

TMMOB JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI

“MUĞLA İLİNİN JEOTERMAL KAYNAKLARI”

POTANSİYEL, GELİŞTİRİLEBİLİRLİK VE

EKONOMİK YARARLANMA SEÇENEKLERİ İÇİN

DEĞERLENDİRMELER

İbrahim AKKUŞ
Jeoloji Mühendisi



TMMOB JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI Yayın No: 159

TMMOB
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
“MUĞLA İLİNİN JEOTERMAL
KAYNAKLARI”
POTANSİYEL, GELİŞTİRİLEBİLİRLİK VE
EKONOMİK YARARLANMA SEÇENEKLERİ
İÇİN DEĞERLENDİRMELER

İbrahim AKKUŞ

Jeoloji Mühendisi

TMMOB JMO Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli
Sular Komisyonu II. Başkanı

Ocak 2026

550.4 jeo

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası “MUĞLA İLİNİN JEOTERMAL KAYNAKLARI”
POTANSİYEL, GELİŞTİRİLEBİLİRLİK VE EKONOMİK YARARLANMA SEÇENEKLERİ
İÇİN DEĞERLENDİRMELER RAPORU

Ankara: Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 2026

52 s.: 24 cm

jeotermal, Muğla, jeotermal enerji, Sultaniye, Mavi , İçmeler, Honaz

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayın No: 159

ISBN: 978-605-01-1734-9

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	1
2.1. Anahtar Tanımlar	3
2. JEOTERMAL KAVRAMLAR	3
2.2. Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları	5
2.3. Saha Değerlendirme Ölçütleri.....	7
2.4. İş Akış Şeması	8
3. JEOTERMAL ALANLAR.....	9
3.1. Milas İlçesindeki Jeotermal Alanlar	13
3.1.1. Karahayıt Alanı	13
3.1.2. Kıyıkışlacık-Asın Jeotermal Alanı	14
3.1.3. Bozalan Alanı	15
3.1.4. Ören Alanı.....	15
3.2. Yatağan İlçesindeki Jeotermal Alanlar	15
3.2.1. Bozüyük-Bağyaka Alanı	15
3.3. Bodrum İlçesindeki Jeotermal Alanlar.....	16
3.3.1. Karaada Alanı.....	16
3.3.2. Gümüşlük Alanı.....	17
3.3.3. Karakaya Alanı.....	17
3.3.4. Dereköy Alanı	17
3.3.5. Çiftlikköy Alanı.....	18
3.3.6. Çamlık Alanı.....	18
3.3.7. Akyarlar Alanı	18
3.3.8. Eskiçeşme Alanı	18
3.3.9. Kızılağaç Alanı	19
3.3.10. Göltürkbükü Alanı	19
3.4. Datça İlçesindeki Jeotermal Alanlar	19
3.4.1. Ilıca Alanı	19

3.5. Köyceğiz İlçesindeki Jeotermal Alanlar.....	20
3.5.1. Sultaniye Alanı	20
3.5.2. Delibey Alanı	21
3.5.3. Kelgirme Alanı	21
3.6. Ortaca İlçesindeki Jeotermal Alanlar	22
3.6.1. Musalar Alanı	22
3.6.2. Çürükardı Alanı	22
3.7. Dalaman İlçesindeki Jeotermal Alanlar	23
3.7.1. Termemaris Alanı.....	23
3.7.2. Kapıkargın Alanı.....	23
3.8. Fethiye İlçesindeki Jeotermal Alanlar	24
3.8.1. Girmeler Alanı.....	24
3.9. Marmaris İlçesindeki Jeotermal Alanlar	26
3.9.1. İçmeler Alanı	26
4. JEOTERMAL ALANLARIN YARARLANMA OLANAKLARI.....	27
4.1. Mekan Isıtma Uygulaması İçin Potansiyel Alanlar.....	28
4.2. Sera Isıtma Uygulaması İçin Potansiyel Alanlar	28
4.3. Termal ve Sağlık Turizmi İçin Potansiyel Alanlar	30
4.4. Diğer Kullanımlarda Yararlanılacak Alanlar	30
5. GELİŞTİRME ÇALIŞMALARININ EKONOMİK YARARLANMADAKİ ROLÜ	33
6. DEĞERLENDİRMELER.....	37
6.1. Potansiyelin Kullanımı Üzerine Düşünceler	37
6.2. Alanlarda Yatırımın Önünü Tıkayan Gelişmeler	38
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	41
7. YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	45

1. GİRİŞ

Ülkeler, bölgeler veya kentler için yaşamsal bir kaynak veya varlığa sahip olmak tarih boyunca her zaman önemli olmuş, bunları iyi koruyup, kamu yararı çerçevesinde işletenler, bu kaynak veya varlıkların yarattığı artı değerler ile ülkelerinin veya kentlerinin gelişmesine ve zenginleşmesine vesile olmuşlardır (Akkuş, 2021). Bu açıdan bakıldığında Muğla, doğal kaynaklarca zengin kentlerimiz arasında yer almaktadır. Jeotermal Enerji Kaynakları sahip olduğu doğal zenginliklerden biridir.

Muğla ilindeki jeotermal alanların konumu, potansiyeli, yararlanma biçimi ve geliştirilebilirliği gibi özellikleriyle tanıtılmasını amaçlayan bu çalışmada, inceleme ve değerlendirme konusuna ilişkin genel bir bakış sağlamak için literatürden yararlanılmıştır. Sahalara ilişkin değerlendirmenin bilgi alt yapısını oluşturan ve değinilen veriler, önceki çalışmalardan derlenen bilgilerden oluşturmaktadır. GE-KA Projesinde Muğla ilindeki kaynakların konumu, sıcaklıkları, kuyu bilgileri, sıcak akışkanların fiziksel ve kimyasal karakteristikleri ile kullanımları ayrıntılı incelenmiştir (Avşar ve diğ. 2012). Doç. Dr. Özgür Avşar'ın yürütücülüğünde proje ekibi tarafından yapılan çalışmalara ilişkin verilerin değerlendirme çalışmasına katkısı büyüktür. Bunun yanı sıra, bölgede jeotermal araştırmaları yapmış olan Jeoloji Müh. Servet Açıkgöz ve Dr. Nizamettin Şentürk'ün veri desteğini de belirtmek gerek.

Alanlardaki değişik tür ve ölçekteki jeotermal kaynak arama çalışmalarının sonuçları potansiyel varlığına işaret eder. Sahaların yer aldığı bölgenin jeolojik, coğrafik, iklim koşulları, ulaşım ve pazar durumu sahalarla değer katan faktörlerdir. Doğal boşalım ve açılan kuyulardaki üretim değerleri dikkate alındığında, jeotermal kaynaktan öncelikle termal ve tarımsal uygulamalar için yararlanma seçeneği öne çıkmaktadır. Alanlarda gerek doğal yolla, gerekse mekanik sondajlarla üretilen akışkan termal kullanım ve tarımsal amaçlı kullanılmaktadır. Ancak bu kaynaklardan yeteri kadar fayda türetildiği söylenemez. Öte yandan ülke ölçeğinde yapılan araştırmalar, teknik çalışmalar ve yatırımlarla kullanımların yaygınlaşmasına karşılık, jeotermal sektörünün yaşadığı, kayna-



ğın gelişmesini, etkin ve verimli bir şekilde yararlanılmasını engelleyen, dahası sürdürülebilirliğini tehdit eden düzeye varan sorunların benzerleriyle Muğla özelinde de karşılaşılmaktadır. Sahalara özgü bilgiye erişmenin özel bir çabayı gerektirmesi bir yana, işletmeciler de bu tür bilgileri ticari kaygıyla paylaşmamaktadırlar (Akkuş, 2021).

Muğla'daki jeotermal alanların geleceği açısından bakıldığında; alanların il sınırları içindeki geniş dağılımı, sondaj kuyusu bulunan sahaların üretim bilgileri, sahaların potansiyeli ve geliştirilebilirliği gibi nitelikleriyle, termal tesis ve sera ısıtması, termal sağlık turizmi, balık yetiştiriciliği gibi kullanımlarda yararlanılabilecek, ortaya çıkarılmayı bekleyen bir potansiyelin olduğu görülmektedir. Kuşkusuz bu potansiyelden ekonomik olarak yararlanılabilmesi, alanların gerçek kapasitesi ve üretim yeteneğinin belirlenmesi, işletilebilme özelliklerinin ortaya konulması, riski azaltmak için belirsizliklerin giderilmesini sağlayacak geliştirme çalışmalarının yapılmasıyla mümkündür. Bu bağlamda; sahalarla ilgili süreci netleştirmek için, jeotermal araştırma metodolojisinin gerektirdiği bir anlayışla yapılacak güncel durum analizi ve ayrıntılı değerlendirme çalışması önceliklidir. Sahaların geleceğine ilişkin karar sürecinde en etkili parametre ileri aşama çalışmalarının açık, somut ve şeffaf bilgi içeren sonuçları olacaktır (Akkuş, 2021).

Bu rapor, Muğla ilindeki jeotermal alanlarının genel özellikleriyle tanıtılmasının yanı sıra, kent yöneticilerinin bu zenginliğin farkına varmaları, kentin sahip olduğu jeotermal kaynaklardan etkin bir şekilde yararlanılması, kırsal alanlarda üretimin geliştirilerek istihdamın artırılması ve kentin ekonomisinin geliştirilmesine ilişkin yaklaşım ve önerileri içermektedir.

Muğla'nın jeotermal alanlarının yatırıma baz oluşturacak tüm özelliklerini yansıtmak ise kapsamlı ve ayrıntılı bir çalışmanın yapılması ile mümkün olup bu çalışmanın amacı dışındadır.

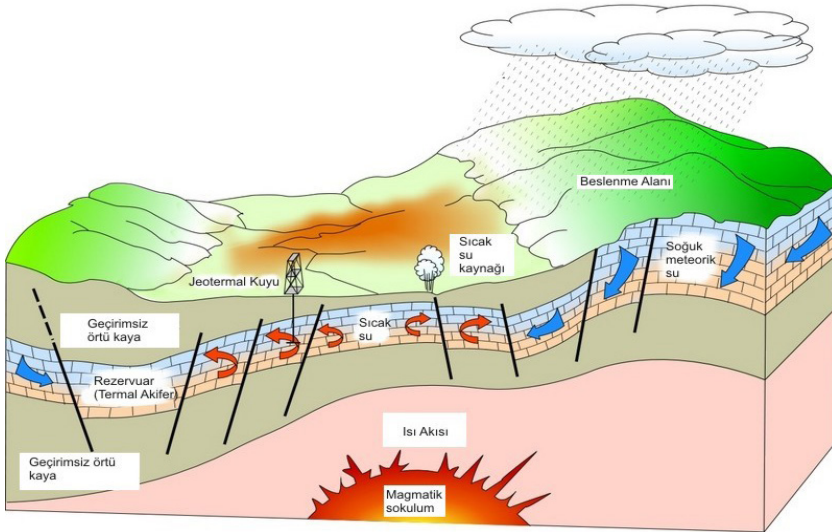
2. JEOTERMAL KAVRAMLAR

Bu bölümde, rapor içeriğinde kullanılan kavramların ve yaklaşımların daha iyi ifade edilebilmeleri için tanımlara yer verilmektedir.

2.1. Anahtar Tanımlar

Jeotermal Enerji: Yerkürenin akkor halindeki çekirdek kısmından türeyen ve yerkabuğundaki hidrotermal sistemlerde veya kuru kayalarda birikmiş olan enerjidir. Jeolojik süreçlerle yeryüzüne su, buhar ve gaz ile taşınabilen, doğrudan ya da başka enerji türlerine dönüştürülerek kullanılan enerji olarak tanımlanmaktadır.

Jeotermal Sistem: Birbirleriyle etkileşimli bir bütünsellik içinde yer alan ısı kaynağı, ısı taşıyan akışkan, bunun dolaşıp biriktiği kaya ortamı, akışkan ve ısının enerjisini koruyan örtü kaya, basınç ve sıcaklık koşulları, kimyasal bileşenler ve beslenme- boşalma cephelerinin tümünü ifade eden bir yapıyı tanımlar. Şekil 1 ideal bir jeotermal sistemin basit bir gösterimidir.



Şekil 1. İdeal jeotermal sistemin şematik gösterimi
(Kaynak: Dicson ve Fanelli, 2018 den değiştirilerek)

Isı Kaynağı: Kaynağı çoğunlukla yerküre içindeki akkor ve manto olan, yerka-
buğu hareketleri nedeniyle kabuktaki kıvrımlanma ve kırılmalar ile manto üst
kesiminde gelişen magmatik sokulumlar ve volkanik faaliyetlerle sığ derinlikle-
re ulaşarak etrafındaki kayaçları ısıtmak suretiyle ısı anomalisi yaratan kaynak.
Bunun yanında radyoaktif mineral bozunması da ısı kaynağıdır.

Rezervuar: Gözenekli ve/veya yerkürenin en dıştaki bölümünü oluşturan ka-
buktaki kıvrımlanma ve kırılmaların litolojik birimler içerisinde yarattığı tekto-
nik süreçlerle ikincil geçirimsizlik kazanmış, yerin derinliklerinde ısınmış sıvıla-
rın yukarılara doğru taşınarak depolanabildiği kaya ortamıdır. Kırık ve çatlaklı
litolojik birimlerden oluşan rezervuar kayaların oluşturduğu, teknik ve ekono-
mik olarak işletilebilir hacimsel kaynak bütünlüğünü ifade eder.

Örtü Kaya: Isı ve ısınmış akışkanı jeotermal rezervuar içinde tutmayı ve ısını-
nı korumayı sağlayan, (Baba ve diğ. 2015) rezervuar kaya üzerindeki geçirimsiz
kaya birimleridir

Isı Taşıyan Akışkan: Çoğunlukla meteorik kökenli, eser olarak magmatik, me-
tamorfik ve fosil sular da içerebilen, derindeki ısıyı taşımak için kabuk içeri-
sinde dolaşan sıcak su, buhar ve gazlardır. Henüz soğumasını tamamlamamış
derinlerdeki bir sokulumdan yayılan ısıyla genellikle kondüktif olarak ısınan
akışkanlar, yoğunluk farkı nedeniyle yukarı doğru çıkarak derinlerdeki ısıyı yu-
karıya doğru taşırlar ve rezervuar kayaç içerisinde depolanırlar. Aynı zamanda
yüzeye ulaşarak sıcak su, gaz veya buhar çıkışları şeklinde kaynağı oluştururlar.
(Baba ve diğ. 2015)

Beslenme Alanı: Hidrolojik döngünün bir parçası olarak meteorik yağışların
yeryüzünden derinlere süzülmesini sağlayan gözenekli ve geçirimli jeolojik bi-
rimler ile yapısal unsurların bulunduğu jeolojik ortam, topoğrafik ve hidrojeo-
lojik koşullar gözetilerek sınırları belirlenen, jeotermal rezervuarı beslemesi ve
yüzey suları ile yenilemesi mümkün olan bölge. Jeotermal kaynak araştırmala-
rında, beslenme alanlarının ve yollarının belirlenmesi sistemin ne kadar akışkan
üretebileceğinin tahmininde önemli bilgiler sağlamaktadır.

Jeotermal Kaynak: Jeolojik süreçlerle yerka-
buğunun derinliklerinde oluşan ısı
enerjisi akışkanlarca yüzeye taşınan, sıcaklıkları sürekli olarak bölgesel atmosfer-
ik ortalama sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü su-
larına göre daha fazla erimiş mineral ve çeşitli tuzlar içerebilen, yeryüzüne doğal



olarak boşalan veya mekanik olarak yüzeye çıkartılan sıcak su ile buhar ve gaz.

Kaynak: Jeotermal kaynak, gaz ve/veya bunlarla birlikte elde edilebilen ekonomik anlamdaki yan ürünler

Jeotermal Saha: Potansiyel taşıdığı öngörülen, ancak ayrıntılı çalışmalarla sınırları tanımlanmamış yeryüzü parçası.

Jeotermal Alan: Derindeki jeotermal rezervuarın, jeolojik araştırmalar ve aletsel ölçümlerle sınırları tanımlanmış yüzeydeki izdüşümü olan yeryüzü parçasıdır (Baba ve diğ. 2015).

Sürdürülebilir üretim: Jeotermal sistemi ve rezervuar dengesini bozmayacak şekilde yapılacak üretimi

Kaynak Koruma Alanı: Kaynak ve bunların bağlı olduğu jeotermal sistemin; bozulmasına, kirlenmesine ve sürdürülebilir özelliğinin yitirilmesine neden olacak etkilere korumak amacıyla; önlemler alınması gereken, içerisinde yapılan faaliyetlerin kontrol ve denetime tabi olduğu ve gerektiğinde yapılaşma ve arazi kullanım faaliyetleri kısıtlanabilir alanlar.

2.2. Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları

Jeotermal kaynakların kullanım alanları, gelişen teknolojiye bağlı olarak çok yaygınlaşmış ve çeşitlenmiştir. Jeotermal alanlardan üretilen jeotermal akışkan;

- Isıtma Uygulaması: Sera, konut, tarımsal kullanımlar, balıkçılık, yol-kaldırım ısıtılması,
- Endüstride: Yiyecek kurutulması, kerestecilik, kağıt ve dokuma sanayi, dericilik ve soğutma tesislerinde,
- Kimyasal madde üretiminde: Borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su ve akışkandaki karbondioksitten kuru buz ve sıvı karbondioksit elde edilmesinde kullanılmaktadır.
- Yüksek sıcaklıklı alanlardan elde edilen akışkandan ise elektrik üretiminin yanı sıra entegre olarak diğer alanlarda da yararlanılmaktadır (Baba ve diğ. 2015).

Jeotermal kaynakların kullanım alanları, sıcaklıklarına bağlı olarak belirlenmektedir (Şekil. 2) (Lindal, 1973).

Isıtma: Sıcaklığı 40 °C 'den yüksek jeotermal akışkanlar;

- Binaları ve kentleri merkezi sistemle ısıtmada,

- Seraların ısıtılması ile turfanda sebzecilik, meyvecilik, çiçekçilik yapılmasında,
- Tropikal bitki ve balık yetiştirilmesinde,
- Tavuk ve hayvan çiftliklerinin ısıtılmasında,
- Toprak, cadde, havaalanı pistlerinin ısıtılmasında,
- Yüzme havuzu, termal tedavi ve diğer turistik tesislerde kaplıca amaçlı kullanım
- Yiyeceklerin kurutulmasında ve sterilize edilmesinde, konservecilikte kullanılmaktadır (Baba ve diğ. 2015).

	Sıcaklık(°C)	Kullanım Alanı	
(Doymuş Buhar) ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ	180	Yüksek konsantrasyonlu solüsyonun buharlaşması	Konvansiyonel Elektrik Üretimi
		Amonyum absorpsiyonu ile soğutma	
		Hidrojen sülfid yolu ile ağır su eldesi	
	170	Diyatomitlerin kurutulması	
		Kağıt hamuru yumuşatma	
	160	Kereste kurutulması	
		Balık vb. yiyeceklerin kurutulması	
	150	Bayer's yoluyla alüminyum eldesi	
	140	Çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması(konservecilikte)	
	130	Şeker endüstrisi	
(Sıcak Su) ISITMA	120	Tuz eldesi	Binary Cycle Elektrik Üretimi
		Tuzluluk oranının artırılması	
	110	Çimento kurutulması	
	100	Organik maddeleri kurutma(Yosun, et, sebze vb.)	
	90	Yün yıkama ve kurutma	
	80	Balık kurutma	
	70	Ev ve sera ısıtma	
	60	Soğutma(alt sıcaklık sınırı)	
	50	Kümes ve ahır ısıtma-havalandırma	
	40	Mantar yetiştirme	
	30	Balneolojik banyolar	Isı Pompaları ile Isıtma
	20	Toprak ısıtma, kent ısıtması(alt sınır), sağlık tesisleri	
		Yüzme havuzları, fermentasyon, damıtma, sağlık tesisleri	
		Balık çiftlikleri	

Şekil 2. Jeotermal akışkanın kullanma yerleri
(Kaynak: Lindal, 1973, Baba ve diğ. 2015)

Endüstriyel Uygulamalar:

- Kerestecilikte ve ağaç kaplama sanayinde,
- Dokuma ve boyamacılıkta,
- Deri kurutma ve işlemede,



- Bira ve benzeri endüstrilerde mayalama ve damıtmada,
- Soğutma tesislerinde ve beton blok kurutulmasında kullanılmaktadır (Baba ve diğ. 2015).

Kimyasal Madde Üretimi:

- Borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su, amonyum sülfat, potasyum klorür, lityum, hidrojen, karbondioksit vb. kimyasal maddelerin elde edilmesinde,
- Jeotermal akışkandaki CO₂'den kuru buz elde edilmesinde kullanılmaktadır (Baba ve diğ. 2015).

Elektrik Enerjisi Üretimi:

Jeotermal kaynaklardan elektrik üretimi, konvansiyonel (>150 °C) ya da Organik Rankine Çevrimi (ORC) (100-150 °C) kullanan santrallerde üretilir. Konvansiyonel elektrik santrallerinde kuyulardan üretilen akışkan, seperatörlerde buhar ve su olarak ayrıştırıldıktan sonra buhar, türbinlere gönderilerek jeneratör aracılığı ile elektrik üretilir (Baba ve diğ. 2015).

2.3. Saha Değerlendirme Ölçütleri

Sahalar, jeotermal potansiyel açısından veri kabul edilebilecek aşağıdaki parametrelere göre değerlendirilmektedir.

- Bölgesel jeotermal sistemlere göre konumu
- Jeotermal kaynak varlığının göstergeleri
 - Bölgesel jeotermal karakter
 - Jeolojik özellikler
 - Stratigrafi
 - Isı kaynağı (Magmatizma ve volkanik aktivite)
 - Sıcak su kaynağı
 - Traverten oluşumu, silisleşme
 - Tektonik (Yapısal elemanlar)
 - Hidrotermal alterasyon
 - Hidrojeokimya
 - Hidrojeolojik Koşullar
 - Jeotermal potansiyele yorumlanan anomali
- İleri aşama çalışmaları için kapsamlı araştırmalara değer olup olmadığı



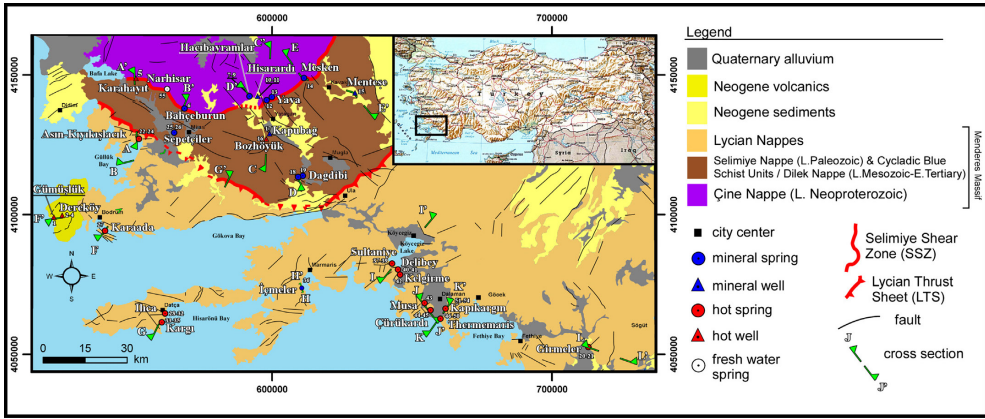
2.4. İş Akış Şeması

Jeotermal niteliklere sahip bir bölgede, jeotermal enerji aramacılığı gibi çok disiplinli bir konuda ön incelemeden başlayıp jeotermal norm ve standartlarda yürütülecek araştırmalarda, değişik tür ve ölçekte uygulanacak tüm yöntemlerin aşamalarını içeren yol gösterici şema.

3. JEOTERMAL ALANLAR

Muğla ilinde değerlendirmeye esas olan jeotermal sistemler, yüzeye boşalan değişik sıcaklıkta sıcak su kaynakları ve akışkan üretilen kuyuların bulunduğu 32 adet jeotermal alanı barındırmaktadır (Tablo 1, Şekil 3). Alanların yer aldığı bölgedeki tektonik rejimin yapısal öğeleri olan fay sistemleri, litostratigrafik yapı, akışkan devinimini sağlayan geçirgen zonların niteliği, açılan kuyulardaki akışkanın sıcaklık ve debi değerleri potansiyel varlığının göstergeleridir. Ayrıca bu parametreler, sahaların işletmeye uygunluklarının sınanmasında ve jeotermal karakterinin genel değerlendirmesinde yararlanılan verilerdir.

Muğla ili doğal kaynakların konumu, fiziksel, kimyasal özellikleriyle nitelikli termal sulara sahiptir. Mevcut bilgilere göre Muğla il sınırları içerisinde, 39,2 °C a varan sıcaklığa sahip kaynak ve en yüksek 42 °C sıcaklıkta akışkan üretilen kuyuların yer aldığı sahalar yer almaktadır.



Şekil 3. Muğla İlindeki Jeotermal Alanlar

(Kaynak: Avşar ve diğ. 2016)

Bu raporda, jeotermal alanların özellikleri dikkate alınarak sahaların jeotermal potansiyellerine ilişkin öngörülerde bulunulmuş, kullanılabilirliği irdelenmiştir. Burada vurgulanması gereken önemli bir husus, raporda sözü edilen alanlardaki çalışmaların değişik seviyelerde oluşudur. Alanların hemen hepsinde jeolojik özelliklerini yansıtan etütler bulunmaktadır. Bazı sahalarda kuyu açılmadığı için sondaj verisi bulunmaması yanında, çok yetersiz de olsa açılan kuyular ise

jeotermal kuyu standartlarında açılmamıştır. Kuyusu bulunmayan alanlar değerlendirilirken potansiyel varlığının güçlü yüzey belirteçlerinden olan kaynakların sıcaklık ve debi değerleri, jeolojik ve tektonik özellikleri dikkate alınmıştır.

Tablo 1.Muğla İlindeki jeotermal alanlar

İlçe	Konumu		Üretim	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)
Milas	Karahayıt		Kuyu	100	33	10
	Kırıkkışlacık		Kaynak		21	Ölçülemedi
			Kuyu	125	28 ^(*)	20 ^(*)
	Asın	Asın-1	Kaynak		20,98	Ölçülemedi
		Asın-2			21,17	10
	Bozalan		Kuyu	250	21	20
Ören		Kuyu	160	22	10	
Yatağan	Bozüyük-Bağyaka		Kuyu	198	35	22
			800	35	150	
Bodrum	Karakaya		Kuyu	650	37	15
	Karaada		Kaynak		33	~1000
	Gümüşlük		Kuyu	660	26,87	15
	Dereköy	BDS-1	Kuyu	170	22,35	-
		BDS-1		120	23,80	-
	Kızılağaç		Kuyu	126	22	10
			Kaynak		22,6	-
	Çiftlikköy		Kuyu	397	26,5	25
	Akyarlar		Kuyu	757	28	50
	Eskiçeşme			300	23	6
	Çamlık			320	24,2	50
Göltürkbükü		Kaynak		22,3	-	
Datça	İskele Mah.		Kaynak		26,49	1
	Merkez				24,55	8
	Kargı Koyu				20,50	10



Tablo 1 devam ediyor

Marmaris	İçmeler		Kuyu	250	22	5
Köyceğiz	Sultaniye	Sultaniye	Kaynak		40	40
		Çandır			37	13
		MKS-1	Kuyu	102	40	350
		MKS-2		265	38,6	160
	Delibey	Kaynak-1	Kaynak		29,88	-
		Kaynak-2			30,50	-
	Kelgirme		Kaynak		36,89	-
Ortaca	Çürükardı	Çürükardı-1	Kaynak		28,70	-
		Çürükardı-2			28,76	-
	Musalar		Kaynak		25,79	100
	Fevziye				28	
	Dalyan		Kuyu	400	20	15
Dalaman	Thermemaris	Kaynak-1	Kaynak		26,94	-
		Kaynak-2			26,90	-
		Kaynak-3			26,93	-
		Kaynak-4			25,90	-
		Kaynak-5			26,22	-
	Güzelyurt		Kuyu	179	26	50
	Şerefler			420	23	20
	Kapukargın		Kuyu	200	28	15
		Kaynak-1	Kaynak		28,78	-
		Kaynak-2			27,81	-
		Kaynak-3			27,40	-
		Kaynak-4			28,41	-
Fethiye	Girmeler	Kaynak-1	Kaynak		36,10	-
		Kaynak-2			33,30	-
		Kuyu	343,09	42	56	

(*)57 m derinlikteki sıcaklık ve debi

Farklı jeolojik koşulların biçimlendirdiği sistemlerde gelişmiş olan jeotermal alanların rezervuar derinlikleri, sıcaklıkları ve üretim miktarları, yerel jeolojik koşullara bağlı olarak değişmektedir. Gerek doğal sıcak su kaynakları, gerekse açılan kuyulardaki sıcaklık değerleri, alanların güncel durum itibariyle jeotermal terminolojideki düşük sıcaklıklı alanlar kategorisinde yer aldığını göstermektedir. Bu alanlarda bölgenin jeotermal karakterine uygun sıcaklıkta akışkan üretilen sığ kuyular olduğu gibi, düşük sıcaklıklı akışkan içeren derin kuyuların bulunduğu sahalar da söz konusudur. Panoramik bir görünümle verilen bilgiler ve ekonomik verimliliği ön planda tutularak kullanım seçenekleri önerilen sahalarda avantajlar yanında dikkat çekici riskler de bulunmaktadır.

Değerlendirmeye konu olan jeotermal sahalar, yerel jeolojik şartlara göre termal potansiyeli değişen kesimlerde bulunurlar. Bu bakımdan, rezervuardan kaynaklanan belirsizlikler nedeniyle işletme yapılacak alanlarda eksik olan çalışmaların yapılmasının belirsizlikleri gidereceği ve riski azaltacağı gözden kaçırılmaması ve özellikle dikkate alınması gereken bir husustur. Bu kapsamda açılacak kuyu sayısı ve derinliğine bağlı olarak geliştirme proje maliyetleri de yüksek olacaktır. Dolayısıyla ileriye yönelik olası planlamalarda bu durumun çok yönlü olarak göz önüne alınması gerekir.

Mevcut sahalar, geliştirilebilir ve düşük sıcaklık kategorisinde yer alan bölgenin jeotermal karakterine uygun olarak potansiyeli artırılabilir. İşletilebilir potansiyeli ortaya koyacak düzeyde kapsamlı çalışma olmadığından hemen uygulamaya geçilmesini özendirecek yeterli ve netlikte değildir. Bu belirsizlikler, daha ileri araştırma çalışmalarıyla giderilebilir. Jeotermal sahaların işletilebilme özelliklerinin ortaya konulması için geliştirme çalışmalarının yapılması, rezervuardan kaynaklanan belirsizlikleri giderecek ve riski azaltacaktır.

Bu bölümde jeotermal alanlar, değişik tür ve ölçekte yapılan çalışmalarda güncel potansiyel, geliştirilebilirlik, kullanım seçeneği, ekonomiklik, yararlanma biçimi, konumu gibi önem atfedilen ve ulaşılan bilgileri rafine edilmiş olarak sunulmaktadır.

3.1. Milas İlçesindeki Jeotermal Alanlar

Tablo 2. Milas İlçesinin Jeotermal Alanları

İlçe	Konumu	Üretim	Derinlik (m)	Sıcaklık(°C)	Debi(l/s)
Milas	Karahayıt	Kuyu	100	33	10
	Kıyıkışlacık	Doğal Çıkış		22	20
		Kuyu	125	28 ^(*)	20 ^(*)
	Bozalan		250	21	20
	Ören		160	22	10

^(*)57 m derinlikteki sıcaklık ve debi

3.1.1. Karahayıt Alanı

Bafa beldesi Karahayıt köyünde yer alan sahada jeotermal akışkan varlığı, Yeni-okul ve Karahayıt köylerinin su ihtiyacını karşılamak için açılan kuyu ile ortaya çıkmıştır. Derinliği 100 m olan kuyudan 10 l/s debide üretilen akışkanın yüzey sıcaklığı 33 °C dir (Şekil 4). Artezyen yapmayan kuyudan üretim dalgıç pompa ile sağlanmaktadır. Sondaj kuyusunun 100 m kuzeybatısında, daha önce aktif olan bir sıcak su kaynağı meydana gelen bir depremde sonra kurumuştur (Avşar ve diğ. 2012).

Kuyuda sıcaklık ölçümleri yapılmadığından sıcaklık profili hakkında bilgi bulunmamaktadır. Dolayısıyla derine doğru sıcaklığın nasıl bir eğilim gösterdiği mevcut bilgilerle kestirilememektedir. Kaldı ki jeotermal kuyu standartlarında açılmadığı anlaşılan kuyunun donanımı da akışkanı soğuksu karışımına açık hale getirmektedir. Bu durumda yüzeyde 33 °C sıcaklıkta üretilen akışkan sıcaklığının tabanda daha yüksek olması beklenir. Gerek sahada açılan kuyudan üretilen akışkan sıcaklığı, gerekse deprem öncesindeki sıcak su kaynağının varlığı, sahada geliştirilebilecek potansiyel varlığına işaret etmektedir. Mevcut bilgiler gözetilerek geliştirme çalışmaları kapsamında, sahanın ayrıntılı etütleri yapılarak belirlenecek lokasyonda kuyu/kuyular açılarak jeotermal kaynak üretim kapasitenin artırılması ve sahadan daha yüksek verim elde edilmesi mümkün görülmektedir. Elde edilecek akışkan sıcaklığına göre kullanım alanı belirlenecek olmakla birlikte, yörenin tarımsal üretim alanların genişliği gözetildiğinde, üretilecek akışkanın öncelikle jeotermal sera uygulamasında yararlanılmasının yöre ekonomisine önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



Şekil 4. Karahayıt MKS-1 kuyusu
(Kaynak: Avşar ve diğ. 2012)

3.1.2. Kıyıkışlacık-Asın Jeotermal Alanı

Milas ilçe merkezinin yaklaşık 18 km batısındaki Kıyıkışlacık Köyü yakınlarında 3 adet kaynak bulunmaktadır. Eskiden beri içme (Asın içmesi) olarak kullanılan iki kaynağın çıkış sıcaklığı 21 °C dir. Kaynakların kuzeyinde Bodrium Tatil Köyü olarak adlandırılan devre mülk sitesinde yapımı yarım bırakılmış bir kuyuda, sondaj sırasında 57 metre derinlikte 28 °C sıcaklık ve 20 l/s debiye sahip akışkan olduğu belirlenmiştir. Kuyunun üretim yaptığı bu zon kapatılarak 125 metreye kadar ilerlenmiş, kuyuya boru indirilerek çimentolanmış ve terk edilmiştir (Avşar ve diğ. 2012).

Alandaki kuyunun çok sığ derinlikteki sıcaklık bilgileri, sahanın geliştirilebilirliği ve sıcaklığın yükseleceğine yönelik beklentiyi güçlendirmektedir. Bunun için sahanın jeotermal potansiyeline yönelik bu öngörülerini destekleyecek ayrıntılı etütlerin yapılması, yeni lokasyonların belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca maliyeti düşürmek için mevcut kuyunun yenilenmesiyle daha derindeki akışkan sıcaklığı belirlenebilir ve üretim yeteneği ortaya çıkarılabilir. Kullanım alanı/

alanları elde edilecek akışkan sıcaklığına göre belirlenecektir. Bunlar arasında balık yetiştiriciliği, termal kullanım, tarımsal uygulama ve mekan ısıtması başlıca seçeneklerdir.

3.1.3. Bozalan Alanı

Milas ilçesindeki Bozalan köyünde açılan 250 m. derinliğindeki kuyudan 21 ° C sıcaklık ve 20 l/s debide sıcak su üretildiği bilgisi bulunmaktadır. Ancak, sıcaklık değeri jeotermal kaynak sınırları içinde olmakla birlikte daha derinlerde sıcaklığın artacağına ilişkin öngöründe bulunulabilmesi için kuyuya ilişkin teknik bilgilere ihtiyaç vardır. Elde edilecek bilgiler doğrultusunda sahanın geliştirilebilirliği ve geleceğine dönük değerlendirme yapılması yerinde olacaktır.

3.1.4. Ören Alanı

Milas ilçesindeki Ören köyünde açılan 160 m. derinliğindeki kuyudan 22 ° C sıcaklık ve 10 l/s debide sıcak su üretildiği bilgisi bulunmaktadır. Sığ derinlikte açılan kuyuya ilişkin değerlendirmede kullanılacak bilgiler sıcaklık ve debi değerleriyle sınırlıdır. Ayrıca jeotermal kuyu standartlarında açılıp açılmadığı da bilinmemektedir. Bu bakımdan öncelikle kuyuya ilişkin teknik bilgilere erişilerek bunların değerlendirilip sahanın geliştirilebileceğine ilişkin öngörülerin oluşturulması önemlidir.

3.2. Yatağan İlçesindeki Jeotermal Alanlar

Tablo 3. Yatağan İlçesinin Jeotermal Alanları

İlçe	Konumu	Üretim	Derinlik (m)	Sıcaklık(°C)	Debi(l/s)
Yatağan	Bozüyük-Bağyaka	Kuyu	198	33,3	22
			800	35	150

3.2.1. Bozüyük-Bağyaka Alanı

Bozüyük beldesi Bağyaka köyünde yer alan jeotermal alanda bulunan ve kaplıca olarak kullanılan su kaynağı kurumıştır. Sahada açılan kuyudan üretilen su “Gökova Maden Suyu” isimli firma tarafından maden suyu olarak şişelenmekte

ve satılmaktadır. 2012 yılı bilgilerine göre faaliyetine ara veren işletmenin güncel durumu bilinmemektedir. MTA. tarafından 198 m derinlikte açılan kuyu 33.3 °C sıcaklık ve 22 l/s debide artezyenik üretim yapmıştır. Kuyudan CO₂ gazı çıkışı olmaktadır. Sahadan üretilen akışkan, hem mineralli su olarak hem de termal turizmde kullanılabilecek özelliklere sahiptir (Avşar ve diğ. 2012). Sahada 800 m derinlikte açılan ikinci kuyuda 35 °C sıcaklık ve 150 l/s debide akışkan üretimi sağlanmıştır. Kuyudan üretilen akışkanın sıcaklık değeri ve kuyu derinliği göz önüne alındığında potansiyel vaat ettiği düşünülmektedir. Bu bakımdan jeoloji çalışmalarından başlayarak elde edilecek sonuçlara göre geliştirme çalışmalarının yapılması, belirlenecek lokasyonda açılacak kuyudaki sıcaklığın araştırılması, üretilen akışkan değerine göre kullanım seçeneklerinin belirlenmesi gerektiği düşünülmektedir.

3.3. Bodrum İlçesindeki Jeotermal Alanlar

Tablo 4. Bodrum İlçesinin Jeotermal Alanları

İlçe	Konumu	Üretim	Derinlik (m)	Sıcaklık(°C)	Debi(l/s)
Bodrum	Karakaya	Kuyu	650	37	15
	Çiftlikköy		397	26,5	25
	Gümüşlük		628	26,87	15
	Dereköy		170	22,35	-
			120	23,80	-
			126	22	10
	Kızılağaç	Doğal Çıkış	22,6		
	Akyarlar	Kuyu	757	28	50
	Eskiçeşme		300	23	6
	Karaada	Doğal Çıkış		33	~1000
	Çamlık	Kuyu	320	24,2	50
	Göltürbükü	Doğal Çıkış		22,3	

3.3.1. Karaada Alanı

Bodrum'un güneyindeki Karaada'nın fay kontrollü kuzey sahili üzerinden çıkan jeotermal kaynak 29.67 °C sıcaklık ve yaklaşık 1000 l/s debi ile denize boşalmaktadır. Termal kaynak yakınında yaz aylarında bir restoran, açık hava barı ve yüzme havuzundan oluşan tesisler bulunmaktadır (Avşar ve diğ. 2012)

Konumu ve termal kapasite özelliğiyle termal turizmde kullanım seçeneği



sunar. İlçenin turizm potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda sahadaki kaynaktan termal turizm uygulamasında ekonomik olarak yararlanılabilir. Saha da geliştirme çalışmaları kapsamında potansiyelinin artırılması durumunda modern termal tesislerle hizmet verilecek bir uygulama yapılabilir. Sıcaklığın artırılması halinde tesis ısıtması da mümkün olabilecektir. Kaynağın konumu itibarıyla geliştirme projesi maliyetinin yüksek olacağı göz ardı edilmemelidir.

3.3.2. Gümüşlük Alanı

Bodrum ilçe merkezinin batısında yer alan Gümüşlük beldesinde 628 m derinlikte açılan sondaj kuyusundan üretilen akışkan sıcaklığı 26.87 °C dir. Çevredeki otellere sıcak su sağlamak amacıyla delinen kuyu yaklaşık 15 l/s debide üretim yapmaktadır (Avşar ve diğ. 2012). Kuyu derinliği gözetildiğinde derinlerde daha yüksek sıcaklık yakalama umudu zayıflamaktadır. Akışkanın bu haliyle kullanım alanı mevcut yararlanma şekliyle sınırlıdır.

3.3.3. Karakaya Alanı

Gümüşlük Beldesinde yer alan Karakaya Mahallesinde 650 m derinlikte açılan sondaj kuyusundan 37 °C sıcaklık ve 15 l/s debide akışkan üretilmiştir. Bu değer, Bodrum ilçesindeki tüm sahalar içerisinde en yüksek sıcaklığı ve dolayısıyla önemli bir potansiyel varlığını ifade etmektedir. Saha bu haliyle geliştirilmeye değer görülmektedir. Yapılacak kapsamlı araştırmalarla sahanın gerçek potansiyeli ortaya çıkarılarak yararlanma kapasitesi artırılabilir.

3.3.4. Dereköy Alanı

Gümüşlük beldesinin yaklaşık 3 km doğusundaki Dereköy’de ise muhtarlığın köyün su ihtiyacını karşılamak amacı ile açtığı kuyudan (BDS-1) 22,3 °C sıcaklıkta akışkan üretilmiştir. Alanda bir şahsın evinin bahçesinde açtığı sondaj kuyusunda (BDS-2) akışkan sıcaklığı 23,80 °C dir. Her iki kuyu da sığ derinlikte açılmıştır (Avşar ve diğ. 2012). Jeotermal kuyu açma normlarında açıldığı kuşkuludur ve kuyu donanımının da yer altı suyunun soğutucu etkisinden koruyucu nitelikte olmadığı düşünülmektedir. Gerek bu veriler, gerekse bu kuyuların yakınlarında yer alan Karakaya’da açılan kuyudaki akışkan sıcaklığı gözetilerek, jeolojik özelliklerin de uygun olması halinde, jeotermal standartlarda açılacak kuyularda daha derinlerde sıcaklık yakalama denenmelidir. Açılacak kuyulardan daha yüksek akışkan elde edilmesi halinde, sıcaklık değerlerine göre kullanım seçenekleri gözden geçirilerek yatırım projeksiyonları yapılmalıdır.

3.3.5. Çiftlikköy Alanı

Bodrum ilçesinin yaklaşık 10 km doğusunda yer alan Çiftlikköy sınırları içerisinde 397 m derinlikte açılan kuyudan 26,5° C sıcaklık ve 25 l/s debide akışkan üretilmiştir. Sığ derinlikte açılan kuyuya ilişkin değerlendirmede kullanılacak bilgiler sıcaklık ve debi değerleriyle sınırlıdır. Ayrıca jeotermal kuyu standartlarında açılıp açılmadığı da bilinmemektedir. Bu bakımdan öncelikle kuyuya ilişkin teknik bilgilere erişilerek bunların değerlendirilip sahanın geliştirilebileceğine ilişkin öngörülerin oluşturulması önemlidir. Ayrıca daha derinlerde sıcaklık yakalanabileceğini sınamak amacıyla kuyuda alınacak sıcaklık ölçüleri de bu öngörüğü güçlendirecek bir parametredir.

3.3.6. Çamlık Alanı

Bodrum ilçesinin yaklaşık 10 km kuzey doğusunda yer alan Çamlık yerleşimi sınırları içerisinde 320 m derinlikte açılan kuyudan 24,2° C sıcaklık ve 50 l/s debide akışkan üretilmiştir. Sığ derinlikte açılan bu kuyuda da Çiftlikköy’de açılan kuyudaki gibi benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu yüzden, her iki sahanın da içinde yer aldığı bölgenin sıcaklık karakteri de gözetilerek, Çiftlikköy sahası için yapılan değerlendirmeler ve geliştirilen öneriler, bu saha için de yapılabilmektedir.

3.3.7. Akyarlar Alanı

Bodrum’a 20 kilometre uzaklıkta bulunan Akyarlar Mahallesi’nde 757 m derinlikte açılan kuyudan 28° C sıcaklık ve 50 l/s debide akışkan üretilmiştir. Yüksek debide akışkan üretimi sağlanmasına karşılık, kuyu derinliği gözetildiğinde derinlerde daha yüksek sıcaklık yakalama umudu zayıflamaktadır. Akışkanın bu haliyle kullanım alanı mevcut yararlanma şekliyle sınırlıdır.

3.3.8. Eskiçeşme Alanı

Eskiçeşme Mahallesi’nde açılan kuyu derinliği 300 m dir. Kuyudaki akışkan sıcaklığı 23° C olup, sığ derinlikte açılmış olan kuyuda derine doğru sıcaklık artış eğilimi bilinmemektedir. Mevcut sıcaklık ve 6 l/s olan debi değerleri daha yüksek potansiyel varlığı için umutvar gözükmemektedir. Buna karşılık turizm bölgesinde yer alan ve tek kuyu ile test edilmiş olan sahanın yeniden gözden geçirilerek geliştirilebilirliği araştırılmalıdır.

3.3.9. Kızılağaç Alanı

Kızılağaç Mahallesi’nde 126 m derinlikte açılan kuyudan 22 ° C sıcaklık ve 10 l/s debide akışkan üretilmiştir. Bu değerlendirme çalışmasında kullanılacak bilgiler sıcaklık ve debi değerleriyle sınırlıdır. Özellikle kuyuda derine doğru sıcaklık artışı eğilimi yanı sıra, kuyu donanımının sıcaklığı koruyabilecek nitelikte olup olmadığı da bilinmemektedir. Bu bakımdan sahanın geleceğine yönelik öngöründe bulunabilmek için tek kuyu ile test edilmiş olan sahanın yeniden gözden geçirilerek geliştirilebilirliği araştırılmalıdır.

3.3.10. Göltürkbükü Alanı

Göltürkbükü’nde yüzeye doğal olarak boşalan kaynak sıcaklığı 22,3 ° C dir. Kuyu ile sınırlanmadığı bilinen sahada ön incelemeler sonucu ayrıntılı araştırmayı gerektirecek bulgular elde edilmesi halinde, jeotermal standartlarda çalışmalar yapılarak potansiyelin ortaya çıkarılması gerekmektedir.

3.4. Datça İlçesindeki Jeotermal Alanlar

Tablo 5. Datça İlçesinin Jeotermal Alanları

İlçe	Konumu			Üretim	Sıcaklık(°C)	Debi(l/s)
Datça	Ilıca	İskele Mah.	DIK-1	Doğal Çıkış	26,49	~1
		Merkez	DIK-5		24,55	8
	Kargı Koyu				20,50	10

3.4.1. Ilıca Alanı

Datça şehir merkezi sınırında bulunan Ilıca jeotermal alanında jeotermal kaynak tanımına uyan sıcaklıkta 2 adet kaynak bulunmaktadır. Bunlardan deniz kıyısında 1 l/s’den daha düşük bir debiyle akan DIK-1 kaynağının sıcaklığı 26.49 °C olarak ölçülmüştür. Datça yerleşim merkezine en yakın olan 24.55 °C sıcaklığındaki DIK-5 kaynağı yaklaşık 8 l/s’lik bir debi ile denize boşalmaktadır. Ilıca jeotermal sahasında tek başına gözlenen DIK-1 ve DIK-5 kaynakları dışında, termal kaynakların deniz kıyısına yakın tarafına bir set çekmek suretiyle oluşturulmuş bir gölet bulunmaktadır. Bu göletin tabanında çeşitli büyüklükteki jeotermal kaynaklar bulunmaktadır.

Datça’nın yaklaşık 3 km güneyinde Kargı Koyu’nun kıyısında debisi 10 l/s’ nin

üzerinde ve sıcaklığı 20.50 °C olan bir kaynak bulunmaktadır (DKM-3). Ana kaynağın güneyinde debileri 1 l/s' nin altında 5-6 adet kaynaktan oluşan kaynak grubu yer alır (Avşar ve diğ. 2012).

Düşük sıcaklıklı alanlar kategorisinde yer alan Datça ilçesindeki sahalarda, kuyu açıldığına dair bilgi bulunmamaktadır. Bu alanlardaki kaynak sıcaklık değerleri göz önüne alındığında yüksek sıcaklık beklentisi zayıftır. Jeoloji çalışmalarından başlayarak elde edilecek sonuçlar dikkate alınarak, termal kullanımlarda yararlanılacak üretim için sahanın bir-iki kuyu ile test edilmesinde yarar vardır. Hedef sıcaklığa ulaşılması halinde saha geliştirilmelidir.

3.5. Köyceğiz İlçesindeki Jeotermal Alanlar

Tablo 6. Köyceğiz İlçesinin Jeotermal Alanları

İlçe	Konumu	Üretim		Derinlik (m)	Sıcaklık(°C)	Debi(l/s)
Köyceğiz	Çandır	Doğal Çıkış			37	13
	Sultaniye			40	40	
	Sultaniye	MKS1	Kuyu	102	40	350
	Sultaniye	MKS2		265	38,60	160
	Delibey	Doğal Çıkış			29,88	?
	Delibey			30,50	?	
	Kelgirme			36,89	~1	

3.5.1. Sultaniye Alanı

Muğla ili sınırları içinde sahip olduğu kaynak sıcaklığı bakımından önemli bir jeotermal alandır. Köyceğiz gölünün güneybatı kıyılarındaki Sultaniye kaplıcalarında 3 adet doğal çıkış (KSK-1, KSK-2 KSK-3) bulunmaktadır. Köyceğiz gölü kıyısındaki Büyük havuz ve kubbeli hamam kaynaklarının sıcaklıkları sırasıyla 39.20 °C ve 37.00 °C'dir. Kubbeli hamam kaynağına 10 m uzaklıkta 25 l/s debiyle akan ve içmece olarak kullanılan kaynağın sıcaklığı diğer kaynaklara göre düşük olup 19.70 °C olarak ölçülmüştür. Sultaniye kaplıcalarının bulunduğu yerde Köyceğiz belediyesinin işlettiği tesisler bulunmaktadır (Avşar ve diğ. 2012).

Sultaniye alanında MTA Genel Müdürlüğü'nün jeotermal kaynak arama projesi kapsamında açtığı 102 m derinliğindeki kuyu 40 ° C sıcaklık ve 350 l/s debide üretim yapmaktadır. İkinci kuyu 265 m derinliğinde olup kuyudan 38,60 ° C



160 l/s debide akışkan sağlanmıştır. Alanda yer alan kaynak ve kuyuların üretim değerleri önemli potansiyel göstergesi olup sahadan daha yüksek sıcaklıkta akışkan üretilebileceğine dair beklentiyi güçlendirmemektedir. Kaynak, konumu itibarıyla termal kullanımlar için önemli avantaj sunmaktadır. Bu durum göz önünde bulundurularak mevcut çalışmaların birlikte değerlendirilmesi sonucunda belirlenecek lokasyonlarda açılacak kuyularla kapasiteyi artırmak mümkün görülmektedir. Kapasitenin artırılmasıyla kaynaktan, klasik kaplıca uygulaması yerine yerli ve yabancı turistlere yüksek standartlarda hizmet verecek termal tesiste yararlanmak mümkün olabilecektir. Tarımsal üretim alanların genişliği ve bölge insanının tarımsal üretime olan yatkınlığı jeotermal seracılığın geliştirilmesi için önemli bir avantajdır. Termal tesislerin geliştirilmesinin yanı sıra, jeotermal seracılık geliştirilerek tarımsal üretimin tüm yıla yayılması sağlanabilir görülmektedir.

3.5.2. Delibey Alanı

Delibey Girmesi diye bilinen sıcak su kaynakları (KKK-1 ve KKK-3) Sultaniye kaplıcalarının yaklaşık 3 km güneydoğusunda yer almaktadır. Bu lokasyonda sıcaklıkları 29,88 °C ve 30,50 °C olan 2 adet kaynak bulunmaktadır. Kaynaklardan biri kayaların arasından nispeten yüksek bir debiyle çıkarken diğer kaynak bunun 10-15 m uzağında yöre halkının kaplıca olarak kullanmak üzere ilkel bir şekilde inşa ettikleri beton havuzun tabanından boşalmaktadır. Kaynakların çevresinde tesis bulunmamasına rağmen yazın yerli turistlerin çadır kurduğu bilinmektedir (Avşar ve diğ. 2012). Sultaniye alanının yakınında yer alan bu alandaki kaynakların sıcaklık değerleri gözetilerek mevcut çalışmaların birlikte değerlendirilmesi sonucunda belirlenecek lokasyonlarda açılacak kuyularla kapasiteyi artırmak mümkün görülmektedir.

3.5.3. Kelgirme Alanı

Delibey kaplıcasının 5 km güneydoğusunda ve Dalyan şehir merkezinin 1.2 km kuzeybatısında sıcaklığı 36,89 °C olan kaynağın kullanıldığı Kelgirme kaplıcası (KKK-2), yer almaktadır. Dalyan boğazının kıyısında bulunan kaplıcaya, arada Dalyan kanalı bulunması nedeniyle ulaşım ancak tekneyle sağlanabilmektedir. Burada, debisi 1 l/s'nin altında 4-5 adet kaynak bulunmakta ve bu kaynaklar önünde küçük bir gölcük oluşturarak daha sonra bir kanalla Dalyan Boğazı'na

deşarj olmaktadır. Bu su kütlesinin tabanında da kaynaklar olması muhtemeldir. Kaynakların çevresinde gaz çıkışından dolayı yoğun bir koku hissedilmektedir. Kelgirme termal kaynağının 500 m kuzeyinde, yine Dalyan boğazı kıyısında, çamur banyoları olarak bilinen işletme yer almaktadır (Avşar ve diğ. 2012). Alandaki kaynağın sıcaklık değeri önemli bir potansiyel varlığının göstergesidir. Bu yüzden saha geliştirmeye değer görülmektedir. Mevcut çalışmalar birlikte değerlendirilerek yapılacak ilave çalışmalar sonucunda belirlenecek lokasyonlarda açılacak kuyularla gerçek kapasitenin ortaya çıkarılması gerekmektedir.

3.6. Ortaca İlçesindeki Jeotermal Alanlar

Tablo 7. Ortaca İlçesinin Jeotermal Alanları

İlçe	Konumu	Üretim	Derinlik (m)	Sıcaklık(°C)	Debi(l/s)
Ortaca	Musalar	Doğal Çıkış		25,79	100
	Fevziye			28	-
	Dalyan	Kuyu	400	20	15
		Doğal Çıkış		23	0,5

3.6.1. Musalar Alanı

Musalar kaynağı, Dalaman Ovası'nın güneyindeki Güzelyurt köyünün 2.5 km batısında Musa Dağı'nın eteğindeki bir mağaradan alüvyon sınırında yüzeye boşalmaktadır. Suyun debisi 100 l/s'nin üzerinde olup sıcaklığı 25.79 °C olarak ölçülmüştür. Sahada kaynağın 100 m kuzeyinde iki özel girişimci sıcak su üretmek için iki kuyu açmışlardır. İlk girişimci kuyuyu tamamlamadan, ikincisi ise kullanıma açmadan terk etmiştir. İkinci kuyuda statik seviye kuyunun ağzına kadar yükselmiştir. Her iki kuyuya ilişkin teknik bilgi edinilememiştir (Avşar ve diğ. 2012). Alandaki kaynakların sıcaklık değeri ve yüksek debisi potansiyel yönüyle dikkat çekicidir. Açılan kuyuların teknik bilgilerine ulaşıp bu değerlerle uyumunun yeniden değerlendirilmesinde yarar vardır. Elde edilecek sonuçların umutvar olması durumunda sahanın geliştirilmesine yönelik araştırma programının oluşturulması gerekir

3.6.2. Çürükardı Alanı

Alanda sıcaklıkları 28,70 ve 28,76 olan iki kaynak bulunmaktadır. Çürükardı kaynağı Fevziye köyü tarafından işletilmektedir ve Musalar kaynağının 3.5



km güneydoğusunda yer almaktadır. Bu kaynağın 250 m. güneydoğusunda M.T.A.’nın 700±140 olarak planladığı kuyuda 28,3 ° C sıcaklık ölçülmüş, kuyu 404 m derinlikte terk edilmiştir (Avşar ve diğ.,2012). Bu alanda kaynağın yüzey sıcaklığı ile kuyuda aynı değerde akışkan sıcaklığının ölçülmesi dikkat çekicidir. Dolayısıyla MTA Genel Müdürlüğü’nden kuyunun teknik bilgileri temin edilerek kuyudaki derine doğru sıcaklık eğiliminin değerlendirilmesi ve kuyunun terk edilme nedenlerinin ortaya çıkarılması, bu sahanın geleceğine ilişkin karara önemli bir katkı sağlayacaktır. Bu çalışmalar sonucunda elde edilecek bilgilerin umut verici olması durumunda sahanın geliştirilmesine yönelik araştırma programının oluşturulması gerekir.

3.7. Dalaman İlçesindeki Jeotermal Alanlar

Tablo 8. Dalaman İlçesinin Jeotermal Alanları

İlçe	Konumu	Üretim	Derinlik (m)	Sıcaklık(°C)	Debi(l/s)
Dalaman	Güzelyurt	Kuyu	179	26	50
	Termemaris	Kaynak Grubu		25,90-26,94	
	Kapıkargın	Doğal Çıkış		26	200-300
	Şerefiler	Kuyu	420	23	20
	Kapıkargın		200	28	15
			Doğal Çıkış		26

3.7.1. Termemaris Alanı

Thermemaris Otelin üzerinde bulunduğu alanda yüzeye doğal olarak boşalan 5 adet kaynağın oluşturduğu kaynak grubunun sıcaklıkları sırasıyla 26,94, 26,90, 26,93, 25,90 ve 26,22 ° C tır. Kuyu ile sınılanmadığı bilinen sahada ön incelemeler sonucu ayrıntılı araştırmayı gerektirecek bulgulara ulaşılması halinde, jeotermal standartlarda çalışmalar yapılarak potansiyelin ortaya çıkarılması gerekmektedir.

3.7.2. Kapıkargın Alanı

Dalaman jeotermal sahasındaki diğer kaynak Kapıkargın köyü yakınlarındaki Kükürtlü Pınar diye adlandırılan yerde yüzeye boşalmaktadır. Kapukargın köyü yolu üzerinde bulunan DKK-1ve DKK-2 kaynakların sıcaklıkları sırasıyla 28,78 ve 27,81 ° C tır. Bu kaynakların doğusunda patika ile ulaşılan bir lokasyonda 5-6 kaynağın oluşturduğu kaynak grubu bulunmaktadır. Bunlardan DKK-3

kaynağı 27,40 ve DKK-4 kaynağı ise 28,41 ° C sıcaklığa sahiptir. Bu kaynakların 1-2'sinin 2012 yılında yeni ortaya çıktığı yöre halkınca ifade edilmiştir (Avşar ve diğ., 2012). Alanda kuyu açıldığına ilişkin bilgi edinilememiştir. Alandaki kaynak sıcaklıkları, sahanın geliştirilmesi halinde potansiyelin artırılabilceği beklentisi yaratmaktadır. Sahada mevcut bilgilerin değerlendirilmesi sonucu ayrıntılı araştırmayı gerektirecek bulgulara ulaşılması halinde, jeotermal standartlarda çalışmalar yapılarak potansiyelin ortaya çıkarılması gerekmektedir.

3.8. Fethiye İlçesindeki Jeotermal Alanlar

Tablo 9. Fethiye İlçesinin Jeotermal Alanları

İlçe	Konumu	Üretim	Derinlik (m)	Sıcaklık(°C)	Debi(l/s)
Fethiye	Girmeler	Kuyu	343	42	56
Fethiye	Girmeler	Doğal Çıkış		35	Ölçülemedi

3.8.1. Girmeler Alanı

Fethiye yerleşim merkezinin yaklaşık 20 km güneydoğusundaki Girmeler köyü (eski adıyla Gebeler) yakınında bulunan 3 adet mağarada sıcak su boşalımı olmaktadır. Jeotermal akışkan yüzeye doğru eğim atımlı normal fayla taşınmaktadır (Şekil 5). Kaynaklardan sadece biri Girmeler köyü tarafından kaplıca olarak işletilmektedir. Klasik kaplıca mimarisi (sıra banyolar) niteliğinde olan kaplıca tesislerinde 50 oda bulunmaktadır. Üç adet mağaradan ikisine tahta merdivenle ulaşılmaktadır (Şekil 6, Şekil 7). FGK-1 kaynağından çıkan su mağara tabanında 1-1.5 m derinlikte bir su kütlesi oluşturmaktadır ve sıcaklığı 36.10 °C olarak ölçülmüştür. Yaz aylarında kullanılan suyun nereye deşarj olduğu gözlenememektedir (Avşar ve diğ., 2012). Muğla ilindeki güncelde en yüksek sıcaklığa sahip oluşu nedeniyle önemli potansiyel alan olarak değerlendirilen Girmeler jeotermal alanından, 42 ° C sıcaklık ve 56 l/s debide üretilen akışkan 343,09 m derinliğindeki kuyudan sağlanmaktadır. Akışkanın sıcaklık ve debi değerleri, ısıtma uygulamasında yararlanılabileceğini göstermektedir. Konum itibarıyla ilçe merkezine yakın oluşu, tarımsal alanların kapasitesi gibi parametrelerin uygunluğu, arz güvenliği, ulaşım ağının kolaylığı gibi fırsatlar yaratmakta ve sahaya artı değer katmaktadır. Bu alanda, mevcut çalışmalara ilave olarak geliştirme çalışmalarının yapılması ve ortaya çıkan potansiyelin entegre kullanılmasını sağlayacak yeni projeksiyonların yapılması önerilmektedir.



Şekil 5. Fethiye-Girmeler kaplıcasındaki sıcak suyu yüzeye taşıyan fay



Şekil 6. Fethiye-Girmeler alanındaki kaplıca girişi



Şekil 7. Fethiye-Girmeler alanındaki sıcak su kaynağı

3.9. Marmaris İlçesindeki Jeotermal Alanlar

Tablo 10. Marmaris İlçesinin Jeotermal Alanları

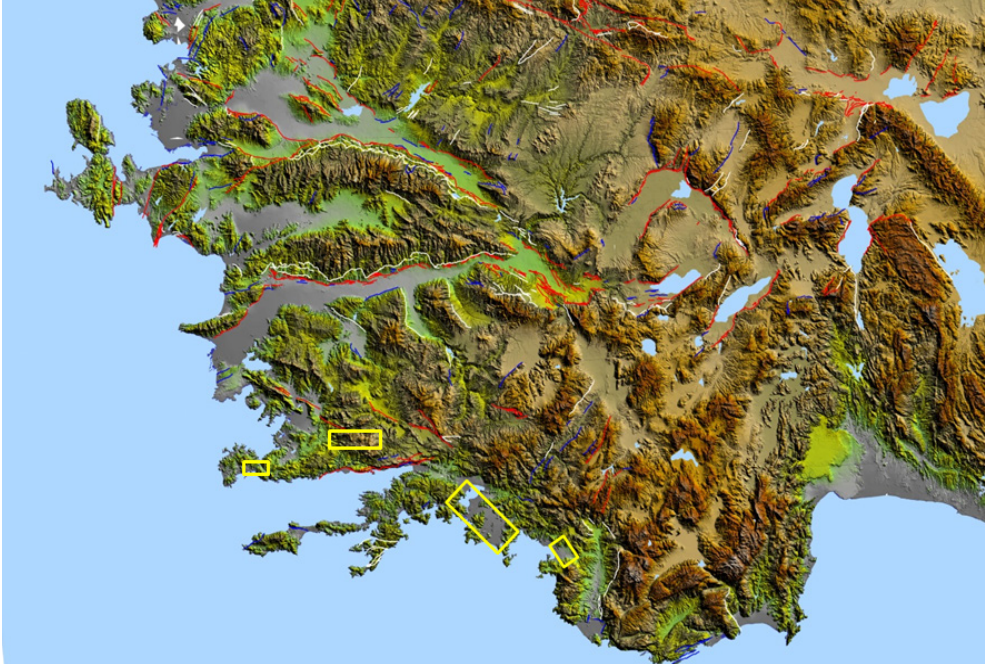
İlçe	Konumu	Üretim	Derinlik (m)	Sıcaklık(°C)	Debi(l/s)
Marmaris	İçmeler	Kuyu	250	22	5
			650	19	10

3.9.1. İçmeler Alanı

Marmaris İçmeler alanında 250 m derinlikte açılan kuyuda 22 ° C sıcaklık ölçülmüştür. 650 m derinlikte açılan kuyuda ise 19 ° C ölçülmüş böylece daha derinde yüksek sıcaklık yakalama olanağı bulunmadığı ortaya çıkmıştır. Bu bakımdan kaynaktan ilk kuyudaki sıcaklık değeri esas alınarak kullanılması dışında yararlanılamayacağı düşünülmektedir.

4. JEOTERMAL ALANLARIN YARARLANMA OLANAKLARI

Muğla'daki jeotermal alanlar, Batı Anadolu'daki yüksek sıcaklığa sahip jeotermal sistemlerin yakın güney doğusunda konumlanmıştır (Şekil 8). Jeodinamiği gereğince farklı sistemlerde oluşmuş ve yüzeye boşalan çok sayıda sıcak su kaynağı ve değişik sıcaklık ve debilerde kuyuların bulunduğu jeotermal alanlar il geneline dağılmış durumdadır. Potansiyel varlığına işaret eden sıcak su kaynakları ve kuyulardaki üretim değerleri kullanılabilecek potansiyel varlığının göstergeleridir. Sahaların yer aldığı bölgenin jeolojik, coğrafik, iklim koşulları, ulaşım ve pazar durumu esas alındığında jeotermal kaynaklar, sıcaklık değerlerine göre birçok alanda değişik yararlanma seçeneği sunmaktadır. Başta termal kullanım olmak üzere, tarımsal uygulamalar, mekan ısıtması, yüzme havuzları, fermentasyon, damıtma, sağlık tesisleri, balık çiftliklerinde kullanım bu seçenekler arasındadır.



Şekil 8. Muğla jeotermal alanlarının konumu

4.1. Mekan Isıtma Uygulaması İçin Potansiyel Alanlar

Günümüzde kaynağın ısıtma uygulamasında yararlanılması için sıcaklık değeri esas alınmaktadır. Diğer bir kriter kaynağın uygulama merkezlerine yakın olmasıdır. Muğla'da bu sıcaklık değerine sahip kaynak veya akışkan üretiminin sağlandığı kuyuları **içeren** Köyceğiz-Sultaniye (40 °C) ve Fethiye-Girmeler (42 °C) sahaları bulunmaktadır. Ancak limit sıcaklık değerine yakın olan diğer sahalarda geliştirme çalışması yapılarak ısıtma için uygun sıcaklığa erişilebilecek kuyularla sınanması gerekmektedir (Tablo 2).

Tablo 11. Mekan ısıtması yapılabilecek alanlar

İlçe	Alan Adı	Üretim	Sıcaklık (° C)	Debi(l/s)	Potansiyel Kullanım
Bodrum	Karakaya	Kuyu	37	15	Geliştirilmeli
Köyceğiz	Sultaniye	Kaynak	37-39,20		Geliştirilmeli
	Kelgirme	Kaynak	36,89		Geliştirilmeli
	Sultaniye	Kuyu	40	350	Uygulanabilir
Fethiye	Girmeler	Kaynak	36,10		Geliştirilmeli
	Girmeler	Kuyu	42	56	Uygulanabilir

4.2. Sera Isıtma Uygulaması İçin Potansiyel Alanlar

Seralarda bitki için gerekli olan optimum sıcaklık şartının ucuz bir enerji kaynağı ile sağlanmasıyla erken ürün alma, rekolte artışı ve ürün çeşitliliğinin artırılması mümkün olmaktadır. İklim şartları nedeniyle geleneksel yollarla seraları ısıtmanın ekonomik olarak mümkün olmadığı yörelerde alternatif bir enerji kaynağı olarak jeotermal enerji büyük bir önem kazanmaktadır. Özellikle karasal iklim şartlarının egemen olduğu yörelerde jeotermal seracılık çok elverişli ve ekonomik bir alan halini almış bulunmaktadır.

Günümüzde Türkiye'de 18 ilde jeotermal kaynaklar kullanılarak seracılık yapılmaktadır. Bu uygulamaya ilişkin çok sayıda işletme faaliyetlerini başarıyla sürdürmekte, ekonomik getirisinden dolayı yatırımlar hızla çoğalmaktadır. Ağrı-Diyadin ve Van-Çaldıran'da -40,-46 ° C dış ortam sıcaklığında jeotermal sera uygulanması dikkate değerdir. Şanlıurfa'daki Karaali sahasındaki sera ısıtması, 43 ° C sıcaklıktaki akışkandan yararlanılarak yapılan başarılı bir uygulamadır. Modern seralarda üretilen sebzeler, yurt içinde tüketildiği gibi yurt dışına da ihraç edilmektedir.



Sera kurulumunda pik değer dış ortam sıcaklığı ve 40 ° C üzeri akışkan sıcaklığı esas alınmaktadır. Muğla’da sera kurulumunda en düşük dış ortam sıcaklık ortalaması Ocak ayı için 6,7 ° C olan pik değer esas alınmıştır. Güncelde sıcaklık kriterini Köyceğiz-Sultaniye ve Fethiye-Girmeler alanları sağlamaktadır. Muğla için pik değer dış ortam sıcaklığı gözetildiğinde risk oluşturmaya-çağı, 35° C ve üzerinde üretilecek akışkanların da sera ısıtmasında kullanılabilceği öngörülmektedir. Dolayısıyla, Sultaniye ve Girmeler sahaları dışında kalan sahalardaki kaynak sıcaklıkları göz önüne alınarak yapılacak geliştirme çalışmaları sonucunda 35-40 ° C arasında akışkan **üretilbilecek**, sera kurulumu kriterleri bakımından özel önem atfedilen ekonomik, lojistik, coğrafik özellikler, termal potansiyel, gelişebilirliği ve kullanımın ekonomikliği bakımından değerlendirilen sahalarda bulunmaktadır. Alanlar, ilgili bölüm başlığı altında tanımlanmıştır. Söz konusu değerlendirmelere göre 16 alandaki kaynakların termal seracılıkta kullanılabilir potansiyele sahip oldukları görülmektedir (Tablo 12).

Tablo 12. Sera ısıtması için potansiyel alanlar

İlçe	Alan Adı	Üretim	Sıcaklık (°C)	Debi(l/s)	Potansiyel Kullanımı
Milas	Karahayıt	Kuyu	33	10	Sıcaklık ve debi artışında
	Kıyıkışlacık	Kuyu	28 ^(*)	20 ^(*)	
Yatağan	Bozhöyük	Kuyu	35	22	
	Karakaya	Kuyu	37	15	Uygulanabilir
Bodrum	Karaada	Kaynak	29,67	~1000	Sıcaklık artışında
Datça	Ilıca	Kaynak	26,49	1-8	Sıcaklık ve debi artışında
Köyceğiz	Sultaniye	Kaynak	37-39,20		Uygulanabilir
	Delibey	Kaynak	30,50		Sıcaklık ve debi artışında
	Kelgirme	Kaynak	36,89		
	Sultaniye	Kuyu	40	350	Uygulanabilir
Ortaca	Çürükardı	Kaynak	28,76		Sıcaklık ve debi artışında
	Musalar	Kaynak	25,79	100	
Dalaman	Thermemaris	Kaynak	26,94		
	Kapukargın	Kaynak	28,78		
Fethiye	Girmeler	Kaynak	36,10		Uygulanabilir
	Girmeler	Kuyu	42	56	

4.3. Termal ve Sağlık Turizmi İçin Potansiyel Alanlar

Muğla'daki jeotermal sahalar coğrafi konumu, fiziksel, kimyasal ve şifa özellikli termal sulara sahiptir. Bu haliyle 40°C ve üzerindeki sahalar, klasik kaplıca uygulaması yerine yüksek hizmet standartlarındaki tesislerde, yerli ve yabancı turistlere hizmet verebilecek potansiyel kullanım olanakları sunmaktadır. Alanlardaki kullanımların çoğu basit kaplıca şeklindedir. Değerlendirmeler sonucu çok sayıda kaynağın, saha geliştirilmesi sonucu termal tesis işletmelerinde kullanılabileceği öngörülmektedir (Tablo 4).

Tablo 13. Termal ve sağlık turizmi için potansiyel alanlar

İlçe	Alan Adı	Üretim	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Potansiyel Kullanımı ^(**)
Milas	Karahayıt	Kuyu	33	10	Termal Tesis
	Kıyıkışlacık	Kuyu	28 ^(*)	20 ^(*)	
Yatağan	Bozhöyük	Kuyu	35	22	
Bodrum	Karakaya	Kuyu	37	15	Termal Tesis
	Karaada	Kaynak	29,67	~1000	Sağlık Turizmi
	Gümüşlük	Kuyu	26,87	15	
	Dereköy	Kuyu	23,80	-	
Datça	Ilıca	Kaynak	26,49	1-8	
Köyceğiz	Sultaniye	Kaynak	37-39,20		Termal Tesis
	Delibey	Kaynak	30,50		Sağlık Turizmi
	Kelgirme	Kaynak	36,89		Termal Tesis
	Sultaniye	Kuyu	40	350	
Ortaca	Çürükardı	Kaynak	28,76		Sağlık Turizmi
	Musalar	Kaynak	25,79	100	
Dalaman	Thermemaris	Kaynak	26,94		
	Kapukargın	Kaynak	28,78		
Fethiye	Girmeler	Kaynak	36,10		Termal Tesis
	Girmeler	Kuyu	42	56	Termal Tesis

^(*)57 m derinlikteki sıcaklık ve debi

^(**) Geliştirilmesi durumunda

4.4. Diğer Kullanımlarda Yararlanılacak Alanlar

Kültür balıkçılığı yüksek sıcaklığa ihtiyaç duymaz, 28-30 ° C sıcaklık yeterli olmaktadır. Bu kullanımın ihtiyacı olan sıcaklıkları sağlayacak sahalar olduğu gibi, önceki bölümlerde tanıtılan sahalarda yapılan diğer uygulamaların atık



suyundan yararlanılarak kültür balıkçılığının yapılabilceğı düşünölmektedir. Bu kapsamda uygun alanlarda kültür balıkçılığın geliştirilmesi için gerekli tesislerin kurulması gerekmektedir. Balık çiftliklerinin yanı sıra yüzme havuzları, fermentasyon ve damıtmada kullanımlarda da 30 ° C sıcaklığındaki akışkanlardan yararlanılmaktadır. Bu sıcaklık değere sahip çok sayıda alan bulunmaktadır. Ayrıca daha düşük sıcaklıkta akışkan içeren sahalarda yapılacak ilave çalışmalarla bu sıcaklığa ulaşmak mümkündür. Böylece kaynağın kullanım potansiyeli daha da büyüyecektir.

5. GELİŞTİRME ÇALIŞMALARININ EKONOMİK YARARLANMADAKİ ROLÜ

Kaynağın arama süreci, jeotermal sistemin tüm bileşenlerinin bütünsel bir yaklaşımla, sistematik temelde belirlenmesini ve tanımlanmasını ifade eder. Bu bağlamda; jeotermal alanlardaki çalışmalarda, kaynaktan maksimum faydayı temin etmek için kaynağın, işletmenin yükünü hangi ölçekte ve yeterlikte karşılayabileceğine yönelik bilgilerin toplanması esastır. Bu araştırma anlayışıyla sahaların teknik özelliklerinin analizi, uygulamaya özel nitelikleri, termal kapasitesinin işletmeye uygunluğunun tartışılmasına olanak sağlayan ve jeotermal norm ve standartlarda üretilen altyapı niteliğindeki bilgilerle birlikte değerlendirilerek alanın modellemesinin yapılması, riski minimize etmeyi sağlayacak temel yaklaşımdır. Öte yandan araştırmaların etaplar halinde veya beraberce uygulanan çalışmalardaki veri analizleri sonucunda bir sonraki aşamaya karar verilmesi, araştırmaya ayrılan kaynağın doğru ve verimli kullanılmasının bir gereğidir. Bu bakımdan iş akış şemasına uygun olarak, önce sistemin özelliklerinin tanımlanması ve belirlenmesine yönelik jeoloji etütleri, analizler, gaz ölçümleri, yer içi sıcaklık belirlenmesi çalışmaları ve jeofizik etütlerde üretilen bilgilerle birlikte değerlendirilerek, alanın jeolojik modellemesinin yapılması, bunun sonucunda kuyu açılması kararının verilmesi riski minimize etmeyi sağlayacak yaklaşım olarak önemsenmektedir (Akkuş, 2021).

Rapor içerisinde değerlendirmeye konu olan Muğla'daki jeotermal sahalarda, kaynak araştırmalarına yönelik değişik tür ve ölçekte çalışmalar yapılmıştır. Ancak sahalarda açılan kuyular jeotermal standartlarda ve yeterli sayıda olmadığı gibi yapılan çalışmalar da ısı kaynağı, üretim zonları, sıcak suyun yüzeye ulaşmasını sağlayan mekanizma, akışkanın kullandığı yapısal öğeler gibi parametreler ve tüm bunların bileşimi olan sistemin oluşum modelini tartışmasız ortaya koyabilecek nitelikte değildir. **Alanların neredeyse tamamında rezervuara ilişkin parametreler ve kapasite bilinmemektedir.**

Jeolojik anlamda saha bir bütündür. Saha üzerinde çok merkezli-çok amaçlı-çok mülkiyetli faaliyetlerin tümü için aynı rezervuarın kullanılması söz konusudur (Akkuş, 2021).

Jeotermal kaynakların ruhsatlandırma hukuku ise, kaynağın oluşumu itibarıyla dinamik karakterdeki özelliği ve rezervuar bütünlüğü göz ardı edilerek düzenlenmiştir. Mevcut yasa çerçevesinde ruhsatlandırılarak işletmede olan, çoğunda rezervuara ilişkin parametreler ve kapasitenin bilinmediği sahalarda, çok amaçlı faaliyetler için aynı rezervuar kullanılmaktadır. Bundan dolayı gerek doğal yolla, gerekse mekanik sondajlarla üretilen akışkanın kullanıldığı ısıtma, termal, tarımsal ve diğer uygulamalarda teknik sorunlara yol açma potansiyeli taşıdığı, sürdürülebilirliği tehdit eden işletme sorunlarıyla karşılaşılabilmesi değerlendirilmektedir. Bu bakımdan kaynağın sürdürülebilirliği riskini minimize etmek, sahadaki kapasite/üretim dengesini oluşturmak, işletmelerin yükünün hangi boyutlarda karşılanabileceğini belirlemek için belirsizliklerin giderilmesine yönelik çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır (Akkuş, 2021).

Rezervuar karakteristikleri berrak olmayan sahalarda, bu güne kadar yapılan çalışmalar yeniden gözden geçirilerek eksik olan çalışmaların işletme öncesinde jeotermal araştırma standartlarındaki metodolojiye uygun ve bir sistematik çerçevesinde mutlak surette yapılması gerekmektedir. İleri aşama araştırmaları kapsamında yapılacak bu çalışmalar, aynı zamanda gerçek kapasiteye ulaşılmasını da sağlayacaktır. Bu anlamda en fazla ihtiyaç duyulan çalışma jeoloji revizyon etütleri, jeofizik etüt ve gaz ölçümleri gibi aletsel ölçümleridir. Bunun yanında yeteri sayıda araştırma veya geliştirme sondaj kuyularının açılması gerekmektedir (Akkuş, 2021).

Sondaj çalışması, maliyet açısından ciddi yükü olan ancak kaynağa dayalı işletmeye temel oluşturacak bilgilerin üretileceği en önemli aşamadır. Hem delinmiş kuyusu olmayan, hem de işletmeye baz oluşturacak kuyu veya kuyuları, rezervuar karakteristiklerini tam olarak yansıtmayan sahalarda sondaj yapılması kaçınılmazdır. Sondaj çalışması, kuyulardan toplanan bilgilerle rezervuar karakteristiklerinin belirlenmesi, sahanın rezervuar modelinin oluşturulması, mevcut kuyuların kullanımının yenilenen modele göre tekrar değerlendirilmesi, kuyulardan üretim yaparak yararlanan mevcut işletmelerde olumsuzluklar yaşanmaması, sahanın gerçek üretim kapasitesinin ortaya çıkarılarak sürdürülebilir üretim ve işletme planlamasının da gereklidir. Bu kuyularla belirsizliklerin giderilmesi, sahanın üretim yeteneğinin saptanması ve gerçek kapasitesinin ortaya konulması mümkün olabilecektir. İlk etapta mevcut kuyuların etkileşim mesafesi dışında belirlenen lokasyonlarda denenecek kuyu bilgilerinin yönlendirilmesi



dirmesiyle diğer kuyuların açılması önemlidir. Açılan her kuyudan elde edilen kılavuz bilgiler, sonraki kuyuların açılıp açılmayacağı kararını etkileyecektir. Sahada kuyu açma işlemi, kapasiteyi belirleyen ve sahayı sınırlandıracak bilgilere ulaşıncaya kadar sürdürülmelidir (Akkuş, 2021).

6. DEĞERLENDİRMELER

Bu çalışma ile sahaların bilgi altyapısı niteliğindeki mevcut verileri incelenerek elde edilen bulgular değerlendirilmiştir. İncelenen alanların değerlendirilmesinde; bölgesel ve yersel jeotermal sistemlere göre konumu, kaynak sıcaklık ve debi değerleri, potansiyeli, geliştirilebilirliği ve delinmiş kuyusu bulunan sahaların üretim bilgileri kullanılmıştır.

Muğla'da, önceden de değinildiği gibi düşük sıcaklıklı alanlar kategorisindeki sahalarda, kaynak ve kuyudan üretilen akışkan sıcaklıkları birkaç alan dışında düşük olup bu değerler, mevcut çalışmaların sonucunu yansıtmaktadır. Dikkat çekici olan güncel durum, aynı zamanda kuyu derinliği, akışkanın basıncı ve debisiyle de ilişkilidir. Basıncın itici gücünden yoksun olan akışkan, yüzeye kadar yavaş yükseldiğinden yan kayalara ısı vererek sıcaklığı düşmektedir. Kat ettiği mesafenin fazla olması da sıcaklık kaybını artıran diğer bir faktördür.

6.1. Potansiyelin Kullanımı Üzerine Düşünceler

Muğla'daki jeotermal sahalarda jeotermal kaynağa dönük çalışmaların sonuçları jeotermal kapasitenin varlığına işaret etmektedir. Sahalarla ilgili süreci netleştirmek için, öncelikle güncel duruma ilişkin ayrıntılı bir değerlendirme çalışması yapılması kritik gerekliliktir. Jeotermal kaynak araştırma metodolojisine hakim bir anlayışla yapılması gereken bu çalışmanın sonuçlarının açık, somut ve şeffaf bilgiyi içerecek şekilde raporlanması karar verme süreçlerini olumlu yönde etkileyecektir (Akkuş 2021).

Sahalarla ilgili değerlendirmelere göre; geliştirme çalışmaları yapılması halinde ortaya çıkarılmayı bekleyen bir potansiyel bulunmaktadır. Ancak bu potansiyelden ekonomik olarak yararlanılabilmek için, alanların gerçek kapasitesi ve üretim yeteneği, işletilebilme özellikleri, sürdürülebilir üretim için sistemin oluşum modeli tartışmasız bir şekilde belirlenmek durumundadır.

6.2. Alanlarda Yatırımın Önünü Tıkayan Gelişmeler

Türkiye, arz güvenliğini sağlamak için enerji ithal eden dışa bağımlı bir ülke. Dışa bağımlılığın ülkemiz ekonomisi üzerindeki her geçen yıl artan yükünü azaltmak için yerli enerji kaynaklarımızdan daha fazla enerji üretmek zorun-

dayız. Bu bağlamda jeolojik zenginliğimiz ve kendi öz varlığımız olan jeotermal enerji; kapasitesi, düzenli, güvenli, denetimi ülke kontrolünde olması gibi özellikleriyle Ülkemiz için önemli bir kaynaktır. Ancak, bu kaynaktan daha fazla fayda türetebilmek mümkün iken, kaynağın araştırılması, geliştirilmesi, rasyonel bir şekilde değerlendirilmesi konusunda idari yapılanma, hukuki ve teknik işleyiş, işletme anlayışı vb etmenlerden dolayı yararlanma henüz hak ettiği düzeyde değildir. Kuşkusuz kaynağın gerçekçi ve ekonomik değerlendirilmesi, sahip olduğu gerçek kapasitenin belirlenmesiyle mümkün olabilecektir. Bunun için uluslararası normlar ve gelişen teknolojiler de kullanılarak en üst düzeyde bilgilerin üretildiği geniş perspektifli, uzun vadeli projelerin (Akkuş ve Alan, 2016) bir an önce hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu anlamda; sahaların mevcut durumunun belirlenmesi, geliştirilmesi, arama-araştırma-geliştirme projelerinin bir strateji çerçevesinde yürütülerek yeni sahaların keşfi, geliştirilmiş jeotermal sistemler (Enhanced Geothermal System) ve kızgın kuru kaya (Hot Dry Rock) araştırmalarının yapılması öncelikli hedef olmalıdır. Sözü edilen çalışmaların gerekliliği yanında, Ülke kaynaklarının gerçek kapasitesini belirleme hedefine ulaşılabilmesi için sektörde yaşanan sorunlara çözüm üretilmesi, aramacılık faaliyetlerinin teşviklerle desteklenmesi ve güçlendirilmesini de belirtmek gerekir.

Jeotermal kaynağın yasal altyapıya kavuşması, kullanılabilir potansiyelin özendirici büyüklüğü, ekonomikliği, potansiyel değerleri yüksek jeotermal kaynakları cazip hale getirdi, araştırmalar, teknik çalışmalar ve yatırımlar hızla arttı, kullanımlar yaygınlaştı. Gerçekleşen yatırımlarla jeotermal sektörü, son yıllarda enerji alanında en hızlı büyüyen sektör oldu. Bu haliyle ülkemiz, jeotermal kaynaklardan enerji üretiminde Dünyada dördüncü sırada yerini aldı. Ancak bu dönemde, yatırımların yoğun olduğu kentlerimizde, objektif ölçüm ve analizlere dayalı bilgi ve veriye dayanmaksızın çevre kirliliği ve sağlık sorunlarına yol açtığı gerekçesiyle toplumdaki hassasiyetler yatırımlara dirence dönüştü. Genelde jeotermal aktivitenin, özelde ise santrallerin çevresel etkilerine yönelik toplumun gösterdiği bu hassasiyet yönetilemez noktaya doğru hızla sürüklenmektedir. Bu bakımdan bazı jeotermal kaynak işletmelerinde yapılan yanlış üretim uygulamalarının toplumda yarattığı kaygıların bertaraf edilmesi amacıyla konunun, bilimsel ve teknik yönden tartışılıp kamuoyunun aydınlatılması gerekmektedir. Böylece toplumdaki eksik bilginin yarattığı tepki ve algı ortadan kalkmış olacak, olumsuz etkiler asgari düzeye indirilebilecektir. Kuşkusuz je-



otermal kaynaklar, çevre kirliliği bakımından pür masum bir kaynak değildir. Ancak çevresel kaynak ve varlıklara etkisi, diğer enerji kaynaklarına göre minimum düzeye indirilebilir ve önlenelidir. Gelişmiş ülkelerde, enerji projelerinin uygulanmasında çevresel etkilerinin önlenmesinde rol oynayan standartlar ve sıkı düzenlemeler geliştirilmiş ve denetim mekanizmaları devreye sokulmuştur. Projelerin, geniş kapsamlı düzenlemeler esas alınarak gerçekleştirilmesinde, kısıtlamalara uyulması gerektiği için çevresel tehdit oluşturmaları beklenmez veya bu tehditler asgariye indirgenerek ihmal edilebilir. Ülkemizde de jeotermal kaynakların işletilmesine ilişkin faaliyetlerde iz bırakan olumsuz etkiler, uygulamaların toplum sağlığı gözetilerek Dünya ölçeğinde kabul gören standartlar ve düzenlemelere göre yapılması ve etkin denetimle çevrenin korunması yönündeki tedirginlikler asgari düzeyde tutulabilir. Böylece hem ekonomik ve sosyal gelişme önlenmemiş, hem de çevre, kaynak ve varlıklar faaliyetler karşısında korunmuş olur. Öte yandan ülke ekonomisi açısından dışa bağımlılıktan kaynaklanan riskleri azaltmak için; kaynaktan yararlanmada toplum sağlığı ve yararını önceleyen bir anlayışla jeotermal kaynakların rasyonel bir şekilde kullanılması, jeotermal kaynakların çevresel açıdan daha güvenilir ve sürdürülebilir hale getirilmesinin önemini de not etmek gerekir.

Muğla'daki jeotermal potansiyel öngörülen sahalarda yatırıma dönük faaliyetlerin engellenmesiyle ilgili kamuya yansıyan olumsuz algı, bilimsel ve teknik dayanaktan yoksundur. Toplumda yersiz bir kaygı oluşmasına ve tedirginlik yaratmasına yol açacağı gibi, İl ekonomisine katkı sağlayacak bir uygulamanın önünü de tıkayabilecektir. Öz varlığımız olan kaynağın kullanımının gerekliliği ortada iken, bazı sahalarda çevresel kaynak ve varlıkları yok sayan işletme anlayışından ötürü toplumsal hassasiyetin kabardığı bir dönemde, bu tür haberlerle kaynağa dönük olumsuz algının köpürtülmesi önemli bir termal turizm potansiyeli olan Muğla'ya haksızlık olacaktır. Öte yandan, temel yanlışlardan biri de jeotermal sistemlerin oluşum farklılıklarının ve karakterlerinin göz ardı edilerek toptancı bir anlayışla karşı çıkılmasıdır. Jeotermal kaynağın bulunduğu jeotermal sistemler, bir dizi jeolojik olayların geliştiği süreç içerisinde oluşur ve yerel ısı kaynağı, yapısal unsurlar, litolojik öğeler ve beslenme gibi jeolojik dinamiklerle biçimlenir. Bu bakımdan Aydın'da, Manisa'da, İzmir'de veya ülkemizin başka bir bölgesinde yer alan jeotermal sistemlerle, Muğla'da bulunan jeotermal sistemlerin özellikleri farklıdır, bir tutulamaz. Dolayısıyla yüksek sıcaklığa sahip, enerji üretebilecek kapasitedeki Aydın, Denizli, Manisa ve İzmir'deki bir



jeotermal sistemle, Muğla'daki düşük sıcaklık kategorisindeki sahalarda yapılacak uygulamalar da doğal olarak farklı olacaktır. Kaldı ki Muğla'da yer alan jeotermal sahalarda enerji üretimi uzak olasılıktır ve bu yüzden turizm potansiyeli olan alanlarda santral kurularak “doğanın katledileceği”, turizmin baltalanacağı” gibi öne sürülen görüşler, sahaların karakteri itibariyle enerji üretimine uygun olmadığı için dayanaksızdır. Tersine Muğla'daki alanlar termal turizme uygun alanlardır ve özellikle yabancı turistlerin gürültüden uzak, ulaşım kolaylığı ve doğal güzellikler yönüyle tercih ettiği özellikler sunmaktadır. Ayrıca termal tesis ve sera ısıtması yapılabilecek olması da kullanımın sağlayacağı önemli bir ekonomik kazançtır. Jeotermal enerji kullanmak amaçlı tüm faaliyetlerde yaklaşım, planlanan bir faaliyetin yol açabileceği olumsuz çevresel etkileri kirlenme sonrası temizleme yerine, kirlenmeden önce önleyecek/aseptik indirecek önlemler almak, etkin denetimi sağlamak olmalıdır. Dolayısıyla çevreyi kirlüten parametreleri enerji santrallerine göre daha az olan termal turizm amaçlı kullanımlarda, uygulamanın standartlar ve düzenlemelere göre yapılması ve yasanın ilgili maddesi gereğince etkin denetlenmesi halinde çevreye etkisi ihmal edilebilir düzeye indirilebilecektir.



7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Muğla, sıcak su kaynakları ve değişik sıcaklıkta akışkan üretilen kuyuların yer aldığı alanlarıyla jeotermal kaynak zenginliğine sahip iller arasındadır. Farklı jeolojik koşulların biçimlendirdiği sistemlerde gelişmiş olan bu jeotermal sahaların rezervuar derinlikleri, sıcaklıkları, üretim miktarları yerel jeolojik koşullara bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Mevcut veriler esas alınarak düşük sıcaklıklı jeotermal sistemler kategorisinde değerlendirilen sahalarda, derinlerdeki olası kaynak varlığına yönelik araştırmalar yapılmadığı için jeotermal jeolojisine ilişkin koşullar bilinmemektedir. Açılan kuyuların hemen hepsi sığ derinlikli olup alanlardan üretilen en yüksek sıcaklık güncelde 42 o C tır.

Muğla'nın 13 ilçesinin 8'inde jeotermal kaynak alanları mevcut olup, bu kaynakların dağılımı, yerleşim alanlarına yakınlığı ile kaynakların nitelikleri (sıcaklık, debi vb) göz önüne alındığında bu kaynaklardan entegre yararlanmanın mümkün olduğu görülmektedir. Değerlendirmelere göre sahalara; mekan ısıtma, termal tesis ve sera ısıtması, termal ve sağlık turizmi, balık yetiştiriciliği gibi geniş bir yelpazede yararlanma seçeneği sunmaktadır. Sahaların çoğunda kaynak işletilmekte olup gerek doğal yolla, gerekse mekanik sondajlarla üretilen akışkan termal kullanım, balneoloji ve tarımsal amaçlı kullanılmaktadır. Ancak bu kaynaklardan yeteri kadar yararlanıldığı ve Muğla kentinin ekonomisine yeterince destek verdiği söylenemez. Kuşkusuz bu potansiyelden ekonomik olarak yararlanılabilmesi, alanların gerçek kapasitesi ve üretim yeteneğinin belirlenmesi, işletilebilme özelliklerinin ortaya konulması, riski azaltmak için belirsizliklerin giderilmesini sağlayacak geliştirme çalışmalarının yapılması ve en önemlisi de belirli bir strateji çerçevesinde koruma-kullanma dengesi sağlanarak işletilmesi ile mümkündür.

Muğla kentinin sahip olduğu kaynakların geliştirilmesi için biri dizi çalışmanın yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda;

- Sahalarda, ısı kaynağı, litostratigrafik yapı, güncel tektonik, akışkan devinimini sağlayan geçirgen zonlar, akışkanın dolaşım biriktiği rezervuar karakteristikleri gibi sistemi tanımlamaya dönük değişik tür, ölçek ve yöntemdeki çalışmalar yapılması zorunludur. Bazı sahalarda bu tür çalışmalar yapılmış olmakla birlikte birçok sahada jeotermal norm ve

standartlarda yapılmadığı veya eksikli yapıldığı görülmektedir. Jeotermal sistemler bölgesel jeoloji ile yakın ilişkilidir. Jeotermal sistemlerde akışkanların derin rezervuarlardan yüzeye doğru çıkışı veya rezervuarlara taşınması taşıyıcı kanallar olan tektonik unsurlar vasıtasıyla olmaktadır. Normal faylar ve açılma çatlakları ideal taşıyıcı kanallardır. Dolayısıyla, jeotermal akışkanların ve ilgili tesislerin yer aldığı yerel havzanın, son derece ayrıntılı jeolojik-tektonik yapısı ve derin hidrojeolojik döngünün tanımlanması (JMO, 2026) ve bu çalışmaların belirli bir strateji çerçevesinde yürütülmesi durumunda, kentin sahip olduğu potansiyelden ekonomik olarak yararlanmak mümkün olabilecektir.

- Kentsel ısıtmada kullanımın ekonomik olması için kaynağın yerleşim alanlarına yakın olması gerekmektedir. Kentsel ısıtmaya uygun alanlardaki yenilenebilir enerji kaynağımız olan kaynakların bu uygulamada yararlanılabilmesi ancak bu kriteri sağlayabildiği durumda seçenek olarak değerlendirilmelidir.
- Sera kurulumunda Muğla için dış ortam pik değer ve limit akışkan sıcaklığı esas alındığında, ısıtma uygulaması için potansiyel alanlar aynı zamanda jeotermal seracılıkta da yararlanılabilecek niteliktedir. Toplumun ucuz ve sağlıklı gıdaya erişimi ile tarımsal üretimin her yıl giderek azaldığı ülkemizde geniş tarımsal üretim alanlarına sahip Muğla’da, bu kaynaklarının jeotermal sera uygulamasında başarılı bir şekilde kullanılması kırsalda yaşayan vatandaşlarımızın ekonomik gelişimine katkı sağlayacağı gibi, halkın ucuz ve sağlıklı gıdaya erişimini de sağlayacaktır. Bunun için; tarımsal seracılık yatırımlarının kredi ve hibe mekanizmaları içine alınıp, iş ve istihdam modelinin tabana yayılması amacıyla jeotermal kaynak ısıtmalı örtü altı tarım işletmelerinde kooperatif ve birlik modelinin güçlendirilmesi, bilgi, emek ve kaynak tasarrufu sağlanması, desteklerin arttırılması gerekmektedir (JMO, 2026).
- Jeotermal sektöründe teşvik eksikliği, jeotermal yatırımcısını tedirgin ettiği gibi sağlık turizmi ve termal turizm yatırımlarındaki mevzuatın uluslararası standartlara uyumsuzluğu da yatırımcıların geri dönüş hesaplarında belirsizlik yaratmaktadır. Bölge termal turizm açısından önemli bir potansiyel barındırır da, kompleks tesis ihtiyacı (kür merkezleri, konaklamalı tedavi tesisleri vb.) en büyük eksiklik olarak görülmektedir. Valilik-belediye-özel



sektör işbirliği ile ortak kuyu, hat ve fiyatlandırma modeli oluşturulması, termal turizm ve sağlık kompleksleri için özel teşvik paketleri oluşturulması, bu tip tesislerin hayata geçirilmesini ve kamuya kazandırılmasını hızlandıracaktır (JMO, 2026).

- Köyceğiz sahasındaki kaynağın sıcaklık değerleri, ilçe merkezinde veya yakınında olması, ilçenin doğası, ulaşım durumu, kültürel dokusu ve müşteri potansiyeli gibi özellikler dikkate alındığında akışkanın termal ve sağlık turizminde kullanılması önemli bir seçenek oluşturmaktadır. Büyük bir tarımsal üretim alanına sahip ilçenin sosyal ve ekonomik gelişmesine katkı sağlayacak diğer ekonomik işletme seçeneği ise üretimin tüm yıla yayılacağı jeotermal seracılık faaliyetidir. Bu haliyle Köyceğiz ilçesindeki sahalar, entegre kullanımın ekonomik örneğini oluşturabilir.
- Düşük sıcaklıklı jeotermal kaynak alanlarında ise sıcak sularda yetişen türlere yönelik kültür balıkçılığı uygulamaları yerel ekonomik süreçlerinin desteklenmesine önemli katkılar sunabilir. Bu açıdan bakıldığında bazı jeotermal sahalarda kültür balıkçılığı yapılarak kentin ekonomisine ve çeşitlenmesine destek verilebilir.
- Ekonomik verimliliği ön planda tutularak kullanım seçenekleri önerilen sahalarda avantajların yanında, bazı riskler taşıdığı da dikkate alınmalı diğer çevresel kaynak ve varlıklarımıza zarar vermeyecek ve onları da koruyacak şekilde kaynakların optimum seviyede işletilmesine özel önem verilmelidir.
- Jeotermal kaynak projelerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması için kaynak koruma alanlarının sağlıklı bir şekilde belirlenmesi ve hazırlanan tüm projelerin ilgili kurumlarla ortak işbirliği çerçevesinde sorumlu bir şekilde geliştirilmesi gerekmektedir (JMO, 2026).
- Jeotermal akışkan kullanan işletmelerde kaynak rezervuarının korunmasına yönelik olarak kullanımdan dönen suyun reenjeksiyonu; hem atık akışkanın ortamdaki uzaklaştırılması hem de rezervuarın beslenmesi, sıcaklık ve basınç koşullarının korunması için teknik gereklilik olması yanı sıra aynı zamanda yasal bir zorunluluktur. Alanlarda, işletme faaliyetine geçilmeden önce belirlenen reenjeksiyon bölgesinde yeter sayıda kuyu açılarak enjektivite testlerinin yapılması, reenjeksiyon kuyularında en az 3 aylık periyotlarda, üretim kuyularında ise 6 ayda bir alınacak su örneklerinin kimyasal

analizleriyle, kabuklaşma ve korozyon ile rezervuardaki çatlaklı zonlardaki tıkanmaya yol açacak parametrelerin mutlaka takip edilmesi gerekmektedir (JMO, 2026).

- Mevcut bilgilere göre Muğla'daki jeotermal alanlar her ne kadar düşük sıcaklıklı kategorisinde yer alsa da, bölgesel ölçekte belirli lokasyonlarda derin kırıklı sistemler ve volkanik hatları içeren yüksek sıcaklıklı sistemlerin bulunması GJS (Geliştirilmiş Jeotermal Sistemler) araştırmalarını denemeye değer hale getirmektedir. GJS uygulamalarında sismisite riski ve halkın kabulü açısından; sismik riskin bilimsel olarak modellenmesi ve izlenmesi, jeolojik ve hidrojeolojik uygunluğunun analiz edilmesi, halkla etkileşime ve şeffaf iletişime yönelik strateji geliştirilmesi, yerel yönetim ve kurumlarla ortak izleme mekanizmasının oluşturulması, Sosyal Etki Değerlendirmesi (SED)'nin yapılması ve risk algısı yönetiminin ele alınması gerekmektedir. Ayrıca, GJS (Geliştirilmiş Jeotermal Sistemler) projesinin kapsam itibarıyla, MTA Genel Müdürlüğü ile Elektrik üretim AŞ. nin işbirliğini gerektirdiği de dikkate alınacak önemli bir husustur (JMO, 2026).

Ülke ölçeğinde olduğu gibi, enerji ihtiyacının karşılanmasında katkısı giderek artan jeotermal kaynakların Muğla özelinde de rasyonel bir şekilde kullanılması, kaynaktan maksimum fayda temin edilmesi kent ekonomisi açısından büyük önem taşır. Bu bağlamda; jeotermal sahaların mevcut durumunun belirlenmesi, arama-araştırma-geliştirme projelerinin bir strateji çerçevesinde yürütülmesi, yatırım olanakları ve fırsatların saptanması, kullanım ve değerlendirme seçeneklerinin belirlenmesi öne çıkarak öncelikli hedefler arasına yerleştirilmelidir. Muğla jeotermal kaynak potansiyeli açısından kapasiteye sahip olmasına karşılık, bu kaynaklardan arzu edilir seviyede yararlanıldığı söylenemez. Bunun öne çıkan en önemli nedeni jeotermal kaynakların gerçek kapasitesinin ortaya çıkarılmamış olmasıdır. Diğer bir neden ise kaynağa ilişkin süreçlerin yönetilmesini sağlayacak stratejik bir bakıştan yoksun olmasıdır.

Bu kaynakların doğru aranması, araştırılması, alanların gerçek ısı potansiyelinin ortaya çıkarılarak sisteme entegre edilmesi ve kamu yararı çerçevesinde işletilmesi durumunda, Muğla halkına önemli bir iş potansiyeli sağlayacağı gibi kentin gelişmesi ve ekonomisine de önemli katkılar verecektir.

Bu amaçla;

- Öncelikle Muğla Büyükşehir Belediye Başkanlığı bünyesinde **“Jeotermal Kaynaklar Daire Başkanlığı”** veya **“Muğla Jeotermal A.Ş.”** kurularak, mevcut veya potansiyel jeotermal kaynak alanlarının ruhsatları satın alınıp **bu kaynaklar üzerinde denetim sağlanmalıdır.**
- Sahalarla ilgili süreci netleştirmek için öncelikle bugüne kadar yapılan çalışmalar derlenerek geleceğe ilişkin projeksiyonların yapılması gerekmektedir. Elde bulunan veriler çerçevesinde, alanların potansiyellerinin ortaya çıkarılması amacıyla sahalarda amaca uygun arama-araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmalıdır. Bu çalışmaların uluslararası jeotermal araştırma standartlarına göre yapılması, hem doğru öngörüler çerçevesinde yatırımların planlanması ve gerçekleştirilmesini, hem de uluslararası kuruluşlardan bu yatırımlar için finans temin edilmesini sağlayacaktır.
- Kaynak sıcaklıkları baz alınarak, hangi tür yatırımların hangi jeotermal sahalara yapılacağı uluslararası normlara göre hazırlanmış fizibilite çalışmaları yapılarak belirlenmelidir. Ayrıca jeotermal kaynak alanlarının yerleri ve kullanımı kentin gelişim ve yerleşim stratejilerinin belirlendiği mekânsal strateji, çevre düzeni ve uygulama imar planlarına işlenmeli, özellikle termal veya sağlık turizmine uygun alanların turizm bölgeleri içinde kalmasına özen gösterilmelidir. Bu alanların turizm potansiyelinin geliştirilmesi için altyapı, üstyapı, peyzaj düzenlemesi ve jeopark projeleri ile cazibesi artırılarak tanıtımına özel önem verilmeli, bu konuda gerekli çalışmaların Muğla Büyükşehir Belediyesi ile ilçe belediyeleri tarafından ortaklaşa yapılmalıdır.
- Muğla'nın sahip olduğu tarımsal alanların büyüklüğü de dikkate alınarak, jeotermal seracılığa dayalı tarımsal üretim modeli geliştirilmeli, bu amaçla belediye tarafından doğrudan yatırım, kooperatifleşme, yap-işlet ya da yap-işlet-devret modeli ile kentin tarımsal üretim kapasitesi artırılmalı, kaynakların tahsisi ise tek elden Muğla Büyükşehir Belediye Başkanlığı tarafından yapılmalıdır.
- Konut ısıtmacılığına uygun sahalara yakın yerleşim birimlerinin ısıtma sistemi jeotermal kaynaklar yoluyla yapılmalı, bu alanlara doğal gaz vb. ısıtmada kullanılacak ve dışa bağımlı enerji kaynaklarının kullanımını

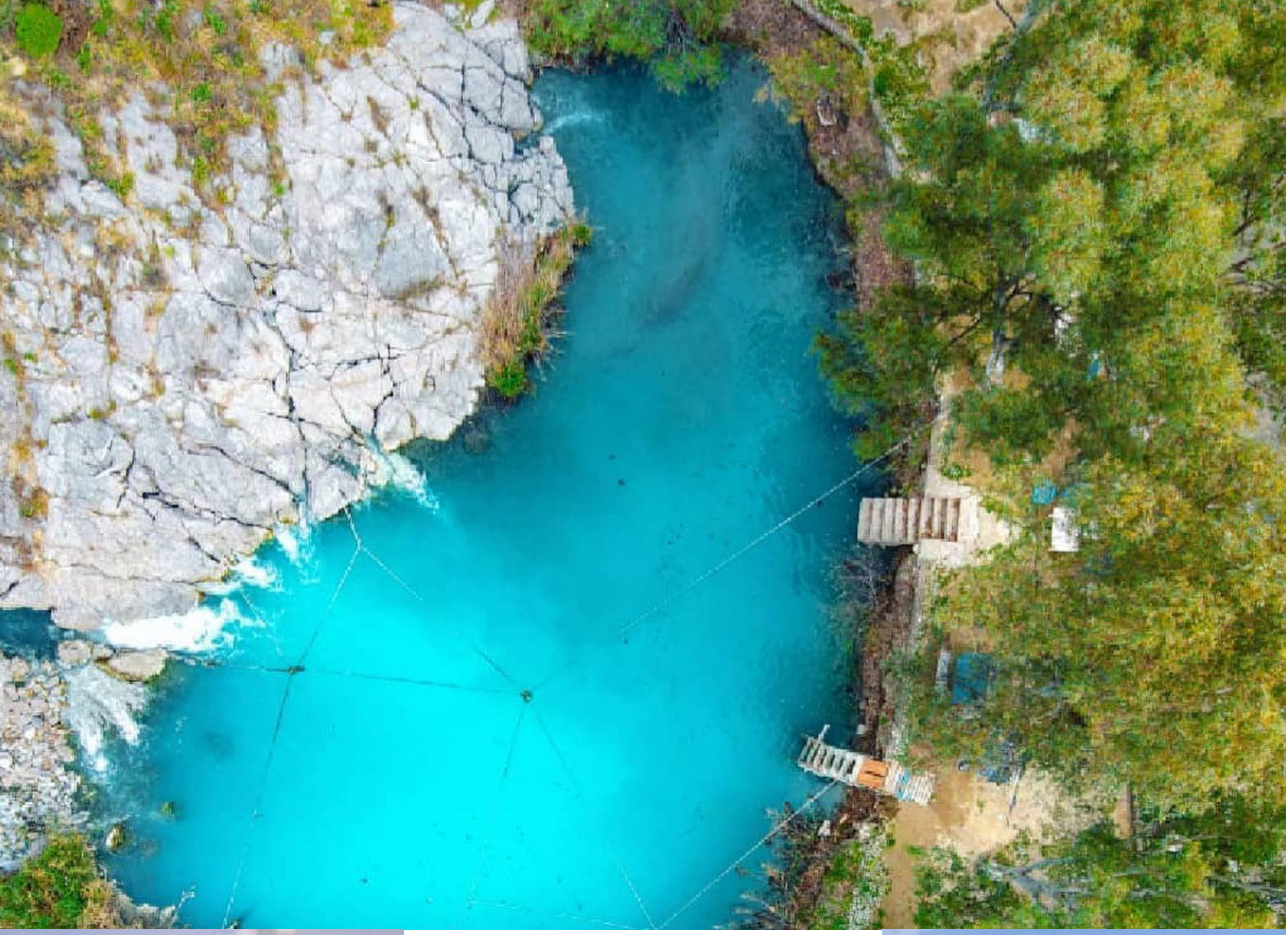
teşvik eden yatırımların getirilmesi önlenmeli veya belirli bir plan dahilinde kullanılmasına olanak tanınmalıdır.

- Özellikle kırsal alanlara yakın bölgelerde yeni keşiflerin yapılması sağlanarak, bu kaynakların kırsal bölgelerde yaşayan yurttaşlarımızın tarımsal üretimlerini geliştirir nitelikte kullanılmasına gayret gösterilmelidir.
- Muğla Büyükşehir Belediyesi tarafından gerek yurt içinde, gerekse yurtdışında ki iyi uygulama örnekleri takip edilmeli, bu uygulama örnekleri ve deneyimlerinden faydalanılarak kaynak planlanmasının yapılması gerekmektedir.
- Jeotermal kaynak yatırımlarının çevre kirliliği ve sağlık sorunlarına yol açtığı kaygısıyla oluşan toplumsal tepkiler, kamuoyunun aydınlatılması suretiyle bertaraf edilmemesi halinde yönetilemez noktaya doğru sürüklenecektir. Kuşkusuz, jeotermal kaynakların halka rağmen işletilmesi söz konusu olamaz, kamu yararı esastır. Kaynağın doğru tanıtılması, toplumun ikna edilmesi, konunun halka doğru aktarılması, kaynağı yöneten kurumlar yanında kaynağı işleten girişimcilerin de görevi ve sorumluluğudur. Bu tepkileri bertaraf etmenin diğer bir yolu da, kaynakların bulunduğu alanlarda halk ile kaynağa ulaşım arasında engeli ortadan kaldıran, halkın doğrudan yararlanabileceği (konut ısıtmacılığı, balneoterapi, kaplıca kullanımı ve su sporları merkezleri vb) tesislerin yapılmasıdır. Bu tesislerin yerel yönetimlerce yapılabilmesi için belediye bünyelerinde Jeotermal Enerji Şube Müdürlüğü veya Daire başkanlıkları ile hareket kabiliyeti yüksek “Jeotermal Enerji Uygulama ve Geliştirme Anonim Şirketleri” kurulmalıdır (JMO, 2026).

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası olarak, 6235 sayılı TMMOB Kanunu ile 5393 sayılı Belediyeler Kanunu ve kamu yararı çerçevesinde, yukarıdan belirtilen konularda Muğla Büyükşehir Belediyesine her türlü destek ve katkıyı sağlamaya hazır olduğumuzu, bu amaçla yapılacak çalışmaları destekleyeceğimizi belirtmek isteriz.

8. YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Akkuş İ., Akıllı, H., Ceyhan, S., Özçelik, N., 2005. Türkiye Jeotermal Kaynaklar Envanteri. MTA Genel Müdürlüğü Envanter Serisi 201, Ankara.
- Akkuş İ., Alan H., 2016. Türkiye'nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar ve Öneriler Raporu. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayın No:123. 76 S. Ankara
- Akkuş İ. 2021. "Ankara'nın Jeotermal Kaynakları" Potansiyel, Geliştirilebilirlik ve Ekonomik Yararlanma Seçenekleri İçin Değerlendirmeler Raporu. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayın No:142, Ankara
- Avşar Ö., Kurtuluş B., Kaçaroğlu F., Kuşcu G., Gürsu S. 2012. Muğla'nın Jeotermal Kaynakları ve Doğal Mineralli Sularının Envanteri Projesi Sonuç Raporu. Muğla Üniversitesi Rektörlüğü, MUĞLA
- Avşar Ö., Kurtuluş B., Gürsu S. Gençalioglu G., Kuşcu G., Kaçaroğlu F. 2016. Geochemical and isotopic characteristics of structurally controlled geothermal and mineral waters of Muğla (SW Turkey). Geothermics 64 (2016) 466–481
- Dickson, M. H., & Fanelli, M. (2018). What is geothermal energy? In Renewable Energy (pp. Vol1_302-Vol1_328). Routledge.
- JMO 2026. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Jeotermal Kaynak ve Doğal Mineralli Su Potansiyeli Çalıştayı Sonuç Bildirgesi. Erişim 13.01.2026, https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/72c13e9bf5ad43f_ek.pdf



TMMOB

JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI

Hatay 2 Sok. No. 21 Kocatepe/ANKARA
Tel: 0312 432 30 85- Faks: 0312 434 23 88
www.jmo.org.tr e-posta: jmo@jmo.org.tr



tmmobjmo



tmmobjmo



jeolojimuhendisleriodasi



tmmob-jeoloji-mühendisleri-odası



www.youtube.com/c/JeolojiMühendisleriOdasi