCA exists in the EU renewable energy directive (EU 2009) to determine the sustainability criteria for biofuel and bio liquids production. This directive defines the requirement of greenhouse gas emission savings from the use of biofuels and bioliquids and, at the same time, the detailed rules and guidelines on how to quantify their CO₂ emissions during the life cycle. While it is necessary to have environmental impacts from renewable energy sources identified, the downside is often found in the execution side as primary data is either unavailable or too time consuming to gather (6). This falls on the burden of the practitioners or the reporters who use the guidelines for compliance and study. Therefore, database and software packages are the most accessible solution for the practitioner.

When it comes to renewable energy, there are complexities in integrating LCA into regulations. LCA standards described in ISO 14040 [7] are open for interpretation. The methods of assessment between studies differ considerably in their system boundaries, co-product and waste definitions and methods of allocation of environmental impacts. Therefore some guidelines have to be established in order to achieve more homogenize results which will, in turn, allow a fair competition between renewable energy market actors. Furthermore, this integration equally demands LCA to be implemented in broader context, in a more practical way, and without adding too much burdens to either the policy / decision makers or the practitioners. This is where LCA needs to be simplified.

Among the potential environmental impacts, we can list the followings:

- Surface-visual effects (land use, landscape, flora and fauna);
- Physical effects (induced seismicity: micro-seismicity related to all the operational phases of the exploitation, including reservoir connection and fluid reinjection into the reservoir; subsidence; geological hazards; groundwater resource depletion; natural radioactivity)
- Acoustic effects (noise during drilling, construction and management);
- Thermal effects (release of steam in the air, ground heating and cooling for fluid withdrawal or injection).
- Chemical effects (gaseous emissions into the atmosphere, incondensable gases, pollution and emissions; re-injection of fluids, disposal of liquid and solid waste).

4.1. Mapping the risks

One of the main objectives of the GEOENVI project is to map environmental impacts and risks, as well as their perception and to define how environmental footprint of deep geothermal plants in Europe is measured and controlled in different countries.

Solutions that have already been adopted to reduce or circumvent impacts and risks, and quantify their potential and their technology readiness level will be analysed. Some impacts and risks are common, but some others depend for instance on regional specificities (geography, geology, etc.) or on geothermal technologies deployed. The analysis of environmental concerns will permit the identification of key differentiation factors.

Although the objective does not focus on societal concerns, the project will nevertheless pay attention to the perception of environmental concerns by the society and the decision-makers. It is indeed known that in some cases the public perception of environmental concerns can be of key importance in the success or failure of a project. Experience feedback Partners will (positive and negative ones)

concerning the perception of environmental concerns will be analysed, also in relation to other relevant factors (country, technology, local context e.g. population density, job creation, energy policy, etc.).

Finally, in order to broaden the common understanding of environmental aspects of deep geothermal energy, the environmental impacts and risks will be discussed with regard to other renewable energies (and other fields, whenever considered of relevance).

4.2. Engaging stakeholders

GEOENVI aims at engaging with both decision-makers and geothermal market actors, to adopt recommendations on regulations and to see the LCA methodology implemented by geothermal stakeholders. The engagement with stakeholders includes sharing of knowledge by adopting an open and FAIR (findable, accessible, interoperable, reusable) data approach. The aim is to contribute to the development of a calm, transparent and trustworthy climate to discuss environmental concerns, thus favoring a solid deployment of future projects. It is essential to engage strong interactions with strategic groups, including political decision makers, project developers, investors, the general public, and local communities, in order to remove environmental impacts. Indeed, it is responsibility also of decision and policy makers to ensure that the growth of renewable energy is in line with sustainability.

As a result, the environmental risks and impacts of geothermal energy projects shall be reduced while maximizing the benefits derived from the project to local communities. A monitoring tool will be developed to measure how these objectives have been achieved.

In order to engage with decision-makers, the best strategy to harmonize and empower the existing environmental regulations, adapting life cycle thinking is also engaging the relevant national and local authorities (e.g. environment ministries, mining authorities) in order to facilitate the change. At this point, other relevant countries outside the consortium that has strong activity in geothermal energy (Germany, the Netherlands, etc) are going to be included in the scope. Decision makers such as energy or environmental ministries, mining authorities, public funding, local authorities are going to be mapped. Furthermore, for an efficient engagement, it is important to set some prioritization strategy by analysing relevant existing regulations, and identifying the owners of the regulations, their level of influence or authority and their openness to changes in the countries of the consortium. By having them identified, engagement efforts could be focused to the ones having higher influence to the success of changes implementation.

CONCLUSION

Geothermal energy uses the heat from the earth to deliver power, heat, and cold. It is a clean, renewable, stable resource, used everywhere in Europe, but largely hidden within the landscape.

The energy provided is steady, baseload and flexible, making it an ideal source for balancing electricity and thermal grids, thereby improving energy security. Installations have a clear impact on local economies and energy systems; jobs at all levels are created and sustained, and by developing local flexibility, it creates a much-needed link between centralised and decentralised systems.

Since its first edition in December 2011, the EGECE Geothermal Market Report has come to be seen as the authoritative overview of the entire geothermal sector in Europe. The report is compiled each year using data from various statistical analyses, local experts, utilities, energy agencies, and national associations. It includes details of all major projects in operation, under development, and under investigation, as well as an analysis of market development, the regulatory and public policy environment, financial tools and incentives, market forecast, and key players. Every edition also offers an in-depth review of different geothermal technologies: the focus of the 2018 edition will be the latest development in the field of project development and operation.

The EGECE Geothermal Market Report 2018 will be released in May 2019. The Key Findings of the report are made publicly available, while the full report, complete with supporting data and tables, is only available to EGECE members. For more information, visit www.egec.org

To accompany the market development, the GEOENVI project aims to answer environmental concerns in terms of both impacts and risks, by first setting an adapted methodology for assessing environment impacts to the project developers, and by assessing the environmental impacts and risks of geothermal projects operational or in development in Europe.

The project aims at proposing recommendations on harmonised European environmental regulations to the decision-makers, at elaborating simplified LCA models to assess environmental impacts and finally at communicating properly on environmental concerns.

REFERENCES

- [1] GEOENVI Project.” Tackling the environmental concerns for deploying geothermal energy in Europe”, H2020-LC-SC3-2018-2019-2020/H2020-LC-SC3-2018-RES, Grant Agreement number: 818242.
- [2] EGECE Market Report, 2016, 2017, 2018...
- [3] McManus, M. C., Taylor, C. M., Mohr, A., Whittaker, C., Scown, C. D., Borrion, A. L., Glithero N. J., Yin, Y. Challenge clusters facing LCA in environmental decision-making — what we can learn from biofuels, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20:1399–1414, (2015).
- [4] Grisel, L. and Osset, P.: L'Analyse du Cycle de Vie d'un produit ou d'un service. Applications et mise en pratique, *AFNOR*, Paris, (2004).
- [5] Bicalho.T: Les limites de l'ACV. Etude de la soutenabilité d'un biodiesel issu de l'huile de palme brésilienne. Gestion et management. *Université Paris Dauphine - Paris IX*, 2014.
- [6] Hetherington AC, Borrion AL, Griffiths OG, McManus MC: Use of LCA as a development tool within early research: challenges and issues across different sectors. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19:130–143, (2014).
- [7] ISO14040:2006, Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework, *International Organisation for standardization*, (2006).
- [8] GeoDH project, www.geodh.eu, 2014
- [9] Geoelec project, www.geoelec.eu, 2013

CURRICULUM VITAE

Philippe DUMAS

He first worked in a European engineering company as representative in Brussels for EU affairs (2000-2007). Firstly involved in geothermal energy with EGECE, starting as project manager for European projects. Author and co-author of several publications; frequent contributor to conferences, workshops and seminars; active in a number of EU-funded research and promotion projects from 2000 until today.

Since September 2008, He's the EGECE Secretary general in Brussels managing the association: The European Geothermal Energy Council (EGECE) is an international association, founded in May 1998 and based in Brussels, Belgium. EGECE unites more than 120 companies and organizations, representing more than 500 entities from 22 European countries, working in the geothermal field in Europe.

The main goal of EGECE is to foster market development for geothermal energy and to work for improvement of business conditions in Europe.



Thomas GARABETIAN

Thomas Garabetian is working at EGECE since 2016, focusing on European policies, representing the geothermal energy sector to the European institutions, contributing to the development and carrying EGECE's advocacy strategy. He also contributed to EGECE's involvement in European projects, in particular regarding the financing of geothermal energy.

Before joining EGECE, Thomas worked on European affairs for local authorities in energy transition at Energy Cities. He also has a background in the economics of climate change adaptation at the Institute for Climate Economics. Thomas holds a Master's degree in Energy economics from the Paris School of International Affairs of Sciences Po Paris.

EGECE, the European Geothermal Energy Council, is a non-profit international organization with more than 120 members across 28 countries, founded in 1998 to promote the European geothermal industry and enable its development both in Europe and worldwide, by shaping policy, improving business condition, and driving more research and development.