

JEOTERMAL KAYNAKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ PROJESİ



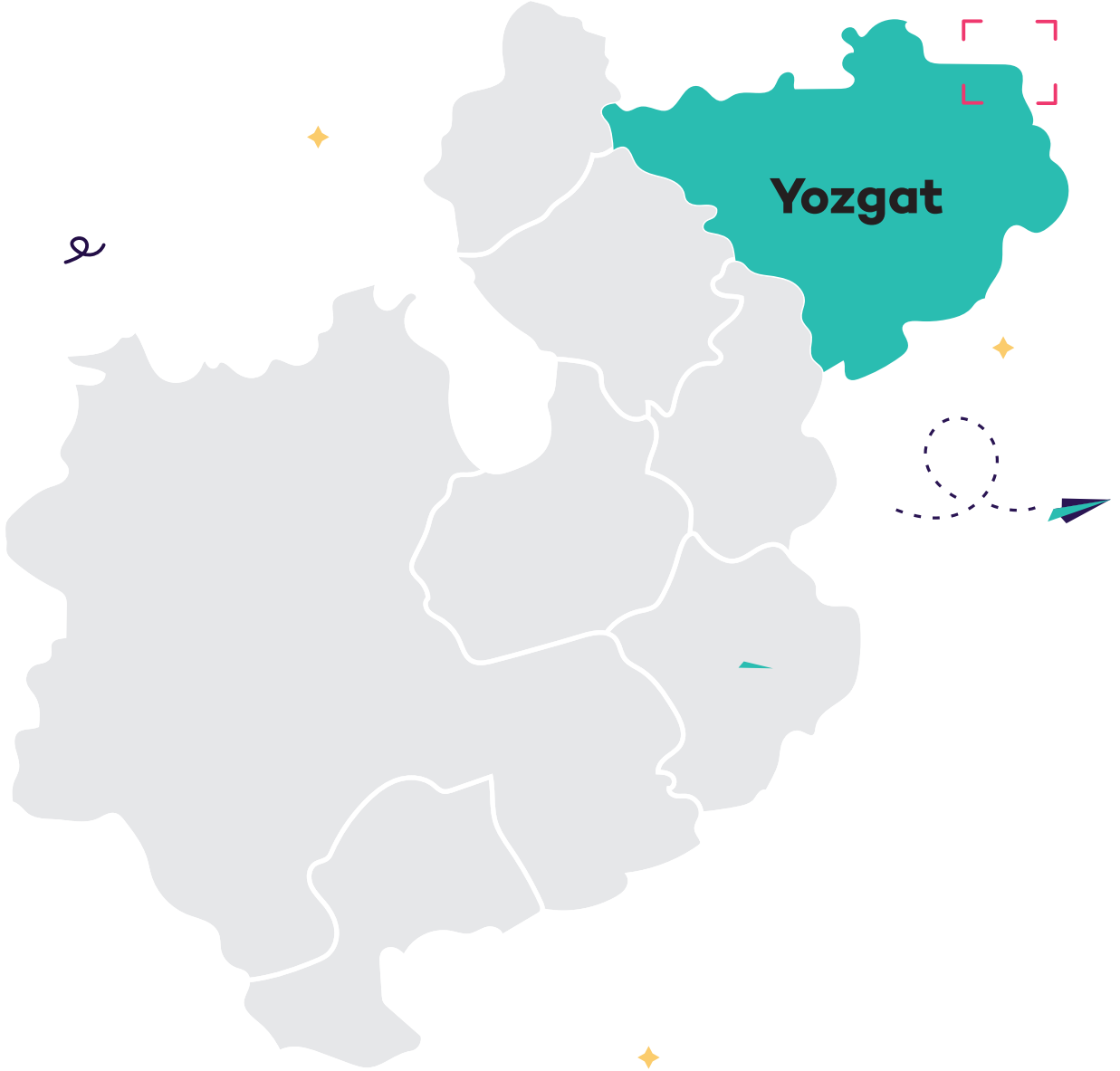
Yozgat İli Raporu



T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı



Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi Projesi



Yozgat İli Raporu

JEOTERMAL KAYNAKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ PROJESİ

YOZGAT İL RAPORU

Bu çalışma; KOP Bölgesi'ndeki jeotermal kaynakların ülke ekonomisine maksimum kapasite ile kazandırılması amacıyla jeotermal kaynakların değerlendirilmesi, geliştirilmesi ve yapılacak yatırımlar için öneriler sunulması hedeflerine uygun olarak Aksaray, Kırşehir, Konya, Nevşehir, Niğde ve Yozgat illerini kapsayan rapor mevcut jeotermal kaynakların tarım, turizm, enerji ve endüstriyel kullanım alanlarının araştırıldığı Konya Ovası Projesi (KOP) Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı ve TÜBİTAK Türkiye Sanayi Sevk ve İdare Enstitüsü (TÜSSİDE) iş birliği ile "Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi Projesi" kapsamında hazırlanmıştır.

TÜBİTAK TÜSSİDE PROJE EKİBİ

Barış ÇARIKCI
Merve SEFA
Kevser MERMER

KOP BKİ PROJE EKİBİ

Şükrü Yavuz PINARKARA
Ahmet Suad TOPRAK
Seda EYMİR
Taner GÜZEL
Hasan KALEM

PROJE DANIŞMANLARI

Prof. Dr. Ayşen DAVRAZ – Süleyman Demirel Üniversitesi
Prof. Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK – Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Mahmut Tahir NALBANTÇILAR – Konya Teknik Üniversitesi
Dr. Feza ŞEN – Özel Hastaneler ve Sağlık Kurumları Derneği (OHSAD)
Halil Kozan – Kozanlar Grup Yönetim Kurulu Başkanı

İşbu rapor, TÜBİTAK Türkiye Sanayi Sevk ve İdare Enstitüsü (TÜSSİDE) tarafından, "Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi Projesi" kapsamında T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Konya Ovası Projesi (KOP) Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı için hazırlanmıştır.

Bu projenin yararlanıcısı olan T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Konya Ovası Projesi (KOP) Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı raporun basım, çoğaltım, yayım ve işleme haklarına sahiptir.

İçindekiler

Yönetici Özeti.....	1
Giriş.....	3
1.Yozgat İli Jeolojik Özellikleri.....	4
1.1. Yozgat İli Jeotermal Sistem Özellikleri.....	5
1.2.Yozgat İlinde Jeotermal Kuyulara Ait Özellikler.....	10
1.3. Boğazlıyan Jeotermal Alanı.....	12
1.4. Sorgun Jeotermal Alanı.....	22
1.5.Saraykent Jeotermal Alanı.....	35
1.6.Akdağmadeni Jeotermal Alanı.....	42
1.7. Sarıkaya Jeotermal Alanı	48
1.8. Yerköy-Güven Jeotermal Alanı	58
1.9. Yozgat-Merkez Jeotermal Alanı.....	69
2. Yozgat Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanları	74
2.1. Yozgat Paydaş Ekosisteminin Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanlarına Yönelik Görüşleri	75
2.2. Yozgat İline Yönelik Ulusal ve Bölgesel Termal Kaynak Kullanım Strateji ve Planları	75
2.3. Yozgat İlinde Jeotermal Kaynakların Enerji Alanında Kullanımı	77
2.4. Yozgat İlinde Jeotermal Kaynakların Turizm ve Sağlık Alanında Kullanımı.....	85
2.5. Yozgat İlinde Jeotermal Kaynakların Tarım Alanında Kullanımı	95
3. Yozgat İline Yönelik Olarak Yapılan Yatırım Önerileri	101
3.1. Yozgat İlinde Turizm Sektörü İçin Yatırım Önerileri.....	101
3.2. Yozgat Bölgesi Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi ve Kurulabilecek Sağlık Tesisi Önerileri	106
3.3. Sonuç ve Öneriler	109
3.4. İşletmelere Ait Görseller.....	111

Şekiller

Şekil 1: Yozgat İlindeki Jeotermal Alanların Konumları	4
Şekil 2: Boğazlıyan, Bahariye ve Uzunlu Konumları.....	12
Şekil 3: Kuyuların Uydu Görüntüsü Üzerindeki Konumları.....	13
Şekil 4: Boğazlıyan Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Dönmez Vd. 2005e).....	14
Şekil 5: Boğazlıyan Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası.....	16
Şekil 6: Boğazlıyan Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (Ölçeksiz)	17
Şekil 7: Sırasıyla Pie, Piper ve c) Schoeller Diyagramları	19
Şekil 8: Boğazlıyan Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları	21
Şekil 9: Sorgun Jeotermal Alanının Konumu	22
Şekil 10: Sorgun Jeotermal Alanı Yenidoğan Mevkii Kuyular (Turalı Ve Şimşek, 2015)	23
Şekil 11: Sorgun Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Akçay Vd., 2008b)	25
Şekil 12: Sorgun Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası.....	26
Şekil 13: Sorgun Sahasında Açılmış Olan Jeotermal Kuyu Logları (Yılmaz Turalı, 2010.....	28
Şekil 14: Sorgun Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (Yılmaz Turalı, 2015)	29
Şekil 15: Sırası ile Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları	32
Şekil 16: Sorgun Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları	34
Şekil 17: Saraykent Jeotermal Alanı Konumu	36
Şekil 18: Saraykent Jeotermal Alanında Kuyuların Uydu Görüntüsü Üzerindeki	37
Şekil 19: Saraykent Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Dalkılıç vd., 2008).....	38
Şekil 20: Saraykent Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası	40
Şekil 21: Saraykent Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (Özulukale Ve Şimşek, 2016).....	41
Şekil 22: Akdağmadeni-Karadikmen Konumu	42
Şekil 23: Akdağmadeni-Karadikmen Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Dalkılıç Vd., 2008) ...	44
Şekil 24: Akdağmadeni-Karadikmen Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası	46
Şekil 25: Akdağmadeni-Karadikmen Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (Ölçeksiz)	47
Şekil 26: Sarıkaya Jeotermal Alanı Konumu	48
Şekil 27: Sarıkaya Jeotermal Alanında Jeotermal Kuyuların Konumları	49
Şekil 28: Sarıkaya Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Dönmez Vd. 2005e, Akçay Vd., 2008b) 50	
Şekil 29: Sarıkaya Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası.....	52
Şekil 30: Sarıkaya Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (Ölçeksiz).....	52
Şekil 31: Sırası ile Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları	55
Şekil 32: Sarıkaya Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları.....	57

Şekil 33: Yozgat-Yerköy Konumu	59
Şekil 34: Yerköy-Güven Jeotermal Alanı Kuyu Konumları	59
Şekil 35: Yerköy-Güven Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Dönmez Vd., 2005b; Akçay Vd., 2007).....	61
Şekil 36: Yerköy-Güven Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası	62
Şekil 37: Yerköy Jeotermal Alanı Kavramsal Model (Ölçeksiz)	63
Şekil 38: Sırasıyla Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları	66
Şekil 39: Yerköy Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları	68
Şekil 40: Yozgat-Merkez’de Bulunan Jeotermal Kuyu Konumları.....	69
Şekil 41: Yozgat İl Merkezi ve Çevresi Jeoloji Haritası (Akçay Vd., 2007)	71
Şekil 42: Yozgat İl Merkezi ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası.....	72
Şekil 43: İl Merkezi ve Çevresi Kavramsal Model (Ölçeksiz).....	73
Şekil 44: Yozgat İli Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanları	74
Şekil 45: Isı Kapasitesi ve Maksimum Sıcaklık Arasındaki İlişkinin İllere Göre Dağılımı.....	81
Şekil 46: KOP Bölgesi’ndeki Jeotermal Kaynakları İle Şehir Isıtma Konut Eşdeğerleri.....	83
Şekil 47: KOP Bölgesi’nde Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtmaya Uygunlukları.....	85
Şekil 48: Yozgat İlindeki Termal Tesislerin KOP Bölgesi İçindeki Oranı	91
Şekil 49: İl Bazında Doluluk % En Düşük ve En Yüksek	92
Şekil 50: KOP Bölgesinde Jeotermal Seralar	96

Tablolar

Tablo 1. Yozgat İli Jeotermal Kaynak Yerleri.....	4
Tablo 2. Yozgat İli Jeotermal Kaynak Yerleri.....	11
Tablo 3: Boğazlıyan Jeotermal Alanındaki Kaynak ve Kuyular.....	12
Tablo 4: Boğazlıyan Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı.....	18
Tablo 5: Boğazlıyan Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri.....	21
Tablo 6: Sorgun Jeotermal Alanındaki Sıcak Su Kaynakları ve Kuyuları	23
Tablo 7: Sorgun Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı.....	31
Tablo 8: Sorgun Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri.....	35
Tablo 9: Saraykent Jeotermal Alanındaki Sıcak Su Kuyuları	36
Tablo 10: Sarıkaya Jeotermal Alanında Açılan Kuyular.....	49
Tablo 11: Sarıkaya Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı.....	54
Tablo 12: Sarıkaya Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri.....	57
Tablo 13: Yerköy Jeotermal Alanında Açılan Kuyular	58
Tablo 14: Yerköy Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı.....	65
Tablo 15: Yerköy Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri	68
Tablo 16: Yozgat Merkez’de Açılan Kuyular	70
Tablo 17. Kop Bölgesi Konut Isıtma Envanteri.....	77
Tablo 18: Kop Bölgesi’ndeki İllere Göre Isı Kapasitesinin Dağılımı.....	81
Tablo 19: Yozgat İlindeki Jeotermal Kaynakların Hesaplanan Isı Kapasiteleri.....	82
Tablo 20: Kuyu Bazlı Isıtılabilecek Alan ve Konut Eşdeğeri.....	84
Tablo 21: Bölgesi’ndeki Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtmada Kullanım Potansiyelinin Değerlendirmesi	84
Tablo 22: İller Bazında Hastalık Endüksiyon Tablosu.....	88
Tablo 23: Yozgat İlçeler Bazında Hastalık Endüksiyon Dağılımı.....	88
Tablo 24: Jeotermal Kuyu Bazlı Kaynak Sınıflandırması	89
Tablo 25: KOP Bölgesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezleri Envanteri	90
Tablo 26: KOP Bölgesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezleri Envanteri	90
Tablo 27: KOP İlleri ve Yozgat İşletme Sayıları.....	91

Tablo 28: KOP İlleri İşletme ve Tesis Bilgileri.....	92
Tablo 29: Termal Tesislerin Doluluk Oranlarına Ait Frekans Verileri.....	93
Tablo 30: Yozgat İlinde Bulunan Termal Sağlık ve Turizm Tesislerin Envanteri	93
Tablo 31: İlçe Bazında Hastalık Endüksiyonları.....	94
Tablo 32: Tesis Menü İçerikleri ve Beslenme Hizmetlerinin Değerlendirilmesi	95
Tablo 33: KOP Bölgesi Tarımsal Seralar ve Alanları	96
Tablo 34: Yozgat İlinde Bulunan Jeotermal Seralar ve Özellikleri	97
Tablo 35: Potansiyel Sera Alanı Hesaplarında Seçilmiş Parametreler	98
Tablo 36: İller Bazında Potansiyel Sera Alanları	99
Tablo 37: Yozgat İlinde Bulunan Kuyu Değerleri	99
Tablo 38: Sarıkaya Merkezi İçin Yatırım Önerileri	102
Tablo 39: Sorgun Merkezi İçin Yatırım Önerileri	104
Tablo 40: Yerköy Merkezi İçin Yatırım Önerileri.....	105
Tablo 41: Sorgun Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri.....	107
Tablo 42: Sarıkaya Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri	108
Tablo 43: Yozgat Bölgeler ve Öneri Alanları	109
Tablo 44: İşletmelere Ait Görseller.....	111

YÖNETİCİ ÖZETİ

KOP Bölgesi genelini kapsayan bu çalışmada 6 il jeotermal kaynaklar açısından ön plana çıkmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan bu illerde kaynaklar ve kullanımları hem teknik hem ekonomik olarak değerlendirilmiş, hem KOP Bölgesi geneline hem de bu raporda yer aldığı gibi il bazında eylemler geliştirmiş ve projeler önerilmiştir. Yozgat KOP Bölgesi içinde jeotermal kaynaklar açısından ön plana çıkan illerden biridir. Özellikle termal sağlık ve turizmi merkezi olma potansiyelinin yanı sıra, jeotermal kaynakların tarımsal bir uygulaması olarak jeotermal seracılık için de önemli bir kapasiteye sahiptir.

Yozgat ilinde jeotermal alanlar ilin belli bir coğrafi alanında yoğunlaşmamış olmakla birlikte, mevcut kuyular, kuyuların debileri ve sıcaklıklarına bakıldığında Boğazlıyan, Sorgun, Sarıkaya ve Yerköy ilçelerinin potansiyelinin yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bunun dışında ilde Saraykent, Akdağmadeni ve Yozgat il merkezinde daha küçük potansiyele sahip termal kaynaklar bulunmaktadır. Yapılan saha çalışmalarında **ilde en yüksek sıcaklık Sorgun'da İl Özel İdaresine ait SG4 kuyusunda 80 °C olarak elde edilmiştir.** İlde jeotermal kaynaklar mevcut jeofizik ve jeokimyasal çalışmalarda 150 °C'ye kadar ulaşabileceği belirlenmiştir. İlde jeotermal kaynakların kullanımına yönelik çok sayıda kuyu açılmıştır. Kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanımı için reenjeksiyon kuyularının da termal bölgelerde tamamlanması gerekmektedir. Yozgat ili yeni kuyular açısından potansiyel taşımakla birlikte, kuyu çalışması yapılmasının öncesinde jeolojik ve jeofizik araştırmaların yapılması düşünülmelidir.

Konut ısıtması açısından 5.000 konut eşdeğere sahip Yozgat ilinde, Sorgun ilçesi aktif olarak çalışan ve fiili olarak 1.500 konutun ısıtıldığı tek ilçedir. Bunun yanı sıra Sarıkaya ve Yerköy'de de konut ısıtma altyapısı bulunmaktadır. Yerköy ilçesinde bulunan konut ısıtması altyapısı hazır durumda olup, 2.500 konut eşdeğeri potansiyeli ile yatırımcılardan işletilebileceği değerlendirilmektedir.



Yozgat termal sağlık ve turizm konusunda da önemli bir potansiyele sahip bir ildir. Bu açıdan Sorgun ve Sarıkaya ilçeleri hem termal suyun potansiyeli hem tesis altyapısı ile önemli merkezler olabilecekleri değerlendirilmektedir. Sarıkaya'da yer alan tarihi **Roma Hamamı**'nda Kültür ve Turizm Bakanlığı'nca yürütülen çalışmalar tamamlandığında Avrupa'da sadece İngiltere'de bir örneği olan tarihi bir değer ziyaret için hazır hale gelmiş olacaktır.

Sarıkaya'da bulunan ve termal kaynakların aslında ne kadar köklü olarak kullanımda olduğunu gösteren bu tarihi mekânlar Orta Anadolu Termal Turizm Bölgesinin ana rolü üstlenebilecek potansiyele sahip bulunmaktadır. Bu açıdan Sarıkaya ilçesi sadece Yozgat için değil bütün bölgeye termal turizm açısından değer katabilecek bir tarihi merkezdir. Sarıkaya'nın ve Sorgun'un bu minvalde geliştirilmesi ve tesis yatırımlarının yanı sıra sağlık hizmetleri barındıran merkezler ile güçlendirilmesi gerektiği değerlendirilmiştir.

Tarımsal açıdan termal kaynakların kullanımı değerlendirildiğinde, Sorgun ve Boğazlıyan'da bulunan ve 80 da alana sahip iki jeotermal sera ön plana çıkmaktadır. Sorgun'da mevcut kaynaklara uygun olarak yeni sera yatırımları yapılabileceği düşünülmektedir. Boğazlıyan – Bahariye bölgesinde de yeni jeotermal seralara yönelik bir kapasitenin olduğu tespit edilmiştir.

Yozgat ilinde termal kaynakların termal sağlık, turizm ve tarımsal uygulamalarda potansiyelinin olduğu, Ankara – Sivas demiryolunun geçeceği güzergâhta olmanın verdiği avantaj ile potansiyelini daha da artıracığı değerlendirilmektedir. Orta Anadolu Termal Turizm Bölgesinde Nevşehir ve Kırşehir illeri ile birlikte liderlik edebilecek geçmişe ve kaynaklara sahip olan Yozgat ili jeotermal seracılık alanında da gelişim olanaklarına sahiptir.

Giriş

Jeotermal kaynakların potansiyeli insanlık tarihinin başlangıcından itibaren farklı şekillerde değerlendirilmiş ve kullanım alanları yeni teknolojiler genişlemiş ve çeşitlenmiştir. Bu çeşitlilik ve geniş kullanım alanları jeotermal kaynakları daha önemli hale getirmektedir. Mevcutta jeotermal enerji ve kaynaklar konut ısıtma, turizm ve sağlık, tarımsal üretim amaçlı ısıtma (sera, balık çiftliği, peynir üretimi...) ve endüstriyel proses (kurutma, rafinaj, CO₂ eldesi...) gibi doğrudan kullanım alanları olduğu gibi elektrik üretimi gibi doğrudan olmayan kullanımları da hızla yaygınlaşmaktadır. Jeotermal son yıllarda ise sürdürülebilir ve yenilenebilir bir enerji olması nedeni ile bu eğilim giderek kuvvetlenmektedir.

Doğrudan kullanım açısından bakıldığında Dünya'da 107.000 MWt'lik bir kapasiteye ulaşıldığını, Türkiye'nin doğrudan kullanım boyutunda güç açısından ilk beşte yer aldığı görülmektedir. Dünya'da doğrudan kullanımında konut ısıtması, kaplıca kullanımı ve sera ısıtması önemli yer tutmaktadır. Elektrik üretiminde Dünya'da ise toplam kapasite 20.000 MWt'ye ulaşmaya yakın olup, derin jeotermal ve kızgın kuru kaya teknolojilerin gelişmesi ile birlikte bu rakamın daha da büyüyeceği tahmin edilmektedir.

Ülkemizde 20-287 °C arasında sıcaklığa sahip olan 227 jeotermal alan tespit edilmiş olup, bunların büyük kısmı Batı Anadolu'da yer almaktadır. KOP Bölgesi ise kaynaklar açısından %9'a yakın bir oranla Ege Bölgesi'nden sonra gelmekte olup kaplıca ve tarımsal uygulamaları ile hem ciddi bir altyapıya hem de potansiyele sahiptir.

Ülkemizde jeotermal kaynaklar 2007 yılında yapılan mevzuat değişikliği ile birlikte önemli derecede ilerleme kaydetmiş, ülke içinde ucuz, sürdürülebilir ve güvenilir enerji arzı sunumunda hissedilir katkılar yapılmaya başlanmıştır. Türkiye'nin jeotermal kaynak potansiyeli açısından Avrupa'da ilk sırada yer aldığı düşünüldüğünde bu potansiyelinin kullanımı büyük anlam taşımaktadır.

Projede KOP Bölgesinde yer alan jeotermal kaynakların değerlendirilmesine yönelik bir plan çalışması yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda Dünya ve Türkiye ölçeğinde jeotermal kaynaklara yönelik ayrıntılı veri ve bilgi araştırması yapılmış ayrıca KOP Bölgesindeki kullanım alanlarına yol gösterecek ulusal ve uluslararası iyi uygulama örnekleri incelenmiştir. Proje sonucunda KOP Bölgesine geneline yönelik çıktılar oluşturulduğu gibi iller bazında da çıktılar oluşturulmuştur. Çalışma çıktıların oluşturulmasında jeotermal kaynaklar ve kullanımları teknik olarak analiz edilmiş ve paydaş ekosisteminin bakış açısı ile vizyonları dikkate alınmıştır. Yozgat jeotermal kaynaklar ve kullanım alanları açısından önemli bir envantere ve potansiyele sahip olup kaplıca, tarımsal uygulamalar ve konut ısıtması kullanımlarının gelişimine yönelik analizler yapılmıştır.

1.Yozgat İli Jeolojik Özellikleri

Yozgat ilinin merkez ilçesinde Çatak Boğazı (Sarıhacılı Köyü; çatakboğazı) ile Sorgun, Sarıkaya, Saraykent, Yerköy ve Boğazlıyan ilçelerinde aktif jeotermal kuyular bulunmaktadır. İlde 4 ilçe (Sorgun, Sarıkaya, Yerköy, Boğazlıyan) Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından Termal Turizm Merkezi ilan edilmiştir. Yozgat'ta jeotermal kaynaklar konut ısıtmada, termal turizmde ve seracılıkta kullanılmakta, yeni yatırımlar ve projelerle farklı yatırım alanlarında kullanımının artırılması hedeflenmektedir. Yozgat ilindeki jeotermal alanların konumları Şekil 1'de verilmiştir. Yozgat ilinde toplam 28 kuyu, 2 reenjeksiyon kuyusu ve 10 adet doğal kaynak çıkışı bulunmaktadır (Tablo 1).



Şekil 1: Yozgat İlindeki Jeotermal Alanların Konumları

Tablo 1. Yozgat İli Jeotermal Kaynak Yerleri

İlçe	Mevki	Kuyu Adedi	Kaynak Adedi
Boğazlıyan	Bahariye	3- 1 reenj.	
Boğazlıyan	Uzunlu	2	1
Boğazlıyan	Cavlak mvk-Bahariye	2	2
Merkez		2	
Saraykent	Sarayözü	2	
Sarıkaya	Merkez	5	
Sorgun	Merkez	4	4
Sorgun	Yenidoğan	4-1 reenj.	
Yerköy	Merkez	5	
Akdağmadeni	Karadiken		3
TOPLAM		29-2 reenj.	10

Yozgat ilinde jeotermal kaynak yönüyle en fazla potansiyele sahip merkez Sorgun ilçesidir. Sorgun ilçesi geçmiş yıllardan beri termal suları şifa amaçlı olarak kullanmakta ve bu yörede yerel yönetimlerin denetiminde birçok kaplıca tesisi bulunmaktadır. Çıkarılan jeotermal sular turizm, sağlık, konutların ısıtılması ve jeotermal seracılık alanında kullanılmaktadır.¹

1.1. Yozgat İli Jeotermal Sistem Özellikleri

Boğazlıyan ilçe merkezi batısında Bahariye köyü Cavlak mevkiinde ve Boğazlıyan kuzeydoğusunda bulunan Uzunlu köyü civarında jeotermal kuyu ve kaynaklar bulunmaktadır. Bahariye’de bulunan BG-1 ve BG-2 kuyuları termal tesis ve serada kullanılmaktadır. BG-3 kuyusu kullanılmayıp bekletilmektedir. Boğazlıyan jeotermal alanında yeraltına sızan meteorik kökenli su derinlerde ısıtıldıktan sonra sistemin rezervuar kayacı olan Bozçaldağ formasyonu içerisinde depolanmaktadır. Bölgede jeotermal sistemin ısı kaynağı jeotermal gradyan ve magmatik kayacın sokulumlarıdır. Sistemin örtü kayacını ise geçirimsiz özellikteki Eosen, Miyosen ve Pliyosen birimler oluşturmaktadır.

Sorgun jeotermal alanında ilçe merkezinde ve Yenidoğan mevkiinde kaynak ve kuyular bulunmaktadır. Bu bölgede 4 adet işletme bir adet reenjeksiyon kuyusu bulunmaktadır. Bu kuyuların sıcaklıkları 71–84,5 °C arasında değişmektedir. SG-2 ve SG-4 kuyuları Sorgun Belediye Başkanlığı’na tahsis edilmiştir. Sorgun Belediyesi ana ısıtma sisteminin dönüşümünden gelen sıcak su, dağıtım deposunda toplanarak sera ve termal tesislerde kullanılmaktadır. SG-3 kuyusunda su kömür ocağında galeri patlamasından sonra kirlenmiştir ve kuyu kullanılmamaktadır. SG-5 kuyusu hazırlanacak yeni projeler için hazır bekletilmektedir. SGR-1 reenjeksiyon kuyusu, sera ve ısıtma sisteminde kullanılan jeotermal suyun mevcut termal tesislere dağıtılmasından arta kalan suyun reenjekte edildiği kuyudur. Sorgun jeotermal sahasında, ilk jeotermal üretim kuyusu (YS-1) 1988 yılında MTA Genel Müdürlüğü tarafından Yozgat Valiliği adına açılmıştır. Daha önce, Sorgun kaplıcasının sıcak su ihtiyacı 5 sığ keson kuyu ile sağlanmıştır. Daha sonra, V-1 kuyusu YS-1 kuyusunun yakınında açılmıştır. V-1 kuyusundan elde edilen su kaplıcalarda kullanılmaktadır. Bedirbaba (BB-1) kuyusu, V-1’in 40 m batısında açılmıştır. Bu kuyudan elde edilen sıcak su Bedirbaba kaplıcasında kullanılmaktadır. YS-3, YS-4 ve YS-5 kuyuları kömür işletmesinin drenaj kuyusu olarak kullanılmaktadır.²

¹ Kervankıran, İ. ve Kılıç, M., 2014. Yozgat ilinde jeotermal kaynakların kullanımı ve turizm açısından önemi. Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı, 4-6 Haziran 2014, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, MUĞLA

² Şimşek, Ş., Yılmaz, E., Koç, K., Türker, Ö., Karakuş, H., Bakır, N., Gülgör, A., Şimşek, Z.N., Buluş, G., Gırbalar, E., Bektaş, İ., Savacı, T., Oğuz, H., 2010. Geothermal Exploration Survey of Sorgun Geothermal Field (Yozgat-Turkey). Proceedings World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia, 25-29 April 2010.

Sorgun jeotermal alanında hazne kaya Kırşehir masifini keserek yüzeye çıkan Orta Anadolu granodiyoritlerinin kırıklı, çatlaklı ve faylı zonlarıdır. Geçirimsizliği düşük olan granodiyoritlerin altere olmuş kırık çatlaklı zonları ile fay zonları sıcak akışkan bulundurmaktadır. Bölgedeki en derin kuyu (444m) olan SGR-1 kuyusunda en geniş granodiyorit kalınlığı 345 m olarak belirlenmiştir.^{3 4} SG-2, SG-3 ve YS-4 kuyularının (118 l/sn toplam üretim) bir pompayla eşzamanlı üretim testleri sırasında, SG-2, SG-3 ve YS-3 gözlem kuyularındaki su seviyelerinde değişiklikler gözlenmiştir. Su seviyesi 63 m civarına düşmekte ve bu seviyede sabit kalmaktadır (İller Bankası, 2005-2006). SG-2'deki üretim sırasında, SG-3 ve YS-4 kuyuları, YS-3 ve YS-2 gözlem kuyuları olarak kullanılmıştır. Gözlemler ve ölçümler, YS-2 ve YS-3'ün SG-2, SG-3 ve YS-4 kuyularının üretiminden etkilendiğini göstermektedir. Ayrıca, bu durum Sorgun jeotermal alanının kuzeyindeki kuyuların aynı akiferden beslendiğini göstermektedir.⁵

Saraykent (Karamağara) ilçesi kuzeyinde bulunan Sarayözü mevkiinde 4 adet jeotermal kuyu bulunmaktadır. Ancak, bu kuyulardan sadece bir kuyu faal durumdadır ve bölgede yapılacak termal tesiste kullanılması planlanmaktadır. Saraykent jeotermal alanında jeotermal akışkanların depolandığı rezervuarın Paleozoyik yaşlı mermerler olduğu, dasit ve tüflerin kırık zonlarının ve daykların kenar kısımlarının da akışkan taşıyan yapılar olduğu düşünülmektedir. ⁶. Saraykent jeotermal alanında ısı kaynağı jeotermal gradyan ve magmatik kaya sokulumlarıdır. Detay gravite çalışmalarında çalışma alanının batısında temel yükselimi olduğu, doğuda ise temelin daha derin olduğu, manyetik çalışmalarla ise sahada uzun ekseni kuzey -güney olan ve yüksek manyetik susebtibiliteyle kendini gösteren bir sokulumun varlığı belirlenmiştir. Gravite ve manyetik çalışmaları birlikte değerlendirildiğinde kaplıca civarında ve daha güneyde sokulumun sıcak kesimlerine karşılık gelebilecek ve ısıtıcı kayaç olarak yorumlanabilecek verilere rastlanmıştır.⁷ Bölgedeki örtü kayaçlar Eosen yaşlı tuf birimleri, kil ve marn gibi sedimanter birimler ile Miyosen-Pliyosen karasal çökellerdir.⁸

Yozgat'ın doğusunda yer alan ve Sivas ile sınır ilçesi olan Akdağmadeni ilçesinin Karadikmen köyünde jeotermal kaynak çıkışları bulunmaktadır. Kaynaklar bölgede gelişen KB-GD, KD-GB ve D-B doğrultulu tektonik hatlar boyunca çıkmaktadır.⁹ Karadikmen köyünün güneydoğusunda 30–39 °C sıcaklıklarında

³ A.g.e. Şimşek vd. 2010

⁴ Yılmaz Turalı, E., Şimşek, Ş., 2015. Sorgun (Yozgat) Jeotermal Sahası Simülasyon Modeli. III. Jeotermal Kaynaklar Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı, s:301-315.

⁵ A.g.e. Şimşek vd. 2010

⁶ Burçak, M., Yıldırım, N., Üçer, A., 2005. Yozgat Saraykent (Karamağara) Sahası Jeotermal (Jeoloji-Jeofizik) Etüt Raporu. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor no: 10886

⁷ A.g.e. Burçak vd., 2005

⁸ Özulukale, S., 2017. Saraykent ve Akdağmadeni (Yozgat) Sıcak ve Mineralli Sularının Hidrojeokimyasal ve İzotopik İncelemesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi.

⁹ MTA, 2005. Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri, Envanter serisi-201, Ankara.

toplam debisi 0,37 l/sn olan Ilıca kaynaklar grubu, 27,5 °C ve 0,07 l/sn debide Uyuz (Çamur) ılıcası ve 32,7 °C ve 0,3 l/sn debide Çalışkan (Muşali kalesi) ılıcası bulunmaktadır.¹⁰ Özulukale ve Şimşek, (2015)¹¹ tarafından yapılan çalışmada Karadikmen köyünde 47,7 °C sıcaklığa sahip bir adet kuyudan bahsedilmektedir. Ancak, Yozgat ilinde proje kapsamında istenilen bilgilerde bu kuyuya ait bilgi bulunmamaktadır. Akdağmadeni jeotermal alanında jeotermal akışkanların depolandığı rezervuar Paleozoyik yaşlı Bozçaldağ formasyonuna ait mermerdir. Isı kaynağı jeotermal gradyan ve magmatik kaya sokulumlarıdır. Bölgedeki örtü kayalar Eosen yaşlı tuf birimleri, kil ve marn gibi sedimanter birimler ile Miyosen-Pliyosen karasal çökellerdir.¹²

Güncel verilere göre Sarıkaya jeotermal alanında 9 adet jeotermal kuyu bulunmaktadır. SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-5 kuyuları termal ısıtma amacıyla açılan fakat fazla su çekilmesi dolayısıyla kuyularda soğuma meydana gelmiş kuyular kullanılmamaktadır. Bu kuyulardan SK-2, SK-7, SK-8 ve SK-9 nolu kuyular verimsizdir. Sadece SK-6 kuyusu termal turizmde kullanılmaktadır. Faal durumdaki kuyuların tamamı Sarıkaya merkezde bulunmaktadır. Sarıkaya jeotermal alanında rezervuar kayacı Bozçaldağ formasyonuna ait mermerlerdir. Bölgede jeotermal sistemin ısı kaynağı jeotermal gradyan ve magmatik kayaç sokulumlarıdır. Sistemin örtü kayacını ise geçirimsiz özellikteki Eosen, Miyosen ve Pliyosen birimlerdir.

Yerköy-Güven jeotermal alanında MTA (2005) raporuna göre üç adet kaynak bulunmaktadır. Sıcaklıkları 41–45 °C arasında değişen Aslanağzı, Çamur ılıcası ve DSİ sondajı olarak isimlendirilen kaynakların debilerinin düşük olduğu bölgede açılan kuyuların işletmeye alınmasıyla kurduğu belirtilmektedir. Bölgede 1993 yılında YK-1 kuyusu açılmıştır. Bu kuyu günümüzde sit alanı içerisinde kaldığı için kullanılmamaktadır. YK-2, YK-3 ve YK-4 kuyuları Yozgat il özel idaresine aittir. Yerköy hidrotermal sistemi esas olarak Kötüdağ volkaniti ve Eosen, Oligosen, Pliyosen oluşumlarından beslenmektedir. Meteorik sular bu birimlerden yeraltına sızmakta ve ısı akısı ve termal gradyan ile ısıtılmakta ve taşınımıyla yükselmektedir. Bu sular ana faylar ve kırıklar boyunca yükselir ve Kretase Kötüdağ volkanik üyesi ve Yozgat granitoid kayalarında ve siğ jeotermal rezervuar olarak kabul edilen

¹⁰ Ag.e. MTA, 2005

¹¹ Özulukale, S., Şimşek, Ş., 2015. Akdağmadeni (Yozgat) Jeotermal Sularının Hidrojeokimyasal Değerlendirilmesi (Hydrogeochemical Assessment of Akdagmadeni (Yozgat) Geothermal Waters), III. Jeotermal Kaynaklar Sempozyumu ve Sergisi. Sempozyum Bildiriler Kitabı, 127-138s, 4-6 Kasım 2015, Ankara.

¹² A.g.e. Özulukale,2017

Eosen kalkerinde (Bozçaldağ formasyonu) depolanmaktadır.¹³ Sistemin örtü kayacını ise nispeten geçirimsiz özellik taşıyan Miyosen-Pliyosen karasal çökellerden oluşan birimler oluşturmaktadır.

Yozgat ili merkezde İl Özel İdaresi tarafından Aquapark termal tesiste kullanılan ve konut ısıtması için tahsis edilmiş iki adet kuyu bulunmaktadır. Bu kuyuların derinlikleri 600–653 m ve sıcaklıkları 28,5–32°C arasında değişmektedir. Sistemin ana rezervuarını Paleozoyik yaşlı metamorfik birimler, Üst Kretase yaşlı magmatik birimler içerisindeki fay zonları oluşturmaktadır. Jeotermal sistemin ısı kaynakları genç volkanizma ve granit ve granodiyorit sokulumlarıdır. Sıcak su, bu birime kadar ulaşan fay boyunca yükselerek yeryüzüne çıkmaktadır. Bölgede Eosen, Miyosen ve Pliyosen birimler jeotermal sistemin örtü kayacını oluşturmaktadır.

Yozgat ilinde bulunan Boğazlıyan, Sarıkaya, Sorgun, Yerköy jeotermal alanlarından 6 adet termal su örneği alınmıştır. Bu örneklerin EC değerleri 1042–19800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sıcaklıkları 40,6–79,4 °C arasında ve pH değerleri 7,33–8,22 arasında değişmektedir. En yüksek sıcaklık değerleri Sorgun ilçesindeki kuyulardan elde edilmiştir. En yüksek EC değeri Yerköy'deki kuyuda ölçülmüştür. Örneklerin tamamı bazik karakterlidir. İldeki jeotermal suların alınan örneklerin tuzluluk değerleri 0,53–11,9 arasında değişmektedir. Jeotermal suların çözünmüş oksijen içeriği 0,95–6,4 mg/l, TDS değerleri ise 518–11.500 mg/arasındadır.

Yozgat ilinde termal suların Ca içeriği 102,54–1416,45 mg/l, Na konsantrasyonları 73,55–3.119,03 mg/l, Mg içeriği 1,9–46,1 mg/l ve K içeriği 9,72–108,94 mg/l'dir. Su örneklerinde en yüksek Ca, Na ve K değerleri Yerköy termal su örneğinde tespit edilmiştir. En yüksek Mg içeriği ise Boğazlıyan (Bahariye) bölgesinde bulunan termal kuyudan alınmıştır. İlde termal suların HCO_3 içerikleri 102,48–630,46 mg/l, SO_4 değeri 75,46–468,54 mg/l, Cl 140,64–9.459,5 mg/l, CO_3 değerleri ise 1,22–8,26 mg/l arasında değişmektedir. En yüksek Cl içerikleri Yerköy'de açılan kuyuda tespit edilmiştir. En yüksek SO_4 içerikleri Sorgun jeotermal alanındaki kuyularda ölçülmüştür. Boğazlıyan, Sorgun ve Yerköy jeotermal alanlarında termal suların tespit edilen majör iyon analiz sonuçları "*İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik*" (İTASHY, 2005)'te verilen limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmelere göre kuyu sularının EC, Na, SO_4 ve Cl değerlerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir. Sarıkaya jeotermal alanında kuyu ve kaynak sularının majör iyon içerikleri limit değerlere uygundur. Boğazlıyan jeotermal alanında As, Br ve F içerikleri, Sorgun termal sularının B, F ve Mn içerikleri, Sarıkaya kuyu ve kaynak sularının As, F, Mn ve Fe içerikleri, Yerköy kuyu sularının B, Br, Fe ve Mn elementleri "*İnsani*

¹³ Yılmaz Turalı, E., Şimşek, Ş., Koç, K., 2016. Hydrogeochemical Investigation of Yerköy (Yozgat-Turkey) Geothermal Waters. European Geothermal Congress 2016, Strasbourg, France, 19-24 Sept 2016

Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (İTASHY, 2005)'te verilen limit değerlerin üzerindedir. Boğazlıyan, Sorgun, Sarıkaya ve Yerköy jeotermal alanlarında aragonit, kalsit ve dolomit kabuklaşması oluşturabilecektir.

Termal suların yerin derinliklerinde kazandıkları kimyasal içerikler jeotermometre denklemlerinde kullanılarak rezervuar sıcaklıkları hesaplanabilmektedir. Rezervuar sıcaklıklarının tespitinde çözünürlük jeotermometreleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Boğazlıyan jeotermal alanında suların rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında silis jeotermometreleri kullanılmıştır. Kalsedon ve kuvars jeotermometre hesaplamalarına göre beklenebilecek maksimum rezervuar sıcaklıkları 103,36 °C arasında belirlenmiştir. Sorgun jeotermal alanında silis jeotermometrelerine göre hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 83,84–174,07 °C arasında değişmektedir. Sorgun jeotermal alanında suların rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında Na/K jeotermometreleri daha doğru sonuç verecektir. Na/K jeotermometrelerine göre hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 79,83–155 °C arasında belirlenmiştir. Sarıkaya jeotermal alanında suların rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında silis jeotermometreleri kullanılmıştır. Kalsedon ve kuvars jeotermometre hesaplamalarına göre beklenebilecek maksimum rezervuar sıcaklıkları 129 °C olarak belirlenmiştir. Yerköy jeotermal alanında suların rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında Na/K jeotermometreleri kullanılmıştır. Na/K jeotermometrelerine göre hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 87–144,8 °C arasında belirlenmiştir.

Boğazlıyan ve Sorgun jeotermal alanlarında çok sayıda sondaj kuyusu bulunmaktadır. Boğazlıyan jeotermal alanında reenjeksiyon kuyusu bulunmamaktadır. Sorgun jeotermal alanında ise bir adet reenjeksiyon kuyusu mevcuttur. Bu jeotermal alanlarda reenjeksiyon kuyusu açılması rezervuarın sürdürülebilir kullanımı ve geri dönüşüm sularının çevreye olası zararının önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Saraykent jeotermal alanında dört adet kuyu bulunmaktadır. Bu kuyulardan sadece bir adedi kullanılmaktadır. Mevcut kuyulardan bir tanesinin debisi düşük olup kullanımı mümkün olmayabilir. Saraykent jeotermal alanında yeni kuyu açılması yerine mevcut kuyuların uygun kullanım alanlarında değerlendirilmesi daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Gelişen şartlara bağlı olarak yeni kuyu açılması planlarsa bu durumda gerekli jeolojik ve jeofizik araştırmalar yapılmalıdır. Akdağmadeni-Karadiken jeotermal alanında doğal kaynak boşalimleri bulunmaktadır. Bu kaynakların mevcut durumda kullanımları yeniden irdelenerek en uygun ve bölge ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde değerlendirilmesi için planlamalar yapılmalıdır.

Yozgat ili jeotermal alanlarında mevcut kuyuların açılması sırasında yapılmış olan araştırmalar temin edilmelidir. Bu kuyuların sahada ne tür çalışma yapılarak açılması kararının verildiği, kuyu derinliği,

kuyuda kesilen birimler gibi bilgilerin temini ile jeotermal alanlar hakkındaki belirsizlikler giderilebilir. Gelişen şartlara bağlı olarak yeni kuyu açılması planlanırsa bu durumda gerekli jeolojik ve jeofizik araştırmalar yapılmalıdır. Yüzeysel jeolojide belirlenen örtü kaya, rezervuar kaya, ısı kaynağı gibi jeotermal bileşenlere yönelik yeraltı bilgisinin elde edilmesi ve konumunun belirlenmesi amacıyla jeofizik DES, SP ve MT gibi aletsel ölçümlerin yapılması önemlidir. Ayrıca, alandaki akışkanın yüzeye ulaşmak için kullandığı tektonik unsurları belirlemek, jeoloji ve jeofizik çalışmalarını destekleyici veri toplamak üzere toprakta gaz ölçümleri yapılması faydalıdır. Bu araştırmalar ile elde edilen veriler ışığında yeni kuyu yeri önerilebilir.

Sarıkaya jeotermal alanında jeotermal kuyu açılması geçmişine bakıldığında hatalar yapıldığı görülmektedir. Bu kuyuların açılması sırasında yapılan jeolojik ve jeofizik araştırma sonuçları (mevcut ise) temin edilmelidir. Bu veriler ile soğuma yaşanan ve verimsiz olan kuyulardaki problemler tespit edilerek yeni kuyu açılması konusunda değerlendirmeler yapılmalıdır. Elde edilen bu veriler, bölgenin jeotermal potansiyelinin geliştirilip geliştirilemeyeceği konusunda fikir verecektir. Daha derin kuyuların açılması problemin çözülmesini sağlayabilir.

1.2. Yozgat İlinde Jeotermal Kuyulara Ait Özellikler

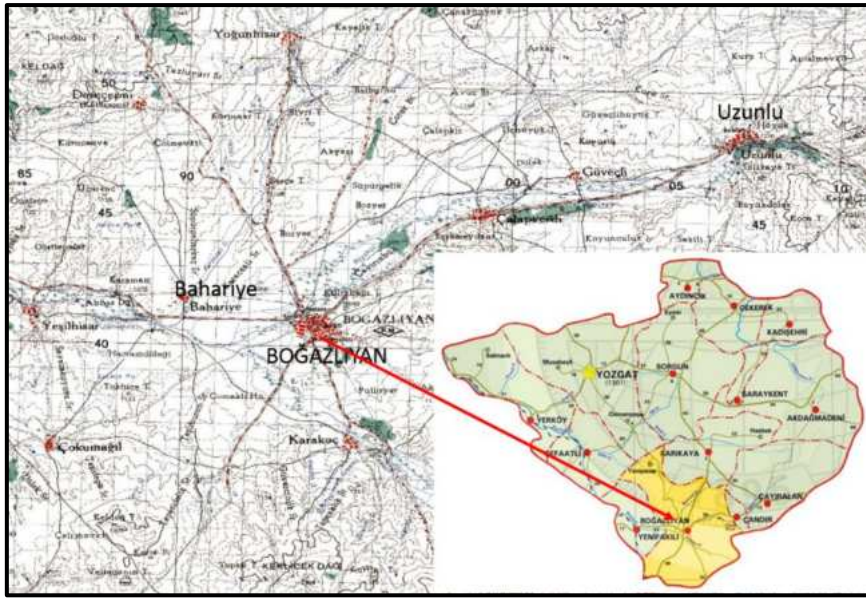
Yozgat ilinde yer alan kaynakların 6 tanesinden su örneği alınmış ve sulardan 30 parametreye ilişkin laboratuvar analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Yozgat İli Jeotermal Kaynak Yerleri

ID	133	136	137	138	139	140
Rapor Numarası	ML-S-19-133	ML-S-19-136	ML-S-19-137	ML-S-19-138	ML-S-19-139	ML-S-19-140
İlçe	Yerköy	Bahariye	Sarıkaya	Sorgun	Sorgun	Sarıkaya
Kuyu Adı	Koyunbaşı oğlu Tesisleri Kuyusu	Yozgat İl Özel İdaresi-BG-2	Yozgat İl Özel İdaresi Uyuz Hamamı Kaynağı	Yozgat İl Özel İdaresi-SG-2	Yozgat İl Özel İdaresi-SG-4	Yozgat İl Özel İdaresi-SK-6
Y	39,633	39,1949	39,4947	39,805	39,8082	39,4959
X	34,4868	35,189	35,375	35,2073	35,207	35,3768
Bikarbonat (HCO ₃)	298,83	630,46	252,14	102,48	103,3	253,6
Karbonat (CaCO ₃)	4,9	2,34	3,75	1,42	8,26	1,22
Sülfat (SO ₄)	454,48	292,01	75,46	453,51	468,54	78,53
Klorür (Cl)	9459,5	859,92	140,64	600,57	649,16	152,3
Nitrat (NO ₃)	<0,27	1,2	0,54	<0,27	<0,27	<0,27
Florür (F)	1,96	2,84	2,67	4,02	4,34	2,84
Bromür (B)	5,85	0,29	0,47	0,5	0,49	<0,25
Sodyum (Na)	3119,03	554,59	73,55	339,99	325,97	81,14
Magnezyum (Mg)	2,13	46,1	5,85	2,16	1,9	6,15
Potasyum (K)	108,94	13,45	9,72	10,72	10,39	11,04
Kalsiyum (Ca)	1416,45	254,76	104,74	109,13	103,84	102,54
Alüminyum (Al)	0,009	12,27	0,008	0,01	0,011	0,007
Demir (Fe)	0,045	0,118	0,157	0,106	0,122	0,7
Mangan (Mn)	0,158	0,114	0,029	0,148	0,134	0,051
Bor (B)	6,46	0,234	0,169	3,544	3,472	0,211
Krom (Cr)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Kurşun (Pb)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Bakır (Cu)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Çinko (Zn)	<0,002	0,018	0,009	<0,002	0,002	0,003
Fosfor (P)	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Lityum (Li)	2,044	0,064	0,052	11,19	11,128	0,065
Nikel (Ni)	<0,002	0,004	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Arsenik (As)	0,004	0,017	0,051	0,009	0,009	0,039
Silisyum (Si)	11,649	18,57	23,488	29,442	29,821	22,587
Çözünmüş Oksijen	0,95	5,67	4,52	6,4	5,63	5,93
Tuzluluk	11,9	2,66	0,53	1,38	1,4	0,53
İletkenlik	19,8	5,04	1042	2,66	2,71	1104
Toplam Ç.Madde	11500	2630	518	1359	1385	539
Sıcaklık	40,6	52,5	50,3	78,2	79,4	60,2
pH	7,71	7,97	7,33	8,18	8,2	8,22

1.3. Boğazlıyan Jeotermal Alanı

Boğazlıyan jeotermal alanı Yozgat ilinin güneyinde bulunmaktadır. Bu bölgede Boğazlıyan ilçe merkezi batısında Bahariye köyü Cavlak mevkiinde ve Boğazlıyan kuzeydoğusunda bulunan Uzunlu köyü civarında jeotermal kuyu ve kaynaklar bulunmaktadır (Şekil 2 ve Şekil 3, Tablo 3). Bahariye’de bulunan BG-1 ve BG-2 kuyuları termal tesis ve serada kullanılmaktadır. BG-3 kuyusu kullanılmayıp bekletilmektedir.



Şekil 2: Boğazlıyan, Bahariye ve Uzunlu Konumları

Tablo 3: Boğazlıyan Jeotermal Alanındaki Kaynak ve Kuyular

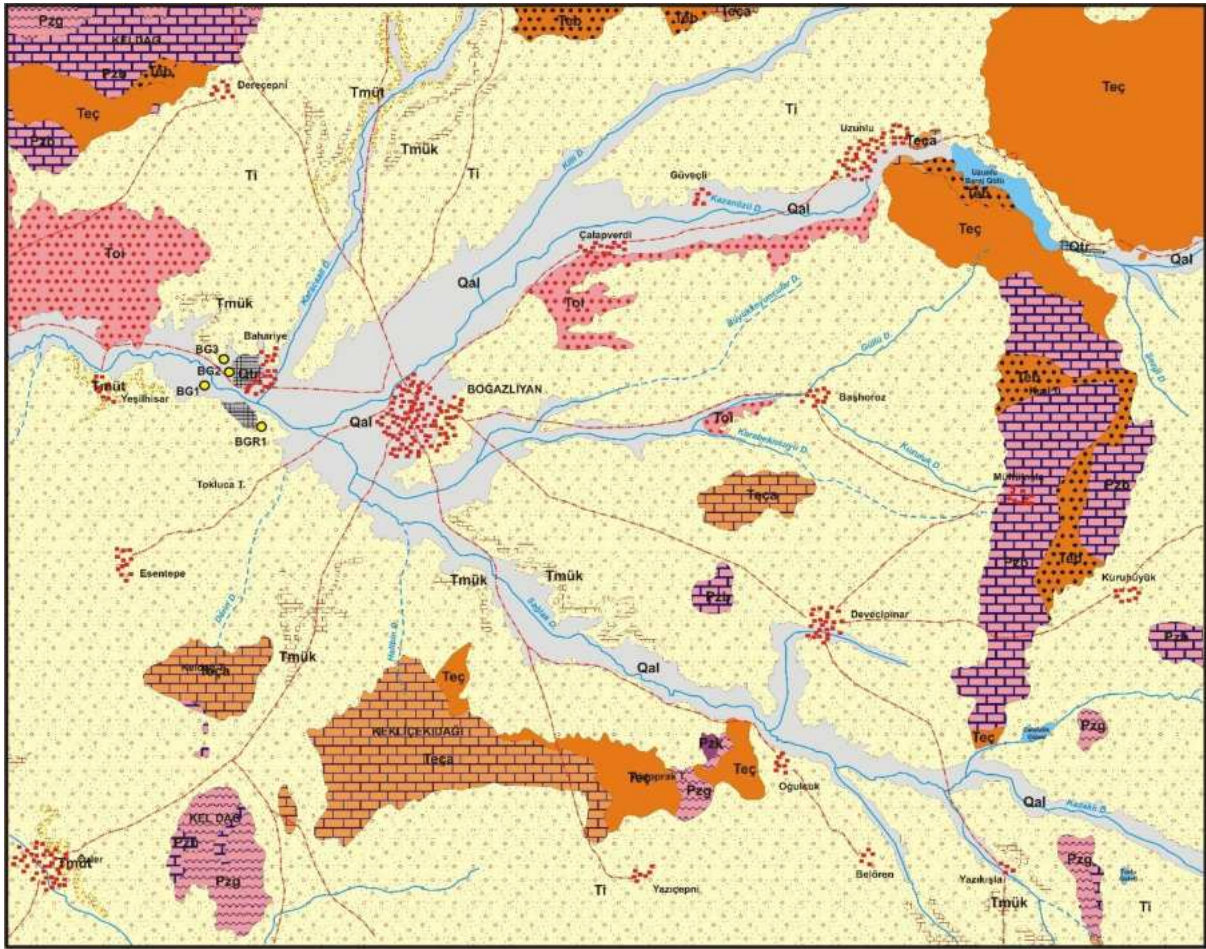
Kuyu no	Mevki	Sıcaklık °C	Debi l/sn	Derinlik m	Açılış yılı
BG-1	Bahariye	32	30	50	1987
BG-2	Bahariye	50	70	230	2006
BG-3	Bahariye	47	30	300	2013
BGR-1 Reenj.	Bahariye	32.5	45	345	2014
	Uzunlu	29	8	Kaplıca kaynağı	
Uzunlu-2	Uzunlu			250	
Uzunlu-3	Uzunlu	30	10	30	
	Cavlak	34	320	Büyük kaynak	
	Cavlak	40,5	1	Küçük kaynak	
BB-1	Cavlak	32	125	132.5	
BB-2	Cavlak	46	100	177.4	



Şekil 3: Kuyuların Uydu Görüntüsü Üzerindeki Konumları

1.3.1. Jeolojik Özellikler

Boğazlıyan jeotermal alanında Kırşehir masifine ait Paleozoyik yaşlı Gümüşler, Kabaktepe ve Bozçaldağ formasyonları yüzeylemektedir. *Gümüşler formasyonu (Pzg)* Kırşehir masifinin kalsilikatik gnays, gnays, kuvarsit, feldispatik şist, mikaşist, amfibolşist ve az oranda mermerden oluşan seviyeleridir (Göncüoğlu, 1977; Dönmez vd, 2005e). Gümüşler formasyonu Boğazlıyan güneyi ve kuzeybatısında gözlenmektedir (Şekil 4). *Kabaktepe formasyonu (Pzk)* şist ve mermerlerle ardalanmalı olarak bulunan kuvarsitlerden oluşmaktadır. *Bozçaldağ formasyonu (Pzb)* mermer ve rekristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır. Birim Boğazlıyan doğusu, kuzeybatısı ve güneyinde gözlenmektedir. Tersiyer öncesi birimleri uyumsuzlukla örten *Baraklı formasyonu (Teb)* çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşından oluşan linyitli karasal çökellerden oluşmaktadır. Birim Boğazlıyan kuzeyi, Bahariye (Cavlak) güneyi ve Uzunlu güneybatısında gözlenmektedir. *Çayraz formasyonu (Teç)* çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltası, marn ve kireçtaşından oluşmaktadır. Çayraz formasyonu Dönmez vd., (2005a) tarafından verilen Çevirme formasyonu ile eşdeğerdir. *Arzılar kireçtaşı üyesi (Teça)* sarı, beyaz, bej renkli, orta-kalın katmanlı yer yer masif egemen olarak kireçtaşından oluşan birimdir.



AÇIKLAMALAR

Qal	Alüvyon	Tmük	Tahar İgnimbirit üyesi: Sarı, pembe ignimbirit	TAb	Baraklı Formasyonu: Karasal çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	Örnek yeri
Qtr	Traverten	Toi	İncik Formasyonu: Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, jips vb.	PzB	Bozçaldağ Formasyonu: Mermer	Dere
Ti	İç Anadolu Grubu	Teç	Çayraz Formasyonu: Çakıltaşı, kumtaşı, kireçtaşı, çamurtaşı, kilitaşı	Pzk	Kalkanıdağ Formasyonu: Gnays, şist, amfibolit, kuvarsit	Yol
Tmük	Kozaklı kireçtaşı üyesi: Gösel kireçtaşı	Tca	Arzılar kireçtaşı üyesi: Nummullük kireçtaşı	Pzh	Hacıselimli Formasyonu: Metagabro, amfibolit	Yerleşim Alanı

Şekil 4: Boğazlıyan Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Dönmez Vd. 2005e)

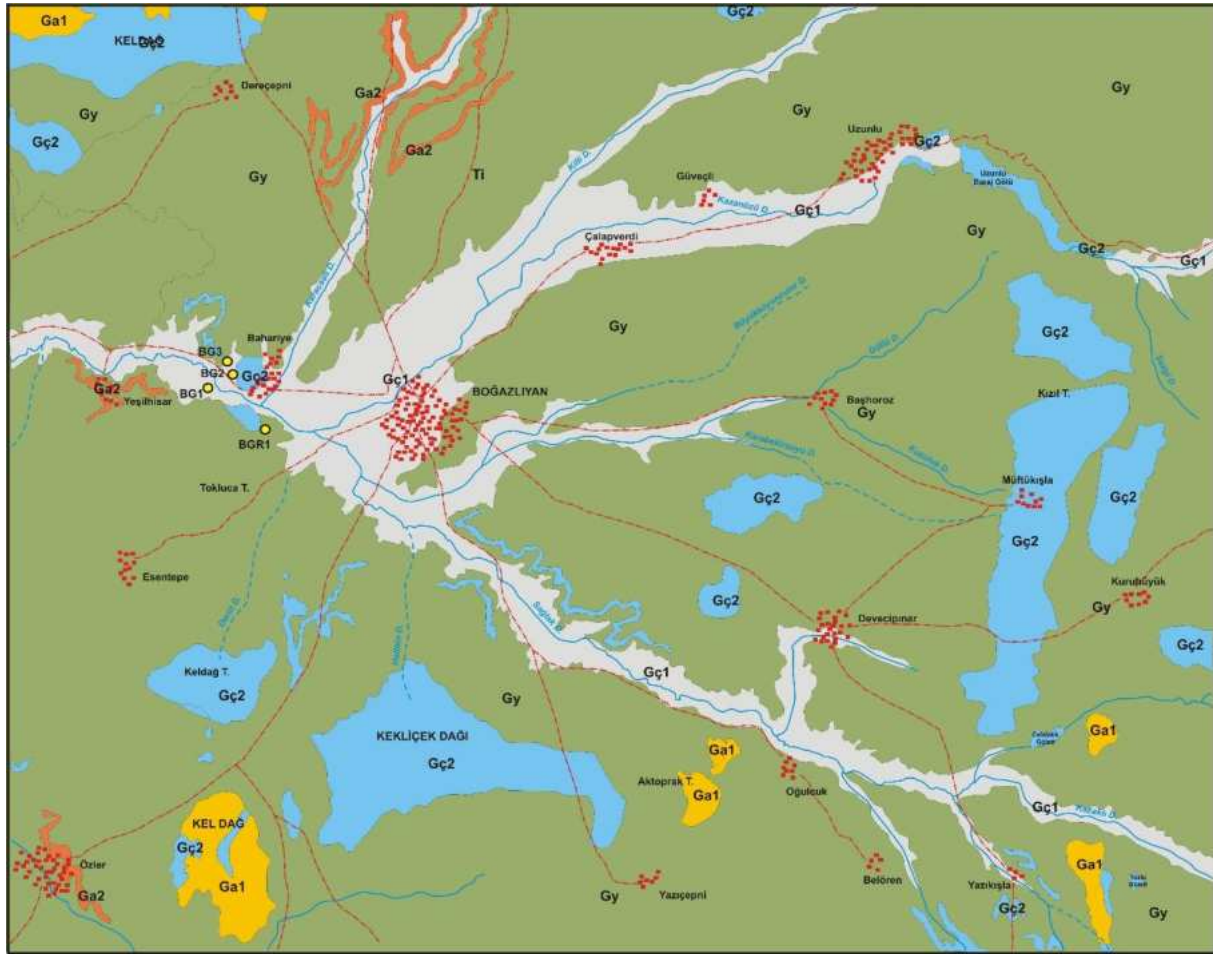
Arzılar kireçtaşı üyesi Kara (1991) tarafından tanımlanan Dulkadirli kireçtaşı üyesi ile eşdeğerdir. Bahariye batısında geniş alanlarda ve Uzunlu güneyinde bir şerit şeklinde yüzeyleyen İncik formasyonu Oligosen yaşlıdır. *İncik formasyonu (Toi)* kırmızı renkli, karasal çakıltaşı, kumtaşı ve yeşil renkli jips seviyeleri içermektedir (Dönmez vd., 2005e).

Bölgede çok geniş alanlarda İç Anadolu Grubu (Ti) yüzulemektedir. İç Anadolu bölgesinde Neojen yaşlı karasal çökeller bazı alanlarda ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Ancak, bazı alanlarda ise akarsu, göl karasal fasiyesleri ve stratigrafik özellikleri yeterince ayrıntılı çalışılmamıştır. Bu nedenle 1/100000 ölçekli jeoloji haritalarında oluşabilecek sorunların çözümü için İç Anadolu bölgesindeki Orta Miyosen-

Pliyosen yaşlı ayrılmamış karasal fasiyesler İç Anadolu grubu olarak adlandırılmıştır. Bu birim önceki çalışmalarda Kızılırmak formasyonu olarak incelenmiştir. Ürgüp formasyonu içinde, beyaz, pembe, gri renkli volkanik cam, pomza ve litik parçalar içeren iyi kaynaklanmış ignimbiritler *Tahar ignimbirit üyesi (Tmüt)* olarak adlandırılmıştır. Ürgüp formasyonu içinde yatay konumlu bant ve mercekler şeklinde yer alan killi kireçtaşı düzeyleri *Kozaklı kireçtaşı üyesi (Tmük)* olarak adlandırılmıştır. Bahariye köyü civarında bulunan *traverten (Qtr)* bölgeyi etkileyen genç tektonik hareketlerle gelişen sıcak su faaliyetleri ile oluşmuştur. En genç oluşumlar olan Alüvyon (Qal) vadi ve akarsu yataklarıyla ova düzlüklerindeki çakıl, kum, kil depolanmalarıdır.

1.3.2. Hidrojeolojik Özellikler

Gnays, şist, kuvarsit, mikaşist ve az oranda da mermerlerden oluşan Gümüşler ve Kabaktepe formasyonları hidrojeoloji haritasında “*az miktarda yeraltı suyu bulunduran çatlaklı birimler*” olarak adlandırılmıştır (Şekil 5). Bu birimler kırıklı çatlaklı oldukları durumda bir miktar yeraltı suyu içerebilmektedirler. Benzer litolojilerden (çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, silttaşı, kiltası) oluşan Baraklı, Çayraz, İncik formasyonları ve İç Anadolu grubu “*yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran çökel birimler*” olarak adlandırılmışlardır. Bu formasyonlar içerisindeki gevşek çimentolanmış, kırıklı-çatlaklı kumtaşı ve çakıltaşı seviyeleri yersel olarak yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Kiltası, silttaşı ve çamurtaşı, seviyeleri ise geçirimsiz birimlerdir. Bozçaldağ mermerleri, Arzılar ve Kozaklı kireçtaşı üyeleri ile traverten “*karstik akifer*” olarak adlandırılmıştır. Bu birimlerde geçirimsiz kırıklar, çatlaklar ve kırık kontrollü karstlaşma ile artmakta ve önemli akifer niteliği taşımaktadırlar. Tahar ignimbirit üyesi kırıklı ve çatlaklı oldukları durumda bir miktar yeraltı suyu içerebilmektedir. Bu nedenle bu birim “*az miktarda yeraltı suyu bulunduran volkanik birimler*” olarak adlandırılmıştır. Alüvyon yayılımları ve içerisindeki çakıl-kum seviyelerinin kalınlığına bağlı olarak önemli miktarlarda yeraltı suyu bulundurabilmektedir ve “*taneli akifer*” olarak tanımlanmıştır.



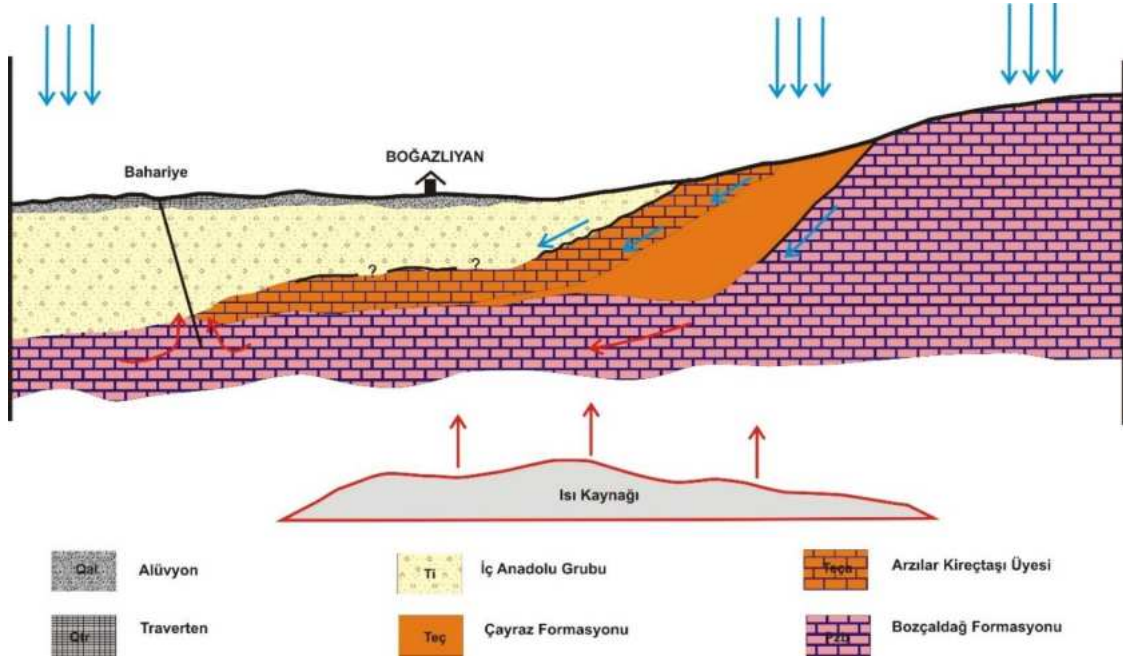
AÇIKLAMALAR

Gc1	Taneli Akifer	Ga1	Az miktarda YAS bulunduran çatlaklı birimler	Örnek yeri	 1/100.000
Gc2	Karstik Akifer: YAS bulunduran erimeli-çatlaklı kaya ortam	Ga2	Az miktarda YAS bulunduran volkanik birimler	Yerleşim Alanı	
Gy	Yersel ve sınırlı YAS bulunduran çökel birimler	Dere		Yerleşim Alanı	

Şekil 5: Boğazlıyan Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası

1.3.3. Kavramsal Model

Boğazlıyan jeotermal alanında Bahariye (Cavlak), Uzunlu ve Boğazlıyan Merkez’de kaynak ve kuyular bulunmaktadır. Bölgede yeraltına sızan meteorik kökenli suyun derinlerde ısıtıldıktan sonra sistemin rezervuar kayacı olan Bozçaldağ formasyonu içerisinde depolanmaktadır. Bölgede jeotermal sistemin ısı kaynağı jeotermal gradyan ve magmatik kayaç sokulumlarıdır. Sistemin örtü kayacını ise geçirimsiz özellikteki Eosen, Miyosen ve Pliyosen birimler (Baraklı, Çayraz, İncik formasyonları ve İç Anadolu grubu) oluşturmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6: Boğazlıyan Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (Ölçeksiz)

1.3.4. Hidrojeokimyasal Özellikler

Proje kapsamında Nisan 2019 tarihinde Boğazlıyan jeotermal alanında bulunan 1 adet kuyudan su örneği alınmıştır. Bu kuyuda ölçülen sıcaklık 52,5 °C, elektriksel iletkenlik (EC) değeri 5.040 $\mu\text{S}/\text{cm}$, toplam çözünmüş katı madde (TDS) değeri 2630 mg/l ve pH değerleri 7.97 bazik karakterlidir (Tablo 4). Boğazlıyan jeotermal alanında baskın katyon sodyum (Na^+) olup 554.59 mg/l olarak tespit edilmiştir. Na artışı granit ve şistlerdeki plajiyoklaz ve alkali feldispatlar gibi minerallerle kaya-su etkileşimi ile ilişkilidir. Bu katyonu kalsiyum (Ca^{+2}) izlemektedir. Boğazlıyan BG-2 kuyusunda ölçülen Ca değeri 254.76 mg/l' dir. Anyonlar ise Cl (859.92 mg/l), HCO_3 (630.46 mg/l) ve SO_4 (292.01 mg/l) şeklinde sıralanmaktadır. BG-2 kuyu suları Piper diyagramında "karbonat olmayan alkalitesi % 50'den fazla olan suları" temsil etmektedir ve su sınıfı Na-Ca-Cl- HCO_3 olarak belirlenmemiştir (Şekil 7). BG-2 kuyusunda tespit edilen majör iyon analiz sonuçları "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" (İTASHY, 2005)'teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeleri göre kuyu sularının EC, Na, SO_4 ve Cl değerlerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir.

Tablo 4: Boğazlıyan Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı

Majör iyon ve yerinde ölçüm sonuçları

Simge	İlçe	Tanım	EC µS/cm	pH	Sıcaklık (°C)	Tuz	ÇO mg/l	TDS mg/l	Ca mg/l	Na mg/l	K mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg/l	CO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	SAR
BG-2	Bahariye	Yozgat İl Özel İdaresi	5040	7,97	52,5	2,66	5,67	2630	254,76	554,59	13,45	46,1	630,46	2,34	292,01	859,92	8,39
İTASHY 2005			2500							200					250	250	

Ağır metal içerikleri

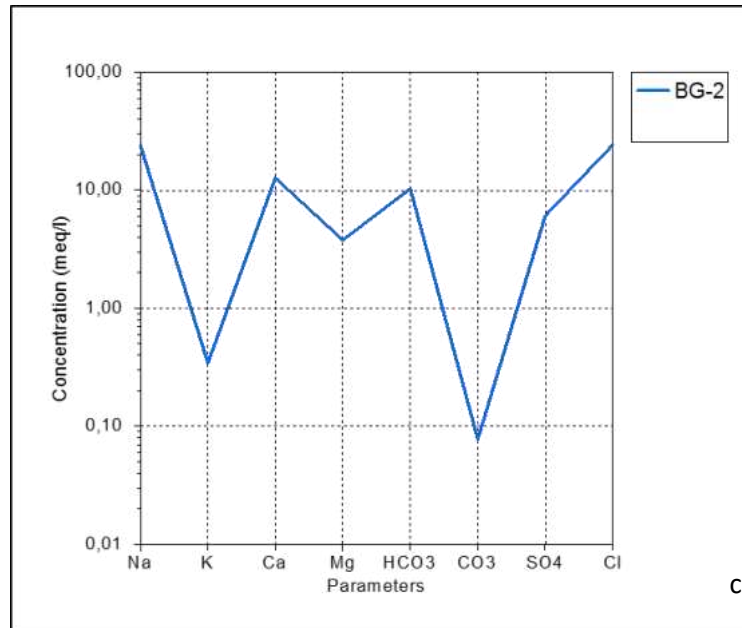
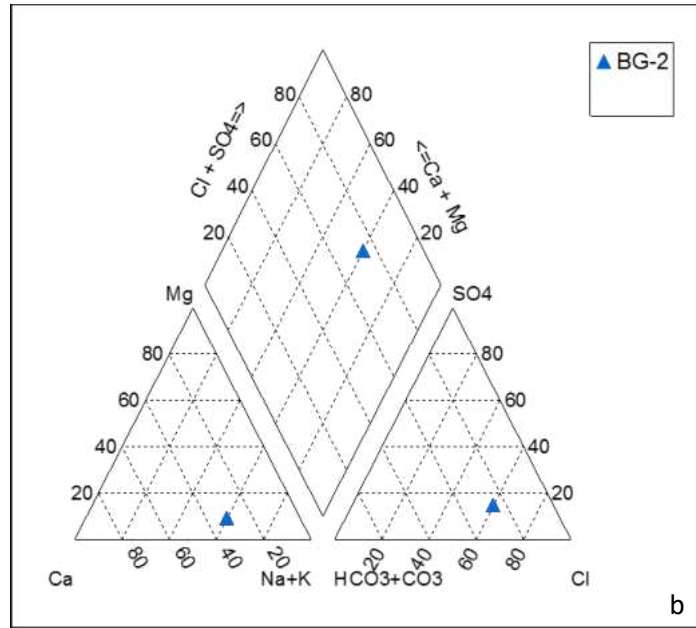
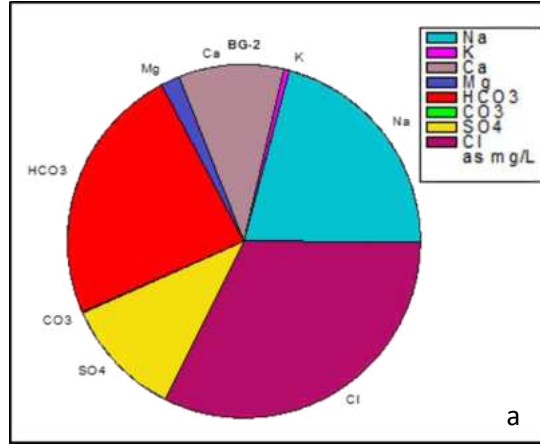
Simge	Al mg/l	As mg/l	B mg/l	Br mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	F mg/l	Fe mg/l	Li mg/l	Ni mg/l	Mn mg/l	P mg/l	Pb mg/l	Si mg/l	Zn mg/l	NO ₃ mg/l
BG-2	0,012	0,017	0,234	0,29	<0,005	<0,002	2,84	0,118	0,064	0,004	0,114	<0,01	<0,0005	18,57	0,007	1,2
İTASHY 2005	0,20	0,01	1	0,01	2	0,05	1,5	0,2			0,05					50

Doygunluk indisi (SI) değerleri

	Albit	Anhidrit	Aragonit	Kalsit	Kalsedon	Dolomit	Florit	Götit	Jips	Halit	Hematit	Kuvars	Siderit	Talk
BG-2	0,7048	-1,0646	1,5243	1,65	-0,2604	3,0688	-0,1969	7,1306	-1,0178	-5,0517	16,3864	0,0902	-3,6294	5,7585

Majör iyon dizilimi ve su sınıfı

İlçe	Örnek no	Katyon dizilimi	Anyon dizilimi	Su sınıfı
Bahariye	BG-2	Na>Ca>Mg>K	Cl > HCO ₃ >SO ₄ >CO ₃	Na-Ca-Cl-HCO ₃



Şekil 7: Sırasıyla Pie, Piper ve c) Schoeller Diyagramları

1.3.4.1. Doymunluk İndisleri

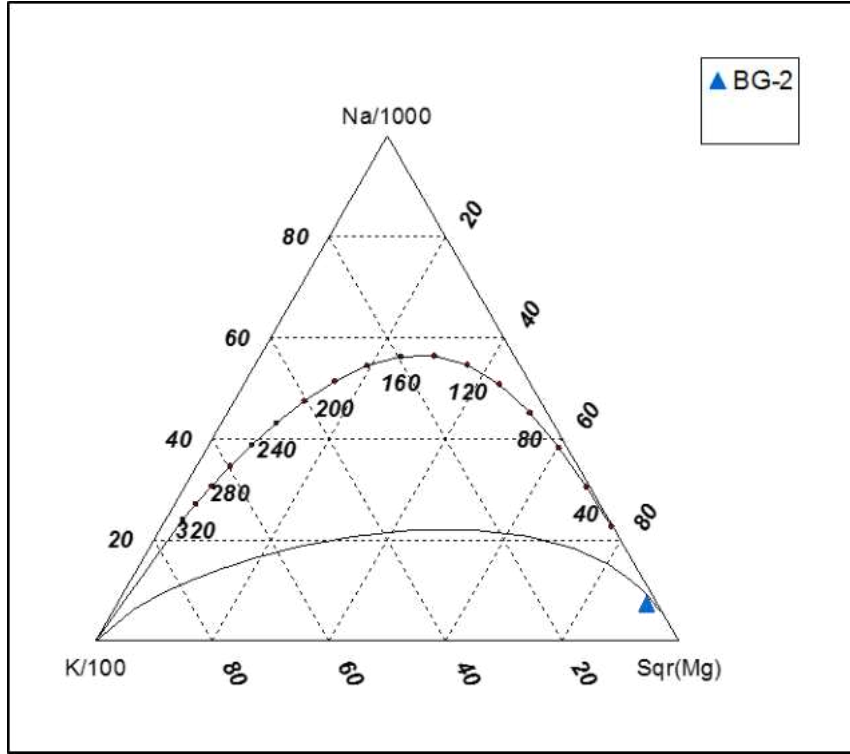
Termal su örneklerinin doymunluk indisi değerleri AquaChem programının PHREEQC arayüzü ile hesaplanmıştır. Program ile suların albit ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), anhidrit (CaSO_4), aragonit (CaCO_3), kalsit (CaCO_3), kalsedon (SiO_2), dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), florit (CaF_2), götit ($\text{HFeO}_2\text{-FeO}(\text{OH})$), jips ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$), halit (NaCl), hematit (Fe_2O_3), kuvars (SiO_2), siderit (FeCO_3) ve talk ($3\text{MgO}_4\text{SiO}_2\text{H}_2\text{O}$) mineralleri ele alınmıştır. BG-2 kuyu suyu örneği albit, aragonit, kalsit, dolomit, götit, hematit, kuvars ve talk minerallerine doymundur. Anhidrit, kalsedon, florit, jips, halit ve siderit mineralleri ise doymunluk altındadır. Bu kuyu suları aragonit, kalsit ve dolomit kabuklaşması oluşturabilecektir (Tablo 5).

1.3.4.2. Ağır Metaller

Proje kapsamında suların Al, As, B, Br, Cr, Cu, F, Fe, Li, Ni, Mn, P, Pb, Si, Zn ve NO_3 içeriklerinin analizleri de yapılmıştır. Termal sularda ağır metal içerikleri kaya-su etkileşimi ile etkileşim süresi, sıcaklık vb. faktörlere bağlı olarak artmaktadır. Termal suların ağır metal içerikleri kullanım alanlarına bağlı olarak bir takım problemlerine neden olabilmektedir. Termal sular genel olarak kaplıcalarda kullanılmakta ve bu suların içme kürü olarak değerlendirilmesi önemli sağlık problemlerine neden olabilmektedir. Boğazlıyan jeotermal alanında BG-2 kuyusundan alınan termal suların ağır metal içerikleri “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” (İTASHY, 2005)’teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeleri göre kuyu sularının arsenik (As), bromür (Br) ve florür (F) içerikleri yönetmelikte verilen sınır değerlerin üstündedir (Tablo 5). Suların içme kürü olarak sürekli kullanımı durumunda birtakım sağlık problemleri oluşabilecektir.

1.3.4.3. Çözünürlük Jeotermometreleri

Termal suların yerin derinliklerinde kazandıkları kimyasal içerikler jeotermometre denklemlerinde kullanılarak rezervuar sıcaklıkları hesaplanabilmektedir. Rezervuar sıcaklıklarının tespitinde çözünürlük jeotermometreleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Çözünürlük jeotermometrelerinin güvenilirliğini tespit etmek için su-kayaç etkileşimi dengesine bağlı olarak Giggenbach (1983, 1986) tarafından üçgen şekilli diyagram geliştirilmiştir. Boğazlıyan termal suları Giggenbach diyagramında su-kayaç ilişkisinin dengede olmadığı ham sular bölümünde yer almaktadır (Şekil 8). Bu nedenle, rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında katyon jeotermometreleri hatalı sonuç verecektir. Boğazlıyan jeotermal alanında suların rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında silis jeotermometreleri kullanılmıştır. Kalsedon ve kuvars jeotermometre hesaplamalarına göre beklenebilecek maksimum rezervuar sıcaklıkları 103,36 °C arasında belirlenmiştir (Tablo 5).



Şekil 8: Boğazlıyan Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları

Tablo 5: Boğazlıyan Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri

Uygulanan Jeotermometreler		Hazne Sıcaklığı (°C) BG-2
SiO ₂ (Kalsedon)	Fournier 1977	60,72
SiO ₂ (Kuars)	Fournier 1977	91,37
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Fournier 1977	93,51
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	67,46
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	92,13
SiO ₂	Fournier, Potter, 1982	103,36

1.3.5. Sahanın Geliştirilmesi için Öngörülen Çalışmalar

Boğazlıyan jeotermal alanında çok sayıda sondaj kuyusu bulunmaktadır. Bu kuyuların sahada ne tür çalışma yapılarak açılması kararının verildiği, kuyu derinliği, kuyuda kesilen birimler gibi bilgilerin bulunmaması nedeniyle saha ile ilgili belirsizlikler oldukça fazladır. Öncelikle bu bilgiler temin edilmeli ve yeniden değerlendirilmelidir. Bu bilgiler ışığında gerekli görülen alanlarda yeniden jeolojik, aktif tektonik ve jeofizik araştırmaların yapılması gerekir. Yeni kuyu yerlerinin önerilebilmesi için Düşey Elektrik Sondaj (DES) ve MT çalışmalarının yapılması önem taşımaktadır. Elde edilen veriler ile yeraltındaki süreksizlikler belirlenmiş olacak ve hangi derinlikte sondaj yapılması gerektiği hususunda



Şekil 10: Sörgun Jeotermal Alanı Yenidoğan Mevkii Kuyular (Turalı Ve Şimşek, 2015)

Tablo 6: Sörgun Jeotermal Alanındaki Sıcak Su Kaynakları ve Kuyuları

Kuyu No	Mevki	Sıcaklık °C	Debi l/sn	Derinlik m	Açılış yılı	Kullanım
SG-2	Yenidoğan	80	60	300	2003	Üretim
SG-3	Yenidoğan	71	60	357	2003	Üretim
SG-4	Yenidoğan	79	40	390	2008	Üretim
SG-5	Yenidoğan	84.5	40	300	2011	Üretim
SGR-1	Yenidoğan	75	75	444	2003	Reenj.
YS-1	Merkez	69	19	104.5	1988	Üretim
YS-3	Merkez	69	4	334	2004	Drenaj
YS-4	Merkez	66	6	243	2004	Drenaj
YS-5	Merkez	38.8	0.15	336	2004	Drenaj
V-1	Merkez	67	4	104.5	2003	Üretim
BB-1	Merkez	64	3	90	1988	Üretim
Bedirbaba kaynağı	Merkez	47	3			
Yeni Çeltek kaynağı	Merkez	45	50			
Saray kaynağı		73	17			
Köhne kaynağı		61	1.5			

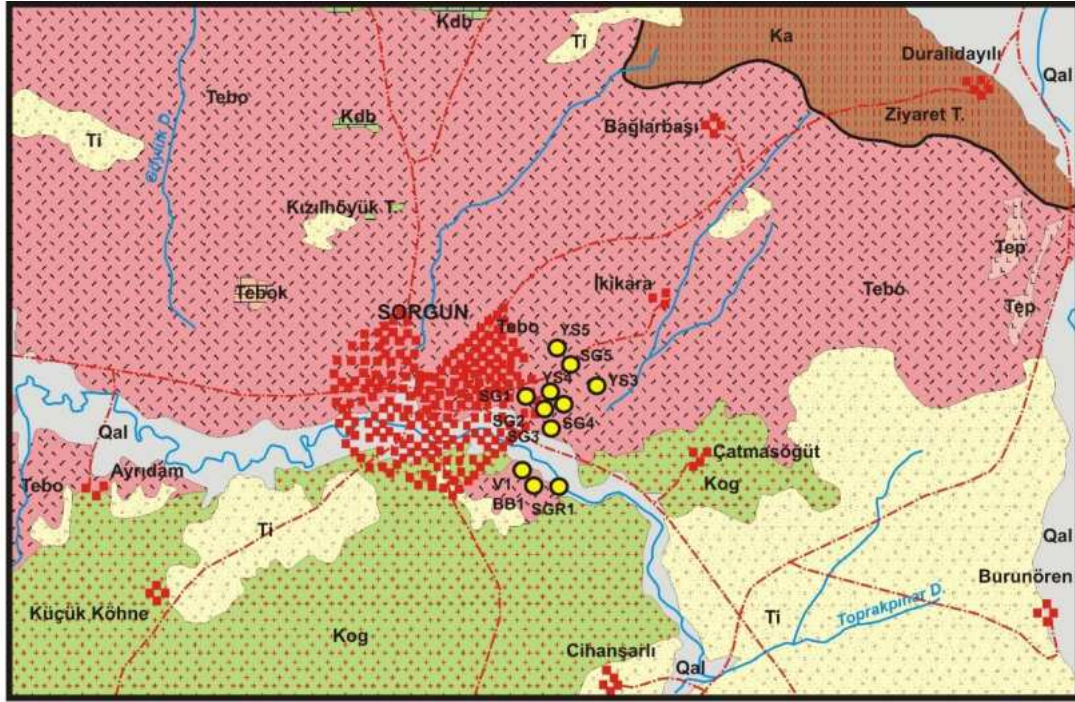
1.4.1. Jeolojik Özellikler

Sorgun jeotermal alanında temel kaya Sorgun güneyinde geniş alanlarda yüzeyleyen Orta Anadolu granitoyitleridir (Şekil 11). *Orta Anadolu granitoyitleri (Kog)* granit, granodiyorit, kuvarsmonzonit, kuvarssiyenit ve bunların porfirlerinden oluşan kayaç grubudur. Orta Anadolu granitoyitleri Kırşehir masifine ait metamorfikleri kesmektedir. Birim Eosen-Kuvaterner sedimanter kayaçlar tarafından örtülmektedir. Sorgun doğusunda küçük alanlarda Pazarcık volkaniti bulunmaktadır. *Pazarcık volkaniti (Tep)* aglomera, tuf, bazaltik andezit ve andezitten oluşmaktadır. Bu birim Boğazköy formasyonu ile yanal ve düşey yönde geçişler göstermektedir. Sorgun çevresinde çok geniş alanlarda yüzeyleyen *Boğazköy formasyonu (Tebo)* volkanik ara düzeyli, kumtaşı, siltaşı, az miktarda çakıltası ile kireçtaşlarından oluşmaktadır.

Boğazköy formasyonu Çayraz ve Çevirme formasyonları ile eşdeğerdir. Boğazköt formasyonu içerisindeki Nummulitli, mercan, gastropod ve lamelli branşlı, gri renkli, orta-kalın katmanlı, kumlu-siltli kireçtaşı ve masif kireçtaşlarından oluşan birim *Kireçtaşı üyesi (Tebok)* olarak ayırtlanmıştır. Bu kireçtaşları Arzılar ve Dulkadirli kireçtaşı üyeleri ile eşdeğerdir. Sorgun kuzeybatısında Artova Ofiyolitli Karışığı gözlenmektedir. *Artova Ofiyolitli Karışığı (Ka)* bazik, ultrabazik, volkanik, metamorfik ve çökel kayaçların ayrılmamış dilim ve bloklarını içermektedir. Birim dunit, piroksen, gabro, diyabaz, andezit, bazalt, tuf, aglomera, klorit şist, radyolarit, kiltası, kireçtaşı vb. bulundurur. Artova Ofiyolitli Karışığı Çiçekdağı formasyonu ile denestirilebilir (Akçay vd., 2008b). *Boyalık kireçtaşı üyesi (Kdb)* kalsit damarlı pelajik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Üye İzmir-Ankara-Erzincan zonuna ait Darmik formasyonunun üyesidir. Kuvaterner alüvyon (Qal), bölgedeki en genç birimdir ve bölgenin ortasında Eğriöz Çayı boyunca yer almaktadır.

1.4.2. Hidrojeolojik özellikler

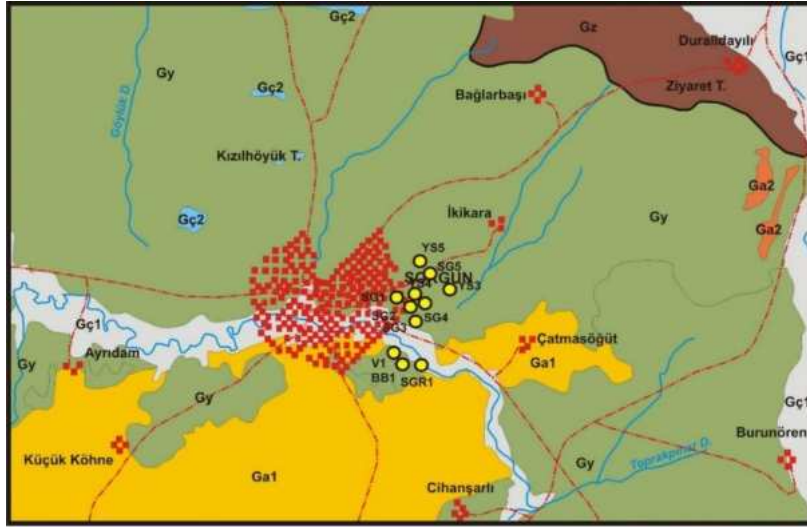
Bölgede temel kayayı oluşturan Orta Anadolu granitoyitleri genel olarak geçirimsiz özelliktedirler. Ancak, kırıklı-çatlaklı oldukları durumlarda bir miktar yeraltı suyu bulundurabilirler. Bu nedenle bu birimler hidrojeoloji haritasında “az miktarda yeraltı suyu bulunduran çatlaklı birimler” olarak adlandırılmıştır (Şekil 12). Boğazköy formasyonu ve İç Anadolu grubu genellikle geçirimsizdir. Bu formasyonlardaki kireçtaşı, konglomera ve kumtaşı seviyeleri gevşek çimentolu veya kırıklı-çatlaklı oldukları durumlarda geçirimlidir ve yersel olarak yeraltı suyu bulundurabilir.














AÇIKLAMALAR

	Alüvyon		Orta Anadolu Granitoyitleri: Granit, granodiyorit vb.	 N 1/100.000
	İç Anadolu Grubu		Boyalık kireçtaşı üyesi: Kireçtaşı, killi kireçtaşı	
	Boğazköy Formasyonu: Çakıltaşı, kumtaşı, kireçtaşı, volkanik kayalar vb.		Dere	
	Kireçtaşı üyesi: Fosilli kireçtaşı, siltli kireçtaşı, masif kireçtaşı vb.		Yol	
	Pazarcık volkanitleri: Andezit ve piroklastik kayalar		Yerleşim Alanı	
			Örnek yeri	

Şekil 11: Sörgün Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Akçay Vd., 2008b)



AÇIKLAMALAR

	Gç1	Taneli Akifer		N
	Gç2	Karstik Akifer: YAS bulunduran erimeli-çatlaklı kaya ortam	1/100.000	
	Gy	Yersel ve sınırlı YAS bulunduran çökel birimler		Örnek yeri
	Ga1	Az miktarda YAS bulunduran çatlaklı birimler		Dere
	Ga2	Az miktarda YAS bulunduran volkanik birimler		Yol
	Gz	YAS bulundurmeyen birimler		Yerleşim Alanı

Şekil 12: Sorgun Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası

Kiltaşı, marn ve çamurtaşı seviyeleri geçirimsizdir. Bu nedenle bu formasyonlar “*yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran çökel birimler*” olarak adlandırılmaktadır. Artova ofiyolitli karışığı içerisinde çok çeşitli litolojik birimleri bir karmaşık halinde bulunmaktadır ve birim geçirimsiz özelliktedir. Bu nedenle hidrojeoloji haritasında karmaşık “*yeraltı suyu bulundurmeyen birimler*” olarak adlandırılmıştır.

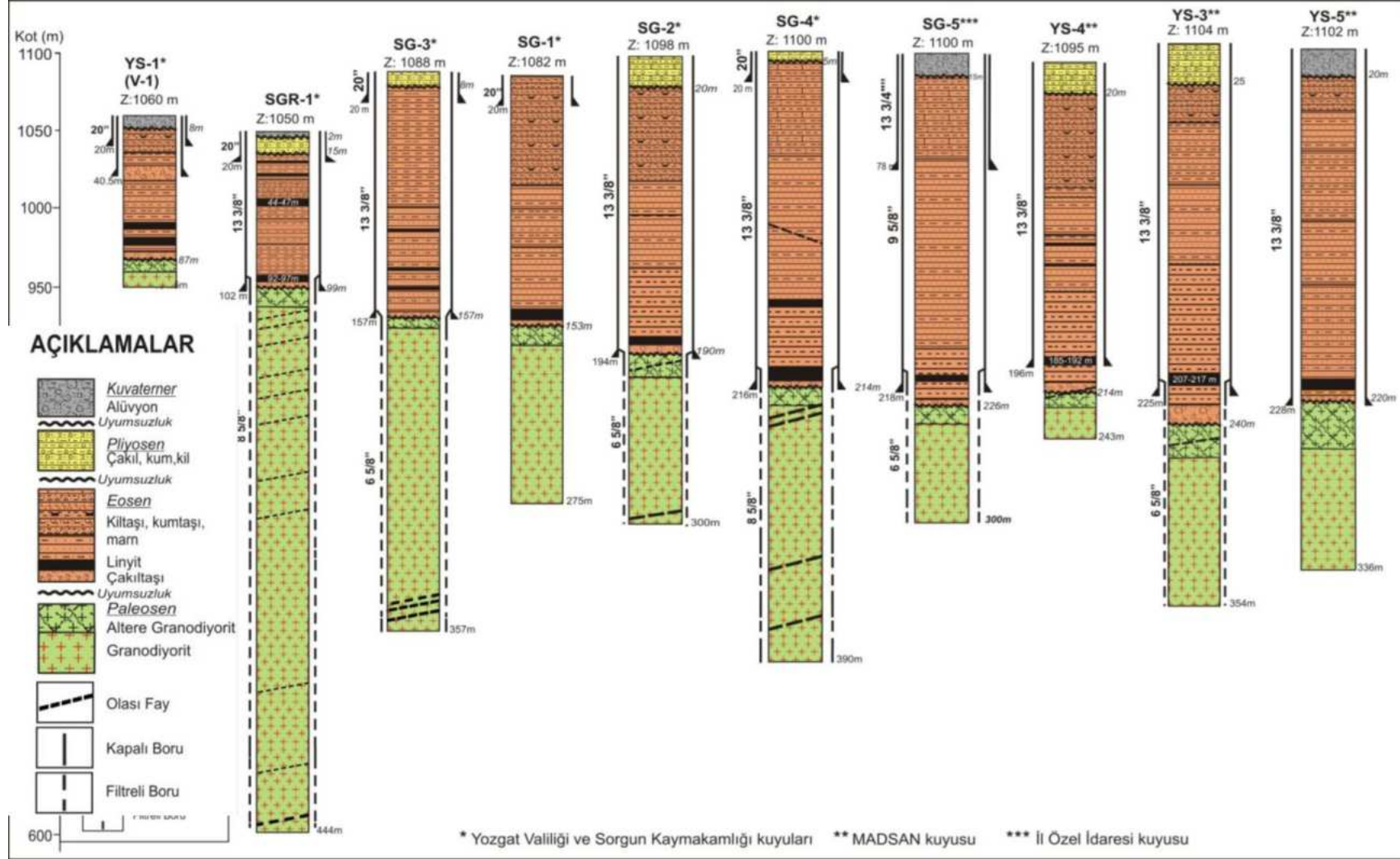
Tüf, aglomera ve andezit birimlerinden oluşan Pazarcık volkaniti “*az miktarda yeraltı suyu bulunduran volkanik birimler*” olarak adlandırılmıştır. Bu birim içerisindeki tüf seviyeleri ve andezitlerin kırıklı çatlaklı düzeyleri yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Sorgun jeotermal alanında üye mertebesinde küçük alanlarda bulunan Boyalık kireçtaşı üyesi ve Darmik formasyonunun kireçtaşı üyesi “*karstik akifer*” olarak ayırtlanmıştır. Kireçtaşları yayılımları ve kalınlıkları oranında önemli miktarlarda yeraltı suyu bulunabilmektedir. Ancak, bu birimlerin bölgede yayılımları kısıtlıdır. Sorgun jeotermal alanında dere yakalarında geniş yayılıma sahip olan alüvyon içerisindeki kum ve çakıllı seviyeleri nedeni ile

bölgede soğuk sular için önemli bir akiferdir. Alüvyon hidrojeoloji haritasında “*taneli akifer*” olarak adlandırılmıştır.

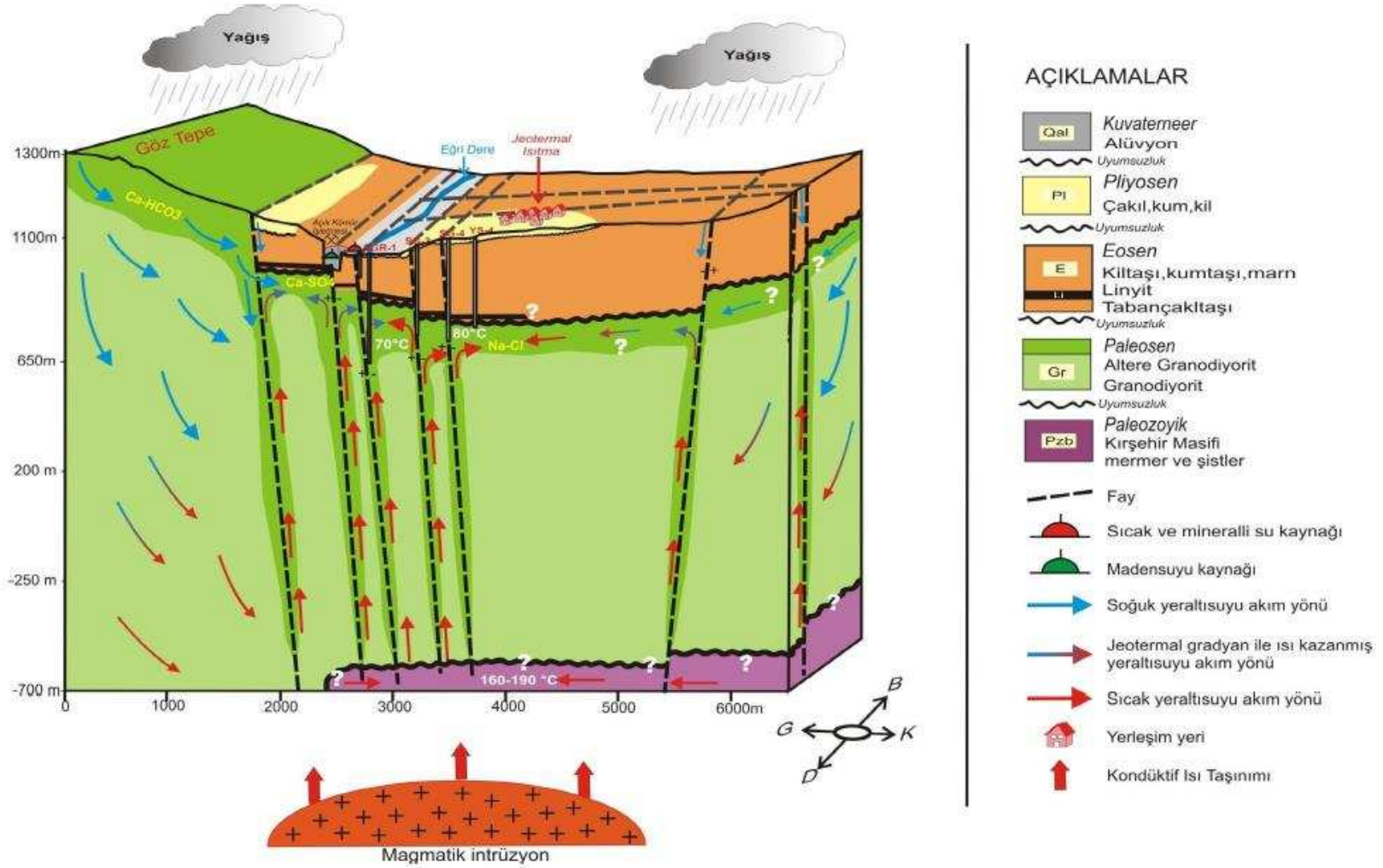
1.4.3. Kavramsal Model

Sorgun jeotermal alanında hazne kaya Kırşehir masifini keserek yüzeye çıkan Orta Anadolu granodiyoritlerinin kırıklı, çatlaklı ve faylı zonlarıdır. Geçirimsizliği düşük olan granodiyoritlerin altere olmuş kırık çatlaklı zonları ile fay zonları sıcak akışkan bulundurmaktadır. Granodiyoritlerin üst sınırında Eosen çökel birimleri bulunurken alt sınırı belirlenememiştir. Bölgedeki en derin kuyu (444 m) olan SGR-1 kuyusunda en geniş granodiyorit kalınlığı 345 m olarak belirlenmiştir (Şekil 13; Yılmaz Turalı, 2015; Şimşek vd., 2010). SG-2, SG-3 ve YS-4 kuyularının (118 l/sn toplam üretim) bir pompayla eşzamanlı üretim testleri sırasında, SG-2, SG-3 ve YS-3 gözlem kuyularındaki su seviyelerinde değişiklikler gözlenmiştir. Su seviyesi 63 m civarına düşmekte ve bu seviyede sabit kalmaktadır (İller Bankası, 2005-2006). SG-2'deki üretim sırasında, SG-3 ve YS-4 kuyuları, YS-3 ve YS-2 gözlem kuyuları olarak kullanılmıştır. Gözlemler ve ölçümler, YS-2 ve YS-3'ün SG-2, SG-3 ve YS-4 kuyularının üretiminden etkilendiğini göstermektedir. Ayrıca, bu durum Sorgun jeotermal alanının kuzeyindeki kuyuların aynı akiferden beslendiğini göstermektedir (Şimşek vd. 2010). Killi kumlu ve marnlı birimler içeren Eosen çökelleri geçirimsiz özelliğiyle örtü kayayı oluşturmuştur. Sahanın güneyi basamak faylarla yükseldiğinden bu bölümde örtü kaya kalınlıkları düşüktür. Sahanın kuzeyinde üretim kuyularının açıldığı bölümde ise örtü kaya 200 m kalınlığa ulaşmaktadır (Yılmaz Turalı, 2015).

Vadinin kuzey ve güneyindeki yükseltiler potansiyel beslenme alanıdır. Granodiyoritler sahanın güneyinde yüzeylenmekte ve gelişmiş kırık çatlak zonları ile faylar boyunca yüzey ve yeraltı suyunun derinlere süzülmesini sağlamaktadır. Derine süzülen yeraltı suları ısı kaynağı ve termal gradyanın etkisiyle ısınarak yine faylar ve kırık çatlak zonları boyunca konveksiyonel olarak yükselmektedir (Şekil 14). Jeotermal alanda sıcak suların çıkışını sağlayan faylar BKB-DGD, KD-GB ve K-G doğrultulu ve eğim atımlıdır. Sahanın güneydoğusundaki granodiyorit temelin görüldüğü alandan kuzeybatıya doğru gelişen KD-GB doğrultulu basamaklı faylarla birlikte bölge dilimlenmiş bir görünüm kazanmaktadır. Faylarla dilimlenen bloklarda yerel olarak sıcak su hareketi ve üretimi açısından verimli alanlar oluşmuştur. Kuyulara ait basınç ve sıcaklık verileri incelendiğinde derinliğe bağlı doğrusal bir değişim gözlenmemesi, sahada yüzeylenen birimlerin yeterince geçirimsiz olmaması ve kimyasal değerlendirmelerin güncel sularla karışımı işaret etmesi, fay hatlarının sistemin beslenimi/boşalımı/karışımı üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir (Yılmaz Turalı, 2015).



Şekil 13: Sorgun Sahasında Açılmış Olan Jeotermal Kuyu Logları (Yılmaz Turalı, 2010)



Şekil 14: Sorgun Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (Yılmaz Turalı, 2015)

1.4.4. Hidrojeokimyasal Özellikler

Sorgun jeotermal alanında bulunan iki adet kuyudan Nisan-2019 tarihinde yeraltı suyu örneği alınmıştır. Örnek alım işlemleri sırasında yerinde ölçümler (pH, EC, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve tuzluluk) yapılmıştır. SG-2 kuyusundan alınan termal suyun sıcaklığı 78.2 °C, elektriksel iletkenlik (EC) 2660 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve pH 8.18'dir. SG-4 kuyusundan alınan suyun sıcaklığı 79.4 °C, elektriksel iletkenlik (EC) 2710 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve pH 8.2 olarak ölçülmüştür. Sular bazik karakterlidir (Tablo 7).

Sorgun jeotermal alanından alınan örneklerde Na elementi baskındır. Yılmaz-Turalı (2015) tarafından Sorgun jeotermal alanında yapılan doktora tezinde, termal suların yüksek Na içeriklerinin suların etkileşimde olduğu granitik kayaların bileşimindeki feldspat minerallerinin çözünmesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Ayrıca, sodyum sahadaki jeotermal sularda ana katyon olup bu durum kalsiyumun yüksek sıcaklıklarda az çözünmesi, potasyumun ve magnezyumun alterasyon minerallerine (özellikle killere) katılması ile açıklanmaktadır (Yılmaz -Turalı, 2015). İkincil baskın katyon ise Ca'dur. Sorgun kuyu sularının kimyasal analiz sonuçlarına göre baskın anyonlar Cl ve SO_4 'dur. Cl jeotermal sularda en yaygın görülen anyondur. Klorür, sedimanter kayalarda, özellikle evaporitlerde bulunur. Jeotermal sularda klorür derişimi granodiyorit içindeki biyotit ve hornblend gibi hidroksil minerallerinin hidrotermal alterasyonu sonucunda artmıştır (Yılmaz- Turalı, 2015). SO_4 artışı Eosen yaşlı sedimanter kayalardaki jips gibi sülfat içeren minerallerin ayrışmasından kaynaklanmaktadır.

Sorgun jeotermal kuyu suları Piper diyagramına göre *"karbonat olmayan alkalinitesi % 50'den fazla olan suları"* temsil etmektedir ve su sınıfı Na-Ca-Cl- SO_4 'dur (Şekil 15). Sorgun jeotermal alanında tespit edilen majör iyon analiz sonuçları *"İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik"* (İTASHY, 2005)'teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeleri göre kuyu sularının Na, Cl ve SO_4 içeriklerinin limit değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir (Tablo 7).

Tablo 7: Sorgun Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doymunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı

Majör iyon ve yerinde ölçüm sonuçları

Simge	İlçe	Tanım	EC μS/cm	pH	T °C	Tuz	ÇO mg/l	TDS mg/l	Ca mg/l	Na mg/l	K mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg/l	CO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	SAR
SG-2	Sorgun	Yozgat İl Özel İdaresi	2660	8,18	78,2	1,38	6,4	1359	109,13	339,99	10,72	2,16	102,48	1,42	453,51	600,57	8,82
SG-4	Sorgun	Yozgat İl Özel İdaresi	2710	8,2	79,4	1,4	5,63	1385	103,84	325,97	10,39	1,9	103,3	8,26	468,54	649,16	8,68
İTASHY 2005			2500							200					250	250	

Ağır metal içerikleri

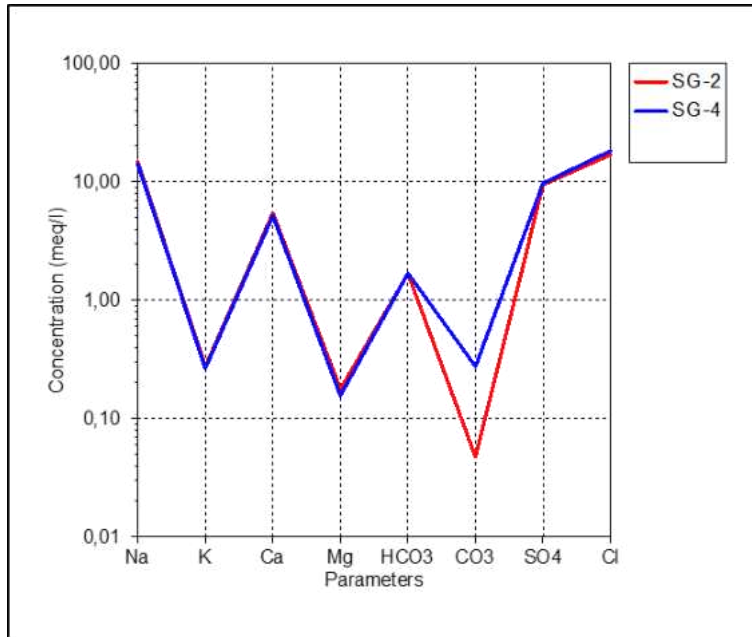
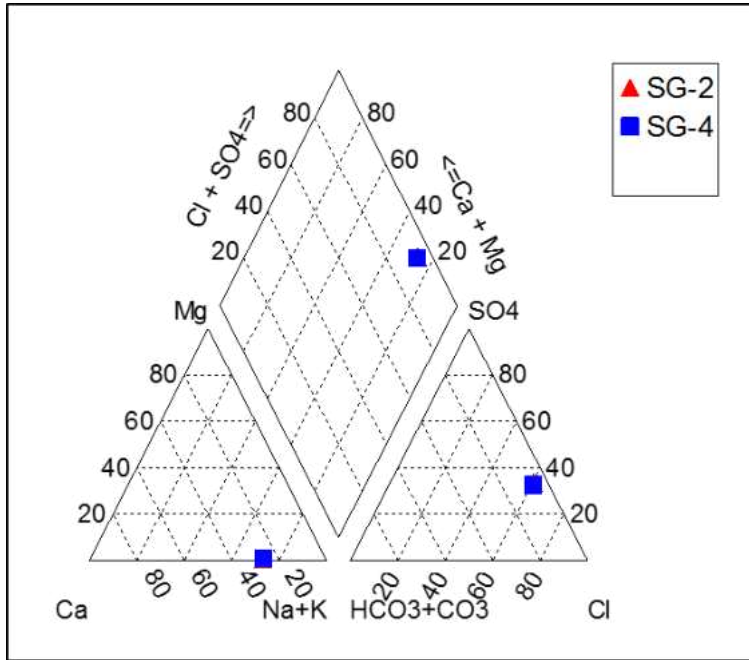
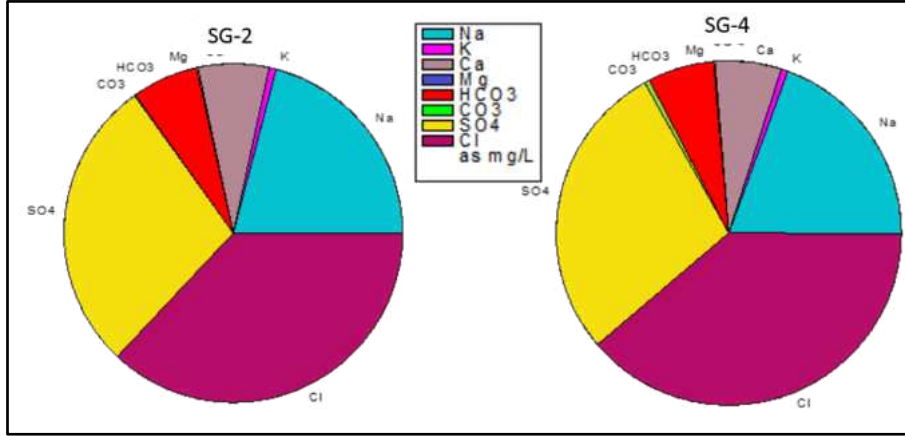
Simge	Al mg/l	As mg/l	B mg/l	Br mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	F mg/l	Fe mg/l	Li mg/l	Ni mg/l	Mn mg/l	P mg/l	Pb mg/l	Si mg/l	Zn mg/l	NO ₃ mg/l
SG-2	0,01	0,009	3,544	0,5	<0,005	<0,002	4,02	0,106	1,119	<0,002	0,148	<0,01	<0,0005	29,442	<0,002	<0,27
SG-4	0,011	0,009	3,472	0,49	<0,005	<0,002	4,34	0,122	1.112	<0,002	0,134	<0,01	<0,0005	29,821	0,002	<0,27
İTASHY 2005	0,20	0,01	1	0,01	2	0,05	1,5	0,2			0,05					50

Doymunluk indisi (SI) değerleri

	Albit	Anhidrit	Aragonit	Kalsit	Kalsedon	Dolomit	Florit	Götit	Jips	Halit	Hematit	Kuvars	Siderit	Talk
SG-2	-3,3388	-0,7724	0,9458	1,0571	-0,321	0,7188	-0,3166	6,3894	-0,9785	-5,4486	14,9964	-0,0326	-6,5596	5,643
SG-4	-3,3646	-0,772	1,0529	1,1635	-0,3283	0,8857	-0,2896	6,4104	-0,9917	-5,4375	15,0424	-0,0425	-6,5178	5,6586

Majör iyon dizilimi ve su sınıfı

İlçe	Örnek no	Katyon dizilimi	Anyon dizilimi	Su sınıfı
Sorgun	SG-2	Na>Ca>K>Mg	Cl >SO ₄ >HCO ₃ >CO ₃	Na-Ca-Cl-SO ₄
Sorgun	SG-4	Na>Ca>K>Mg	Cl >SO ₄ >HCO ₃ >CO ₃	Na-Ca-Cl-SO ₄



Şekil 15: Sırası ile Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları

1.4.4.1. Doğunluk İndisleri

Termal su örneklerinin doğunluk indisi değerleri AquaChem programının PHREEQC arayüzü ile hesaplanmıştır. Program ile suların albit ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), anhidrit (CaSO_4), aragonit (CaCO_3), kalsit (CaCO_3), kalsedon (SiO_2), dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), florit (CaF_2), götit ($\text{HFeO}_2\text{-FeO}(\text{OH})$), jips ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$), halit (NaCl), hematit (Fe_2O_3), kuvars (SiO_2), siderit (FeCO_3) ve talk ($3\text{MgO}_4\text{SiO}_2\text{H}_2\text{O}$) mineralleri ele alınmıştır. Sorgun jeotermal kuyu suları aragonit, kalsit, dolomit, götit, hematit ve talk minerallerine doğundur. Bu durum kuyusunda suların kullanıldığı taşıyıcı sistemlerde kalsit, aragonit ve dolomit kabuklaşması görülebileceğini göstermektedir (Tablo 7). Bölgede rezervuar kayacın granodiyorit olmasına karşın termal suların karbonat minerallerine doğun olması, granodiyoritlerin bileşiminde yer alan feldispatların sulu çözeltilerde bozularak Na, Ca ve HCO_3 açığa çıkarmasından kaynaklanabilmektedir (Hem, 1985).

1.4.4.2. Ağır Metaller

Proje kapsamında suların Al, As, B, Br, Cr, Cu, F, Fe, Li, Ni, Mn, P, Pb, Si, Zn ve NO_3 içeriklerinin analizleri de yapılmıştır. Yeraltı suları, etkileşimde olunan kayaç türü, dolaşım süresi, sıcaklık vb. parametrelere bağılı olarak bünyelerine majör element ve ağır metal alırlar. Termal sular özellikle kaplıcalarda kullanılması durumunda içme kürü olarak da değerlendirilmektedir. Bu suların içilmesi özellikle ağır metal içeriklerinin yüksek olması nedeniyle sağılık riski taşımaktadır. Bu nedenle, tespit edilen kimyasal analiz sonuçları “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” (İTASHY, 2005)’teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeleri göre Sorgun termal sularının bor, florür ve mangan içeriklerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir (Tablo 7). Bu suların uzun süreli içme kürü olarak kullanımında önemli sağılık problemleri yaşanabilecektir.

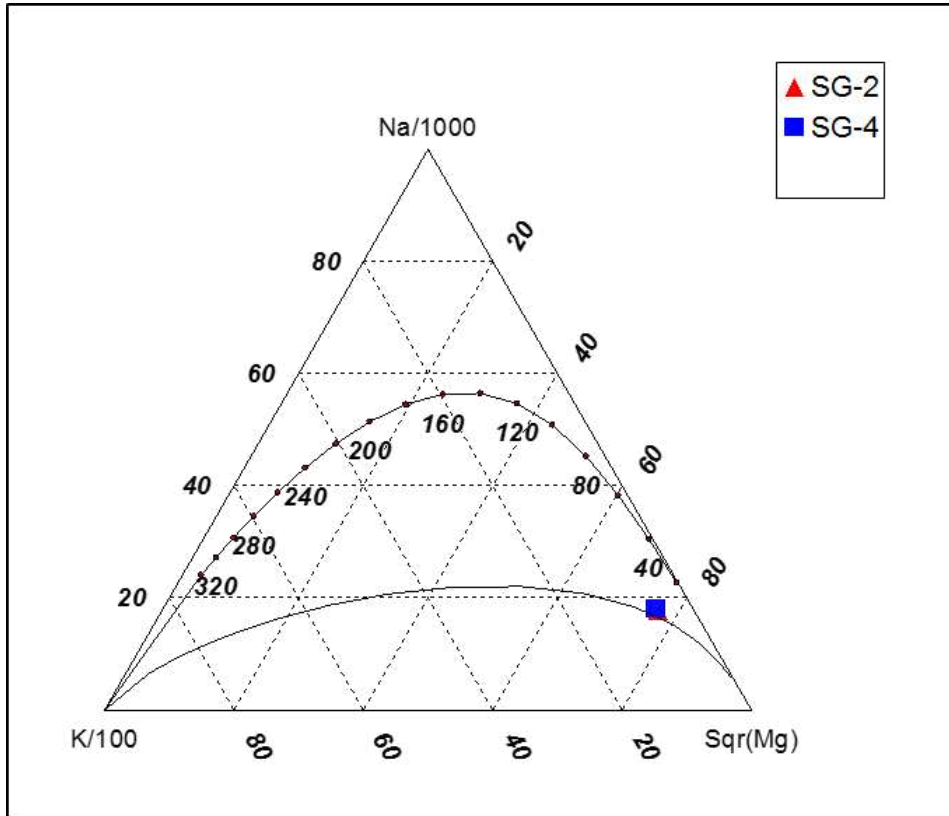
1.4.4.3. Çözünürlük Jeotermometreleri

Jeotermometre uygulamaları, jeotermal sistemlerde rezervuar sıcaklıklarının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Kimyasal jeotermometreler yeraltındaki sıcaklık ile akışkanlar arasında kaya-su etkileşimine bağılı olarak gelişen kimyasal alış-veriş dengesinin belirlenmesine yardım etmektedir. Jeotermometrelerin sıcak suyun kimyasal yapısına bağılı olarak uygulanabilirliğinin saptanması amacıyla Giggenbach tarafından üçgen şekilli diyagram geliştirilmiştir (Giggenbach, 1983). Bu diyagram ile hem hızlı bir şekilde jeotermometre sonuçları görülebilmekte, hem de katyon jeotermometre bağıntılarının geçerliliği kontrol edilebilmektedir. Diyagram kısaca, su-kayaç ilişkisinin dengede olmadığı (ham sular), su-kayaç ilişkisinin kısmen dengede olduğu (karışmış sular) ve su-kayaç ilişkisinin tam dengede olduğu sular olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır (Tarcan vd., 2000). Giggenbach (1988) katyon olgunluk diyagramına göre, Sorgun jeotermal alanından alınan sular ise “su-kayaç ilişkisinin kısmen dengede olduğu karışım suları” bölümünde yer almaktadır (Şekil 16). Bu nedenle,

rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında katyon jeotermometreleri daha güvenilir sonuç verecektir. Sorgun jeotermal alanında silis jeotermometrelerine göre hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 83.84-174,07 °C arasında değişmektedir. Sorgun jeotermal alanında suların rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında Na/K jeotermometreleri daha doğru sonuç verecektir. Na/K jeotermometrelerine göre hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 79,83 - 155°C arasında belirlenmiştir (Tablo 8).

1.4.4.4. İzotop içerikleri

Yılmaz-Turalı (2015) tarafından yapılan çalışmada Sorgun jeotermal alanındaki termal suların çevresel izotop analiz sonuçları da incelenmiştir. Clark and Fritz (1997)'e göre, 0,8- 4 TU arasındaki değerler güncel sular ile 1952 yılından önce beslenmiş suların karışımını göstermektedir. Sahadaki jeotermal suların, trityum içerikleri de 0,80 ile 3,01 TU arasında olup jeotermal kuyu sularının, 1952 yılı öncesi yağışlarla beslenen sular ile güncel yağışlarla beslenen suların karışımı olduğuna işaret etmektedir (Yılmaz-Turalı, 2015). Bölgede termal suların Oksijen-18 ($\delta^{18}\text{O}$) ve Döteryum ($\delta^2\text{H}$) izotopu içerikleri meteorik kökene işaret etmektedir. Ancak, termal suların $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ miktarlarının görece düşük olması, termal su örneklerinin daha yüksek kotlardan beslendiğine ve/veya daha soğuk bir iklimsel koşula ait olduğuna işaret etmektedir. Jeotermal sularda bölgedeki soğuk sulara göre su-kayaç etkileşimine bağlı olarak Oksijen-18 artışı gözlenmektedir (Yılmaz-Turalı, 2015).



Şekil 16: Sorgun Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları

Tablo 8: Sorgun Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri

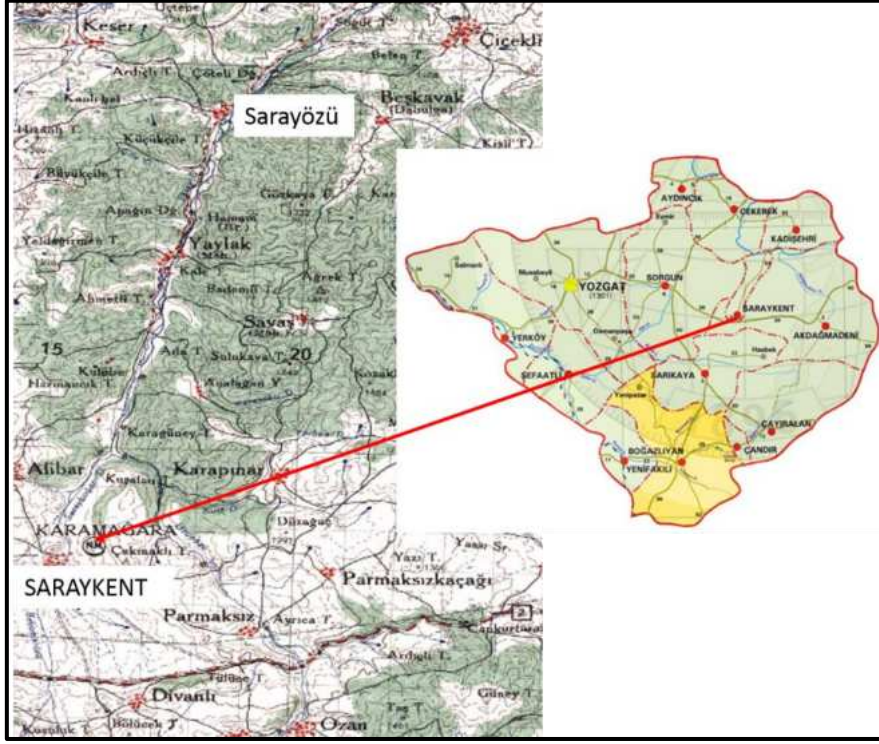
Uygulanan Jeotermometreler		Hazne Sıcaklığı (°C)	
		SG-2	SG-4
SiO ₂ (Kalsedon)	Fournier 1977	83,84	84,53
SiO ₂ (Kuars)	Fournier 1977	112,89	113,53
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Fournier 1977	112,09	112,63
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	86,88	87,45
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	110,87	111,42
SiO ₂	Fournier, Potter, 1982	170,91	174,07
Na/K	Arnorsson vd. 1983	139,00	139,61
Na/K	Arnorsson vd. 1983	79,83	80,58
Na/K	Truesdell 1976	102,38	103,13
Na/K	Fournier 1979	134,65	135,30
Na/K	Giggenbach 1988	154,38	155,00
Na/K	Nieva ve Nieva 1987	123,31	123,94

1.4.5. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen Çalışmalar

Bölgede daha önce yapılmış araştırmalar ile rezervuarın dikey/yanal yayılımı ve karakteristikleri tespit edilmiştir. Sorgun jeotermal alanında çok sayıda termal kuyu bulunmaktadır. Alanda daha önce yapılmış olan jeolojik ve jeofizik araştırmalar temin edilerek yeniden değerlendirilmelidir. Bölgede MT çalışması yok ise yapılabilir. Jeofizik MT yönteminin uygulanmasıyla alanda stratigrafik istifte yer alan ve yeni açılacak kuyularda kesilecek kaya birimlerinin tanımlanması, süreksizliklerin yerleri ve tipleri, rezervuar kaya birimlerinin derinliği ve yayılımının belirlenmesi yanında, derine doğru ısı kaynağına yorumlanabilecek verilerin elde edilmesi de sağlanabilecektir. Eğer MT çalışması yapılmış ise sonuçlarına göre genişletilebilir. Ancak, bölgede çok sayıda kuyu olması nedeniyle jeotermal alanın sürdürülebilir kullanımı açısından yeni kuyuların açılmasında dikkatli davranılması gerekir. Ayrıca, bölgede bir adet reenjeksiyon kuyusu bulunmaktadır. Rezervuarın sürdürülebilir kullanımı ve doğal ortamın olumsuz etkilenmemesi için reenjeksiyon kuyu sayısının artırılması gereklidir.

1.5.Saraykent Jeotermal Alanı

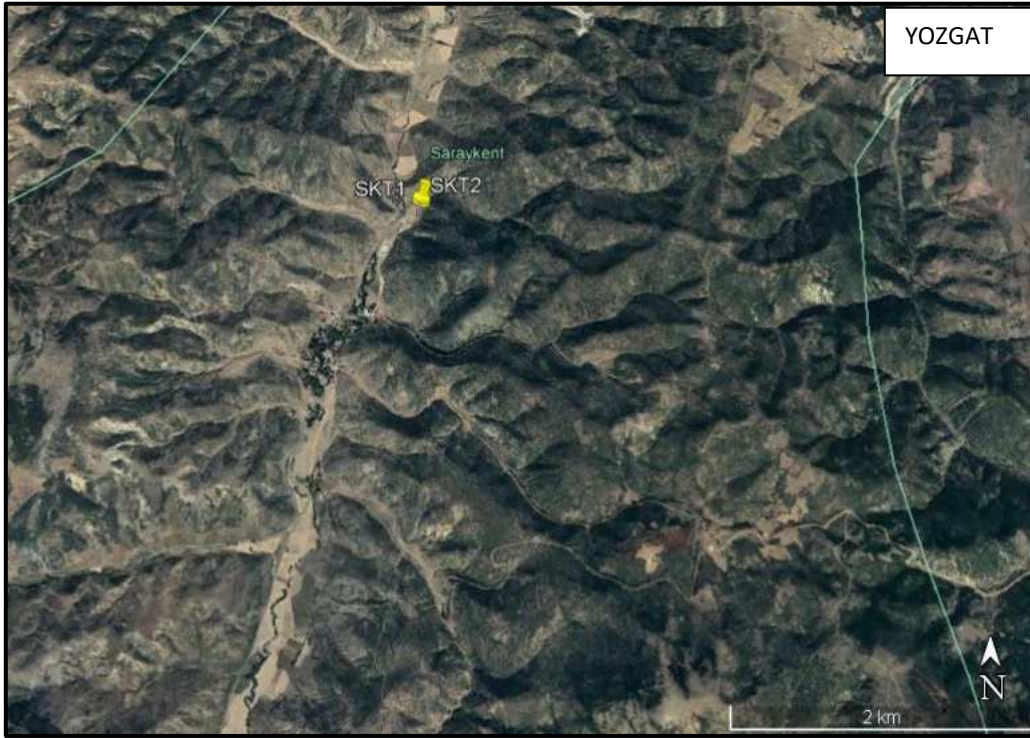
Saraykent ilçesi Yozgat ilinin 71 km güneydoğusunda bulunmaktadır. Saraykent (Karamağara) ilçesi kuzeyinde bulunan Sarayözü mevkiinde 4 adet jeotermal kuyu bulunmaktadır (Şekil 17 ve Şekil 18; Tablo 9). Ancak, bu kuyulardan sadece bir kuyu faal durumdadır ve bölgede yapılacak termal tesiste kullanılması planlanmaktadır.



Şekil 17: Saraykent Jeotermal Alanı Konumu

Tablo 9: Saraykent Jeotermal Alanındaki Sıcak Su Kuyuları

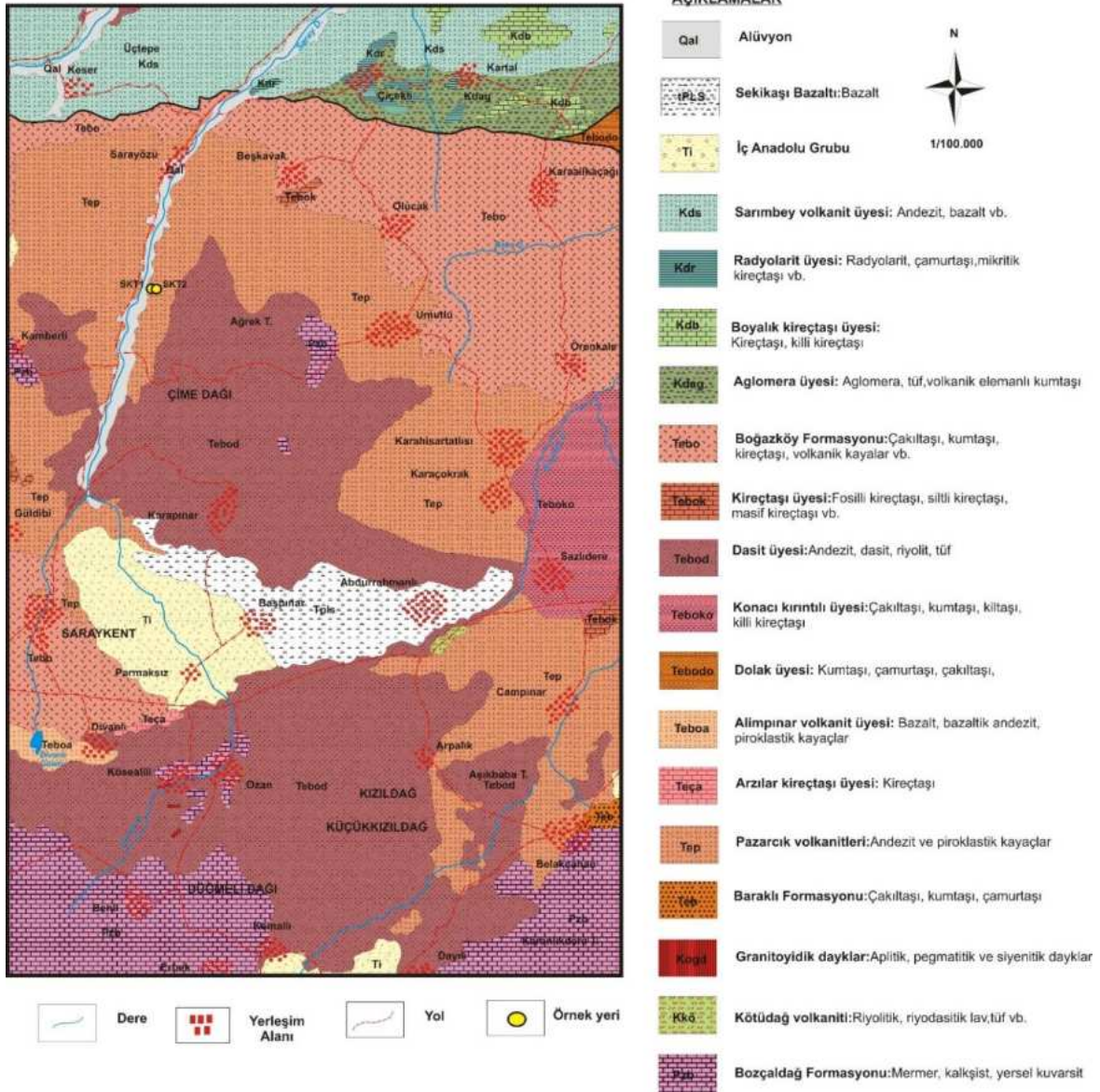
Kuyu No	Mevki	Sıcaklık °C	Debi (l/sn)	Derinlik (m)	Açılış yılı
SKT-1	Sarayözü	54,8	0,1	652	2008
SKT-2	Sarayözü	71,5	40	300	2009
DSİ-1		66	14	30	1986
DSİ-2		74	28	66	2005



Şekil 18: Saraykent Jeotermal Alanında Kuyuların Uydu Görüntüsü Üzerindeki

1.5.1. Jeolojik Özellikler

Yozgat-Saraykent sahasında temeli Paleozoyik yaşlı Kırşehir masifine ait Bozçaldağ formasyonu temel kayayı oluşturmaktadır. *Bozçaldağ formasyonu (Pzb)* ince-orta-kalın tabakalı, yer yer masif görünümlü, metaçört, kalkışt ve şist ara seviyeli mermerlerden oluşmaktadır. Saraykent ilçesinin kuzeyinde ve doğusunda geniş alanlarda Pazarcık volkanitleri yüzeylemektedir (Şekil 19). Pazarcık volkanitleri (Tep) aglomera, tüf, bazalt ve andezitten oluşmaktadır. Pazarcık volkanitleri Boğazköy formasyonu ile yanal ve düşey yönde geçişler göstermektedir. *Boğazköy formasyonu (Tebo)* konglomera, kumtaşı, kıltaşı ve çamurtaşından oluşmaktadır. Boğazköy formasyonu Saraykent merkez ve Sarayözü doğusunda gözlenmektedir. Saraykent jeotermal alanında Boğazköy formasyonunun Alimpınar volkanit üyesi, Konacı kırıntılı üyesi ve dasit üyesi gözlenmektedir. *Alimpınar volkanit üyesi (Teboa)* bazalt ve bazaltik bileşimli piroklastiklerden oluşmaktadır. *Konacı kırıntılı üyesi (Teboko)* çakıltaşı, kumtaşı, kıltaşı, killi kireçtaşından oluşmaktadır. *Dasit üyesi (Tebod)* egemen olarak dasitik daha az oranda da riyalitik andezitik kayalar ve bunların piroklastiklerinden oluşmaktadır.



Sarayözü kuzeyinde geniş alanlarda Darmik formasyonunun Sarımbey volkanit üyesi, küçük alanlarda da aglomera ve radyolarit üyeleri gözlenmektedir. *Sarımbey volkanit üyesi (Kds)* genelde andezitik, bazaltik lavlardan oluşmaktadır. *Radyolarit üyesi (Kdr)* kırmızı renkli, ince tabakalı radyolarit, çamurtaşı ve mikritik kireçtaşlarından oluşmaktadır. *Aglomera üyesi (Kdag)* aglomera ve tüflerden oluşmaktadır (Dalkılıç, 2008). Bu birimlerin üzerinde uyumsuz olarak İç Anadolu grubu yüzeylenmektedir. İç Anadolu grubu (Ti) fasiyesleri ve stratigrafik özellikleri ayrıntılı olarak çalışılmamış karasal çökellerden oluşmaktadır. Bu birim Saraykent merkezi doğusu ve güneyinde bulunmaktadır. Saraykent doğusunda Başpınar köyü civarında geniş alanlarda Sekikaşı bazaltı bulunmaktadır. Sekikaşı bazaltı (Tpls) Pliyosen yaşlı, koyu gri, siyah renkli yer yer bademcik dokulu ve soğuma sütunları gösteren bazaltlardan

oluşmaktadır. Kuvaterner yaşlı çakıl, kum, silt ve az oranda da kilden oluşan alüvyon (Qal), Sarayözü'nden Saraykent'e kadar uzanan Saray dere yatağında gözlenmektedir.

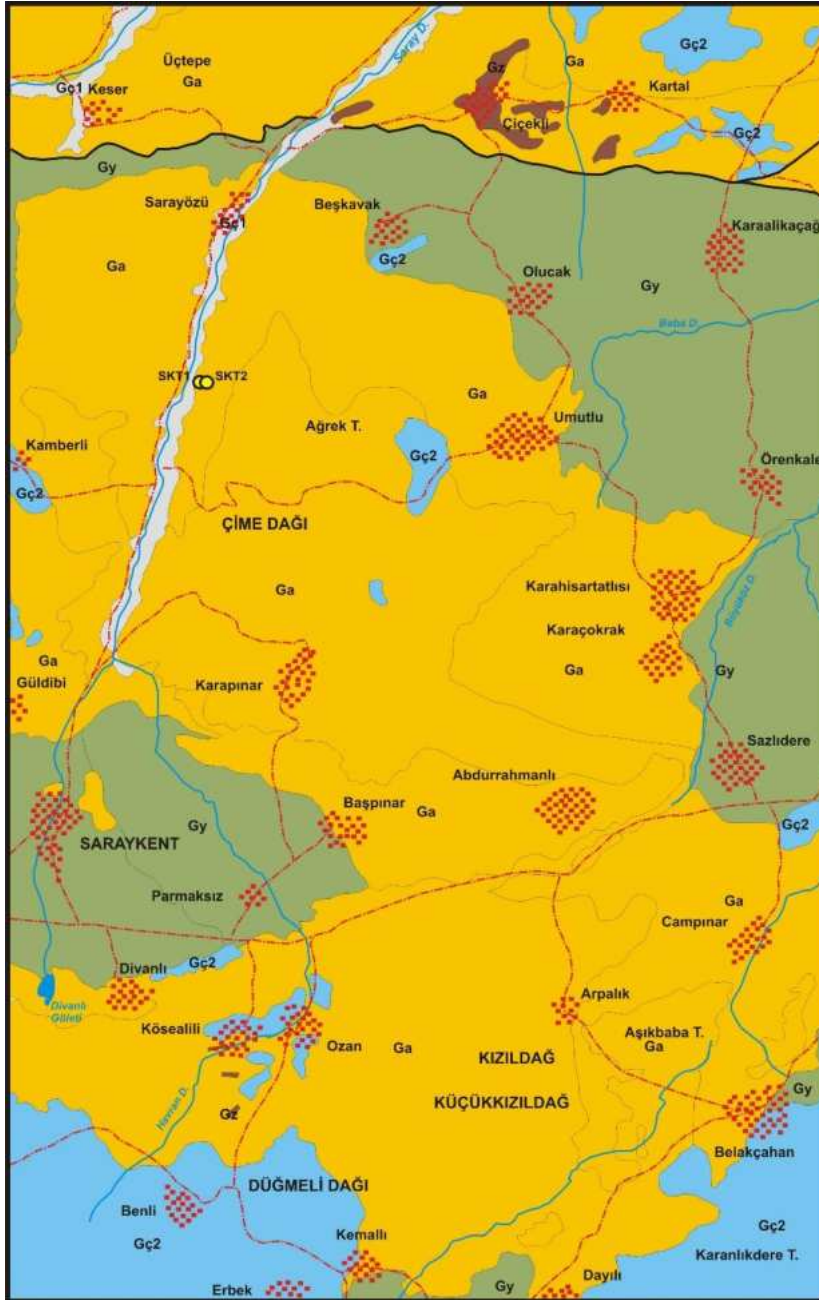
1.5.2. Hidrojeolojik Özellikler

Saraykent jeotermal alanında en önemli akifer birim Bozçaldağ formasyonudur. Mermerlerden oluşan birimde geçirimsiz kırıklar, çatlaklar ve kırık kontrollü karstlaşma ile artmaktadır. Bozçaldağ formasyonu hidrojeoloji haritasında “karstik akifer” olarak adlandırılmıştır (Şekil 20). Bölgede benzer hidrojeolojik özellikler gösteren Pazarcık volkaniti, dasit üyesi, Alimpınar volkanit üyesi, Sekikaşı bazaltı, aglomera üyesi ve Sarımbey volkanit üyesi “az miktarda yeraltı suyu bulunduran volkanik birimler” olarak adlandırılmıştır. Bu birimler içerisindeki tuf, bazalt ve andezit seviyeleri bir miktar yeraltı suyu içerebilmektedir. Benzer litolojilerden (çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, siltaşı, kiltası) oluşan İç Anadolu grubu, Boğazköy formasyonu, Konacı kırıntılı üyesi “yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran çökel birimler” olarak adlandırılmışlardır. Bu formasyonlar içerisindeki gevşek çimentolanmış, kırıklı-çatlaklı kumtaşı ve çakıltaşı seviyeleri yersel olarak yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Kiltası, siltaşı ve çamurtaşı, seviyeleri ise geçirimsiz birimlerdir. Radyolarit üyesi ve granitoyitik dayklar geçirimsiz birimlerdir ve “yeraltı suyu bulundurmayan birimler” olarak adlandırılmıştır. Alüvyon yayılımları ve içerisindeki çakıl-kum seviyelerinin kalınlığına bağlı olarak önemli miktarlarda yeraltı suyu bulundurabilmektedir ve “taneli akifer” olarak tanımlanmıştır.

1.5.3. Kavramsal Model

Saraykent jeotermal alanında jeotermal akışkanların depolandığı rezervuarın Paleozoyik yaşlı mermerler olduğu, dasit ve tüflerin kırık zonlarının ve daykların kenar kısımlarının da akışkan taşıyan yapılar olduğu düşünülmektedir (Burçak vd., 2005). Saraykent jeotermal alanında ısı kaynağı jeotermal gradyan ve magmatik kaya sokulumlarıdır. Detay gravite çalışmalarında çalışma alanının batısında temel yükselimi olduğu, doğuda ise temelin daha derin olduğu, manyetik çalışmalarla ise sahada uzun eksenli kuzey -güney olan ve yüksek manyetik susebtibiliteyle kendini gösteren bir sokulumun varlığı belirlenmiştir. Gravite ve manyetik çalışmaları birlikte değerlendirildiğinde kaplıca civarında ve daha güneyde sokulumun sıcak kesimlerine karşılık gelebilecek ve ısıtıcı kayaç olarak yorumlanabilecek verilere rastlanmıştır (Burçak vd., 2005). Bölgedeki örtü kayaçlar Eosen yaşlı tuf birimleri, kil ve marn gibi sedimanter birimler ile Miyosen-Pliyosen karasal çökeltilerdir (Özülükale, 2017; Şekil 21).

Özülükale ve Şimşek (2016) tarafından yapılan çalışmada Saraykent jeotermal alanında sıcak suların soğuk sulara göre daha düşük $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$ ve ^3H izotop değerlerine sahip olduğu ve bu durumun jeotermal rezervuardaki sıcak suların daha yüksek kotlardan beslendiğini ve uzun yeraltı suyu dolaşım süresine sahip olduğunu gösterdiği belirtilmiştir. Bu alanda sıcak suların $\delta^2\text{H}$ içeriğine göre hesaplanan muhtemel beslenme yükseltisinin ortalama 1623-1975 m aralığında olduğu tespit edilmiştir. (Özülükale ve Şimşek 2015a; 2016).

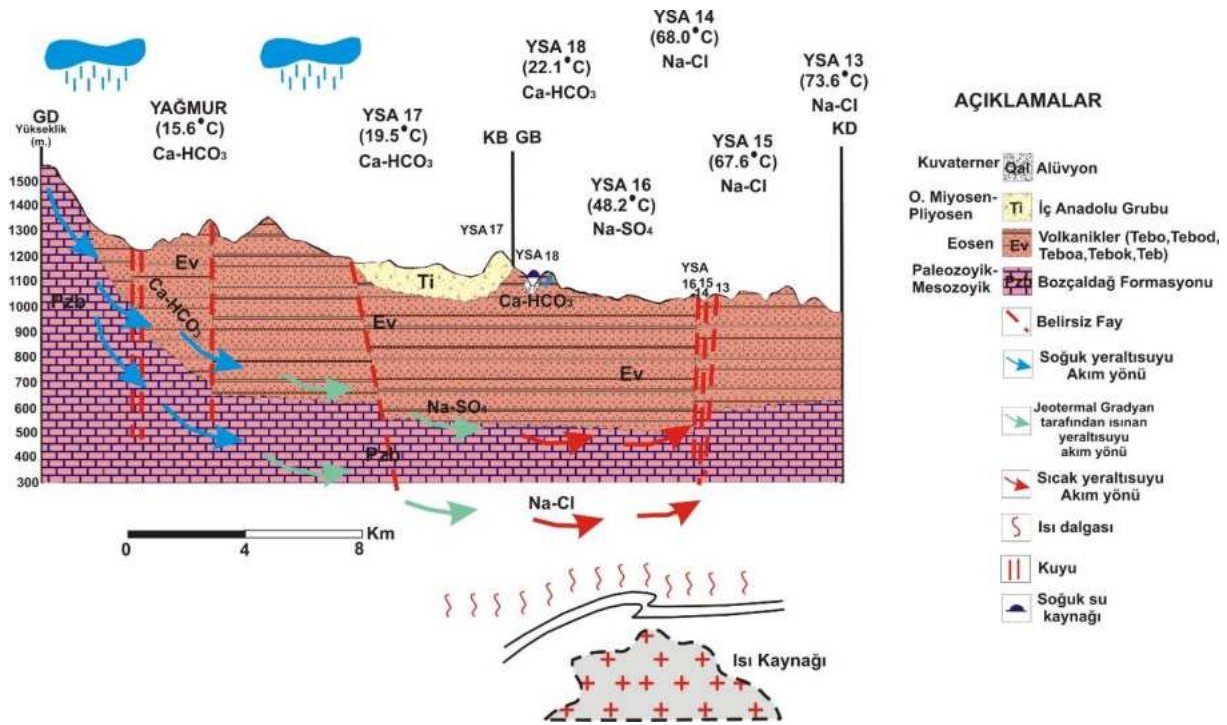


AÇIKLAMALAR

Gç1	Taneli Akifer		
Gç2	Karstik Akifer: YAS bulunduran erimeli-çatlaklı kaya ortam	Örnek yeri	
Gy	Yersel ve sınırlı YAS bulunduran çökel birimler	Dere	
Ga	Az miktarda YAS bulunduran çatlaklı birimler	Yol	
Gz	YAS bulundurmayan birimler	Yerleşim Alanı	



Şekil 20: Saraykent Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası



Şekil 21: Saraykent Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (Özulukale Ve Şimşek, 2016)

1.5.4. Hidrojeokimyasal Özellikler

Saraykent jeotermal alanında Özulukale ve Şimşek (2015a) tarafından yapılan çalışmada yapısal deformasyonun yoğun olduğu kırık ve fay zonlarının yerel olarak geliştiği kısımlarda Eosen yaşlı volkanitler (riyolit, bazalt, andezit) jeotermal akışkan için rezervuar oluşturduğu belirtilmektedir. Çalışmada, PhreeqC (Parkhurst ve Appelo, 2013) programı ile yapılan doygunluk hesaplamasıyla oluşturulan doygunluk indisi diyagramında sahadaki kayaç litolojileri de dikkate alınarak minerallerin su örnekleme noktalarında kalsedon ve kuvarsa doygun; kalsit, aragonit, dolomit ve talka çoğu örnekleme noktalarında doygun oldukları belirlenmiştir. Bu durum, suların dolaşım süreleri boyunca metamorfitlere ait mermerler ve volkanitler ile uzun süre temas ettiği düşünülmektedir. Elde edilen bu sonuçlara göre, yüzeye çıkan sıcak suların kabuk yapıcı özellikte oldukları da belirlenmiştir. Ayrıca, anhidrit, jips, halit ve silvin minerallerini ise çözme eğiliminde oldukları da belirlenmiştir (Özulukale ve Şimşek, 2015a). Bu çalışmada Saraykent sıcak ve mineralli sularının meteorik kökenli olduğu tespit edilmiştir. Saraykent jeotermal sularının tridyum içeriği 0,00 ile 0,40 TU arasında değiştiği belirlenmiştir. Jeotermal suların düşük trityum içeriği, kaynakların nispeten uzun süreli bir geçiş süresine ve derin dolaşıma sahip sular olduğunu göstermektedir (Özulukale ve Şimşek, 2015a; Özulukale ve Şimşek, 2016).

1.5.5. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen Çalışmalar

Bölgede daha önce yapılmış araştırmalar ile rezervuarın dikey/yanal yayılımı ve karakteristikleri tespit edilmiştir. Saraykent jeotermal alanında dört adet kuyu bulunmaktadır. Bu kuyulardan sadece bir adedi kullanılmaktadır. Mevcut kuyulardan bir tanesinin debisi düşük olup kullanımı mümkün olmayabilir. Saraykent jeotermal alanında yeni kuyu açılması yerine mevcut kuyuların uygun kullanım alanlarında değerlendirilmesi daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Gelişen şartlara bağlı olarak yeni kuyu açılması planlanırsa bu durumda gerekli jeolojik ve jeofizik araştırmalar yapılmalıdır.

1.6. Akdağmadeni Jeotermal Alanı

Akdağmadeni Yozgat il merkezinin yaklaşık olarak 104 km güneydoğusundadır. Yozgat'ın doğusunda yer alan ve Sivas ile sınır ilçesi olan Akdağmadeni ilçesinin Karadikmen köyünde jeotermal kaynak çıkışları bulunmaktadır (Şekil 22). Kaynaklar bölgede gelişen KB-GD, KD-GB ve D-B doğrultulu tektonik hatlar boyunca çıkmaktadır (MTA, 2005). Karadikmen köyünün güneydoğusunda 30-39°C sıcaklıklarında toplam debisi 0,37 l/sn olan Ilıca kaynaklar grubu, 27.5°C ve 0.07 l/sn debide Uyuz (Çamur) ılıcası ve 32.7 °C ve 0,3 l/sn debide Çalışkan (Muşali kalesi) ılıcası bulunmaktadır (MTA, 2005).

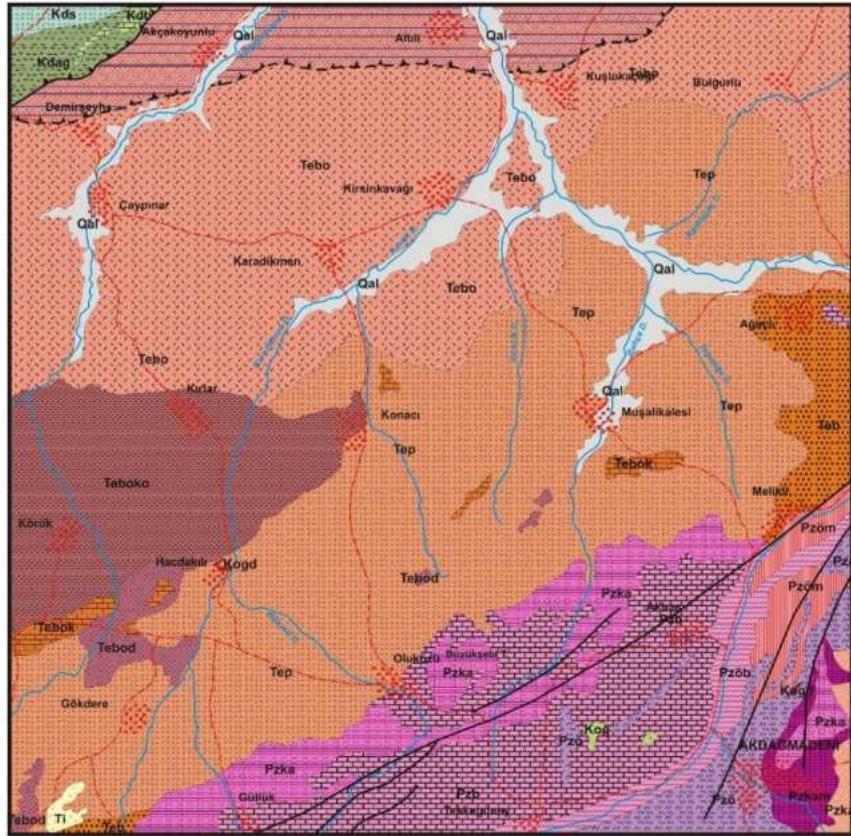


Şekil 22: Akdağmadeni-Karadikmen Konumu

Özulukale ve Şimşek, (2015b) tarafından yapılan çalışmada Karadikmen köyünde 47,7 °C sıcaklığa sahip bir adet kuyudan bahsedilmektedir. Ancak, Yozgat ilinde proje kapsamında istenilen bilgilerde bu kuyuya ait bilgi bulunmamaktadır.

1.6.1. Jeolojik Özellikler

Akdağmadeni jeotermal alanında Paleozoyik yaşlı Kırşehir Masifi'ne ait metamorfik kayalar temel kayaları oluşturmaktadır. Bölgede yüzeyleyen en yaşlı birim Kaleboynu formasyonu'dur. *Kaleboynu formasyonu (Pzka)* biyotitli-granatlı gnays, amfibol şist, mermer, muskovit şist vd. kaya türlerinden oluşmaktadır (Dalkılıç vd., 2008). Formasyonu Akdağmadeni ilçesinin batısında yüzeylemektedir. Akdağmadeni güneyinde bu formasyonun Mermer üyesi ve Sarıkavak üyesi bulunmaktadır (Şekil 23). *Sarıkavak üyesi (Pzkas)* gnays ve seyrek mermer ara bantlarından oluşmaktadır. *Mermer üyesi (Pzkam)* mermer ve kalkıştitten oluşmaktadır. Kaleboynu formasyonunun üzerinde Akdağmadeni ilçe merkezi ve kuzey ve güneyinde Özerözü formasyonu bulunmaktadır. *Özerözü formasyonu (Pzö)* genelde amfibol şist, amfibolit, mermer, gnays ve üst seviyelerinde yer yer ultrabazik bloklu şistlerden oluşmaktadır. Formasyon içerisindeki mermerler; *Mermer üyesi (Pzöm)*, bazik ve ultrabazik bloklu kesimi ise *Bloklu şist üyesi (Pzöb)* olarak adlandırılmıştır. Özerözü formasyonunun üzerinde Bozçaldağ formasyonu yer alır. *Bozçaldağ formasyonu (Pzb)* mermerlerden oluşmaktadır. Orta Anadolu garnitoyitleri Akdağmadeni batısında küçük alanlarda yüzeylemektedir. *Orta Anadolu Garnitoyitleri (Kog)* farklı batolit, pluton, stok, damar vb. şekillerde yüzeyleyen granit, granodiyorit, monzonit, kuvarsmonzonit, tonalit, granit porfir bileşimli derinlik ve yarı derinlik kayalarından oluşmaktadır. Akdağmadeni kuzeyinde Melikli ve Ağacli köyleri çevresinde Baraklı formasyonu yüzeylemektedir. *Baraklı formasyonu (Teb)* çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşından oluşmaktadır. Akdağmadeni kuzeybatısında geniş alanlarda Pazarcık volkanitleri bulunmaktadır. *Pazarcık volkanitleri (Tep)* aglomera, tuf, bazalt ve andezitten oluşmaktadır. Karadikmen köyü ve çevresinde geniş alanlarda Boğazköy formasyonu yüzeylemektedir. *Boğazköy formasyonu (Tebo)* konglomera, kumtaşı, kiltası ve çamurtaşından oluşmaktadır. Bu formasyonun üyesi olan Dolak üyesi Karadikmen kuzeyinde geniş alanlarda yüzeylemektedir. *Dolak üyesi (Tebodo)* kumtaşı, çamurtaşı, çakıltası ve blok içermektedir. Boğazköy formasyonunun Konacı kırıntılı üyesi Karadikmen köyü güneydoğusunda bulunan Konacı köyü ve çevresinde yüzeylemektedir. *Konacı kırıntılı üyesi (Teboko)* çakıltası, kumtaşı, kiltası, killi kireçtaşından oluşmaktadır. Karadikmen köyü güneydoğusunda uzanan Kavak deresi yatağı boyunca alüvyon (Qal) birim gözlenmektedir.



AÇIKLAMALAR

- | | | |
|---------------|---|----------------|
| Qal | Alüvyon | N
1/100.000 |
| Ti | İç Anadolu Grubu | |
| Kds | Sarımbey volkanit üyesi: Andezit, bazalt vb. | |
| Kdb | Boyalık kireçtaşı üyesi: Kireçtaşı, killi kireçtaşı | |
| Kdağ | Aglomera üyesi: Aglomera, tuf, volkanik elemanlı kumtaşı | |
| Tebö | Boğazköy Formasyonu: Çakıltaşı, kumtaşı, kireçtaşı, volkanik kayalar vb. | |
| Tebok | Kireçtaşı üyesi: Fosilli kireçtaşı, siltli kireçtaşı, masif kireçtaşı vb. | |
| Tebod | Dasit üyesi: Andezit, dasit, riyoit, tuf | |
| Teboko | Konacı kırıntılı üyesi: Çakıltaşı, kumtaşı, killi kireçtaşı | |
| Tebodo | Dolak üyesi: Kumtaşı, çamurtaşı, çakıltaşı | |
| Tep | Pazarcık volkanitleri: Andezit ve piroklastik kayalar | |
| Tab | Baraklı Formasyonu: Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı | |
| Kog | Orta Anadolu Granitoyitleri: Granit, granodiyorit, diyorit, monzonit | |
| Kogd | Granitoidik dayklar: Aplitik, pegmatitik ve sienitik dayklar | |

- | | | | | | |
|-------------|--|-------------|--|--------------|---|
| Pzö | Bozcaada Formasyonu: Mermer, kalkışit, yersel kuvarsit | Pzöm | Mermer üyesi: Mermer | Pzkas | Sarıvak üyesi: Biotitli gnays, mermer, amfibol şist vb. |
| Pzö | Özerözü Formasyonu: Amfibolit, mermer, gnays, amfibol şist vb. bazik ve ultrabazik bloklar | Pzka | Kaleboynu Formasyonu: Biotitli granatlı gnays, amfibol şist, mermer, muskovit şist vb. | | |
| Pzöb | Bloklü şist üyesi: Gnays, amfibol şist (bazik, ultrabazik bloklü) | Pzka | Mermer üyesi: Mermer, kalkışit | | |
- | | | | |
|--|----------------|--|-----|
| | Dere | | Yol |
| | Yerleşim Alanı | | Fay |

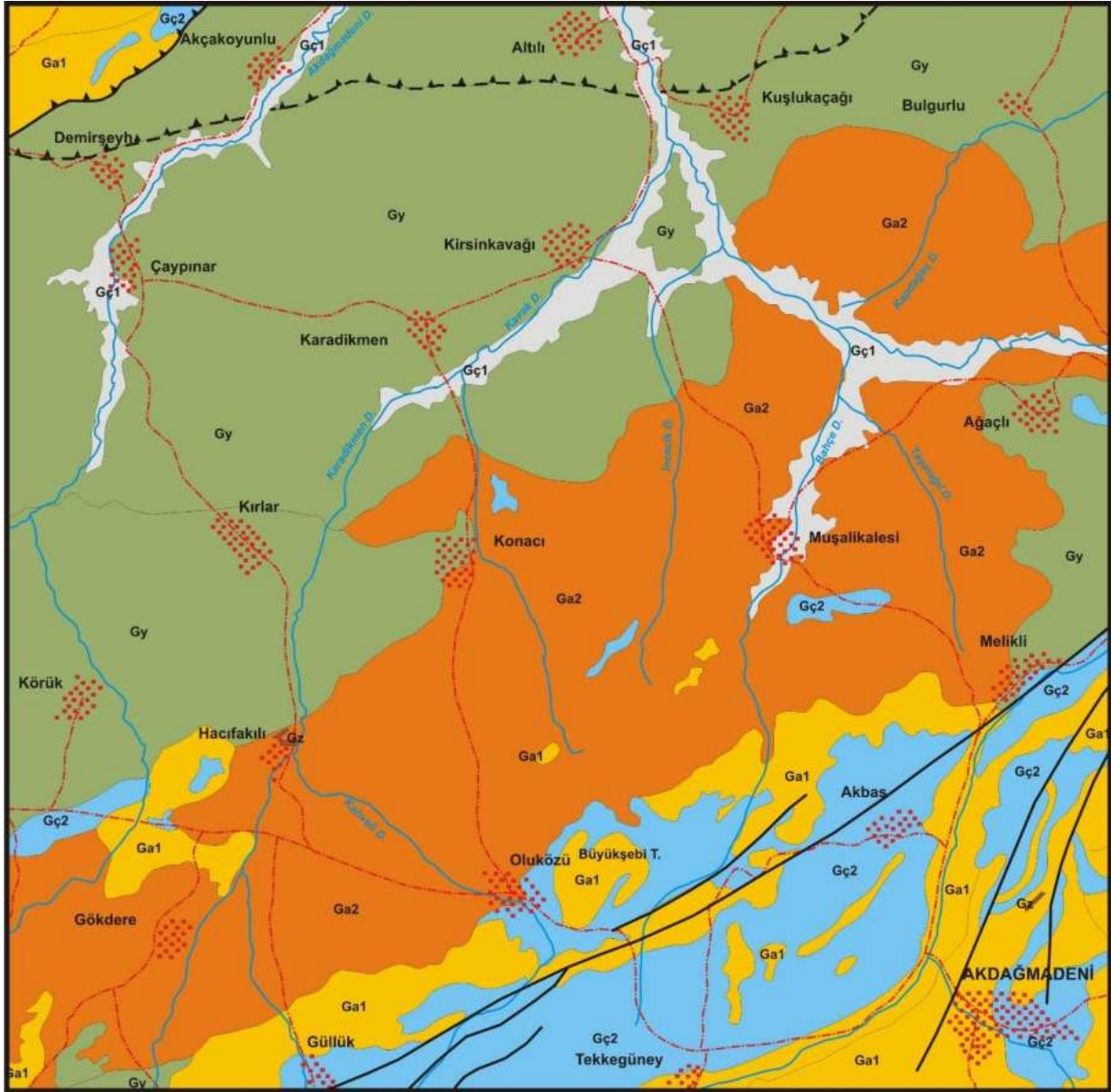
Şekil 23: Akdağmadeni-Karadikmen Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Dalkılıç Vd., 2008)

1.6.2. Hidrojeolojik Özellikler

Benzer litolojilerden (çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, silttaşı, kiltası) oluşan Boğazköy formasyonu, Konacı kırıntılı üyesi, Dolak üyesi ve Baraklı formasyonu “*yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran çökel birimler*” olarak adlandırılmışlardır. Bu formasyonlar içerisindeki gevşek çimentolanmış, kırıklı-çatlaklı kumtaşı ve çakıltaşı seviyeleri yersel olarak yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Kiltası, silttaşı ve çamurtaşı, seviyeleri ise geçirimsiz birimlerdir. Pazarcık volkaniti “*az miktarda yeraltı suyu bulunduran volkanik birimler*” olarak adlandırılmıştır. Bu birim içerisindeki tuf ve andezit seviyeleri bir miktar yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Genel olarak amfibol, şist, gnays, granit, granodiyorit vb. kaya türlerinden oluşan Kaleboynu ve Özerözü formasyonları ile Bloklü şist üyesi, Sarıkavak üyesi ve Orta Anadolu granodiyoritleri “*az miktarda yeraltı suyu bulunduran çatlaklı birimler*” olarak adlandırılmıştır. Bu birimlerdeki şist seviyeleri bir miktar yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Mermerlerden oluşan Bozçaldağ formasyonu ile Kaleboynu formasyonu ve Özerözü formasyonlarının mermer üyeleri tek bir birim altında toplanarak hidrojeoloji haritasında “*karstik akifer*” olarak adlandırılmıştır (Şekil 24). Mermerlerden oluşan bu birimlerde geçirimsizlik kırıklar, çatlaklar ve kırık kontrollü karstlaşma ile artmaktadır. Alüvyon yayılımları ve içerisindeki çakıl-kum seviyelerinin kalınlığına bağlı olarak önemli miktarlarda yeraltı suyu bulundurabilmektedir ve “*taneli akifer*” olarak tanımlanmıştır.

1.6.3. Kavramsal Model

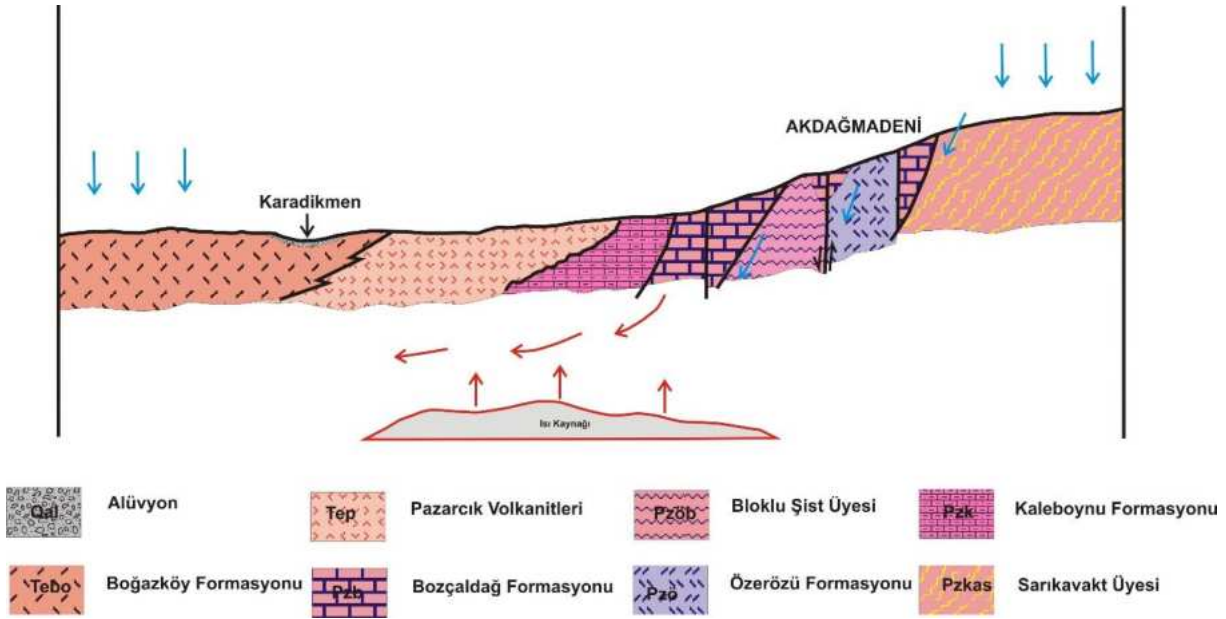
Akdağmadeni jeotermal alanında jeotermal akışkanların depolandığı rezervuar Paleozoyik yaşlı Bozçaldağ formasyonuna ait mermerdir. Isı kaynağı jeotermal gradyan ve magmatik kaya sokulumlarıdır. Bölgedeki örtü kayalar Eosen yaşlı tuf birimleri, kil ve marn gibi sedimanter birimler ile Miyosen-Pliyosen karasal çökellerdir (Özülükale,2017; Şekil 25). Özülükale (2017) tarafından yapılan doktora tezinde Akdağmadeni jeotermal alanında sıcak suların soğuk sulara göre daha düşük $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$ ve $\delta^3\text{H}$ izotop değerlerine sahip olduğu ve bu durumun jeotermal rezervuardaki sıcak suların daha yüksek kotlardan beslendiğini ve uzun yeraltı suyu dolaşım süresine sahip olduğunu gösterdiği belirtilmiştir. Bu alanda sıcak suların $\delta^2\text{H}$ içeriğine göre hesaplanan muhtemel beslenme yükseltisinin ortalama 1.768 ve 1.905 m aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu yükseklik bölgede Akdağmadeni Horstuna karşılık gelmektedir.



AÇIKLAMALAR

 Gç1	Taneli Akifer	 Ga2	Az miktarda YAS bulunduran volkanik birimler	 1/100.000
 Gç2	Karstik Akifer: YAS bulunduran erimli-çatlaklı kaya ortam	 Gz	YAS bulundurmeyen birimler	
 Gy	Yersel ve sınırlı YAS bulunduran çökel birimler		Dere	 Yerleşim Alanı
 Ga1	Az miktarda YAS bulunduran çatlaklı birimler		Yol	 Fay

Şekil 24: Akdağmadeni-Karadikmen Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası



1.6.4. Hidrojeokimyasal Özellikler

Akdağmadeni-Karadiken jeotermal alanında Özulukule ve Şimşek (2015b) tarafından yapılan araştırmada Sıcak ve mineralli su örneklerinin Na ve K iyonları ile SO_4 ve Cl iyonları ile zengin ve derin dolaşım sistemini yansıtan sular olduğu belirtilmektedir. Li ve B iyon derişimlerinin derin dolaşım jeotermal sularda arttığı ve B iyonunun sulara volkanitlerdeki veya Eosen yaşlı örtü birimlerindeki minerallerden geçmiş olabileceği belirtilmiştir. Akdağmadeni jeotermal sularının PhreeQC (Parkhurst ve Appelo, 2013) programı ile yapılan doygunluk indeksi hesaplamalarına göre jeotermal su örneklerinin kalsedon, kuvars, kalsit ve aragonite doygun; bazı örneklerin talk mineraline, bazı örneklerin ise florit mineraline doygun oldukları belirlenmiştir. Bu durumda suların dolaşım süreleri boyunca metamorfitlere ait mermerler ve volkanitler ile uzun süre temas ettiği düşünülmektedir. Elde edilen bu sonuçlara göre, yüzeye çıkan sıcak suların doygun oldukları minerallerde kabuk yapıcı özellikte olabilecekleri de belirlenmiştir. Ayrıca, anhidrit, dolomit, jips, halit, sepiyolit ve silvin minerallerini ise çözme eğiliminde oldukları da belirlenmiştir (Özulukule ve Şimşek, 2015b).

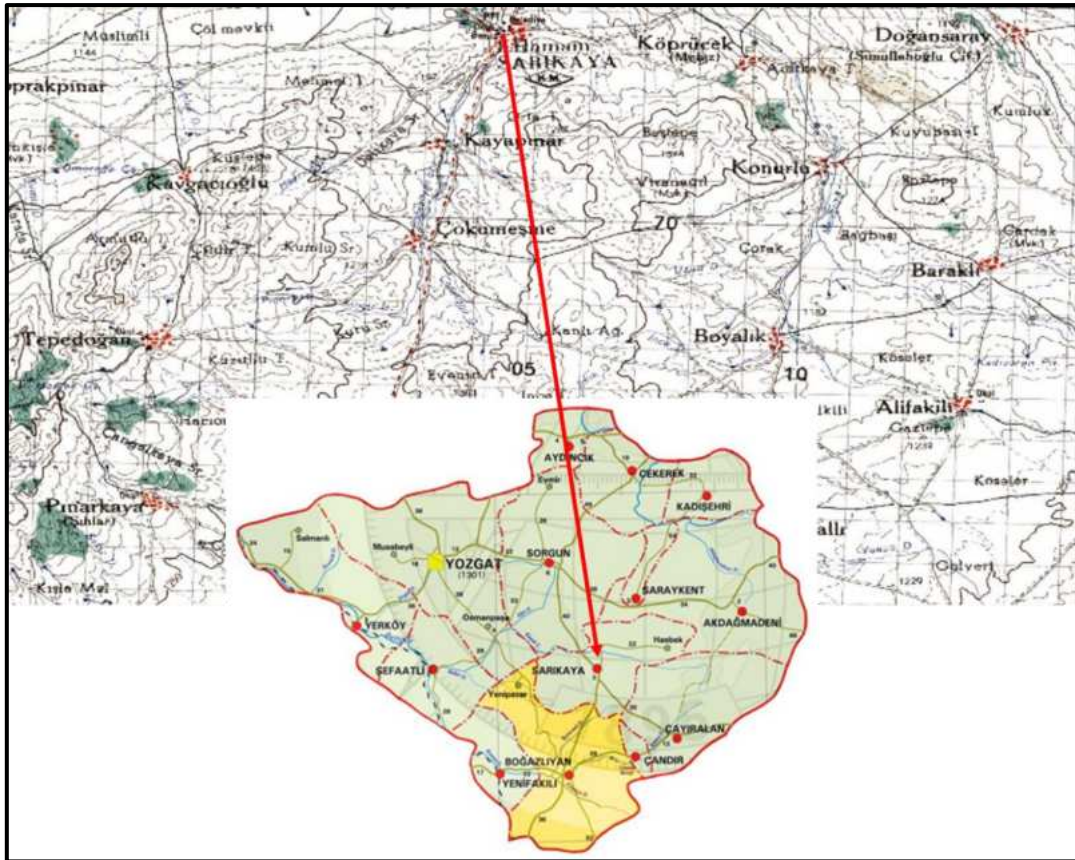
1.6.5. Sahanın Geliştirilmesi için Öngörülen Çalışmalar

Akdağmadeni-Karadiken jeotermal alanında doğal kaynak boşalimleri bulunmaktadır. Bu kaynakların mevcut durumda kullanımları yeniden irdelenerek en uygun ve bölge ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde değerlendirilmesi için planlamalar yapılmalıdır. Gelişen şartlara bağlı olarak yeni kuyu açılması planlanırsa bu durumda gerekli jeolojik ve jeofizik araştırmalar yapılmalıdır. Sahada jeotermal kaynak araştırması için uygulanan jeofizik etüt bulunmamaktadır. Yüzejeolojisinde belirlenen örtü kaya,

rezervuar kaya, ısı kaynağı gibi jeotermal bileşenlere yönelik yeraltı bilgisinin elde edilmesi ve konumunun belirlenmesi amacıyla jeofizik DES, SP ve MT gibi aletsel ölçümlerin yapılması önemlidir. Ayrıca, alandaki akışkanın yüze ulaşmak için kullandığı tektonik unsurları belirlemek, jeoloji ve jeofizik çalışmalarını destekleyici veri toplamak üzere toprakta gaz ölçümleri yapılması faydalıdır. Bu araştırmalar ile elde edilen veriler ışığında yeni kuyu yeri önerilebilir.

1.7. Sarıkaya Jeotermal Alanı

Sarıkaya ilçesi Yozgat ilinin 80 km güneydoğusunda bulunmaktadır (Şekil 26). Eski raporlarda Sarıkaya jeotermal alanında iki adet doğal kaynak çıkışından bahsedilmektedir (MTA, 2005). Bu raporda Kaplıca kaynağının 48 °C sıcaklık ve 15 l/sn debi, Uyuz kaynağı ise 48 °C sıcaklık ve 7 l/sn debiye sahip olduğu belirtilmiştir. Güncel verilere göre Sarıkaya jeotermal alanında 9 adet jeotermal kuyu bulunmaktadır. SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-5 kuyuları termal ısıtma amacıyla açılan fakat fazla su çekilmesi dolayısıyla kuyularda soğuma meydana gelmiş kuyular kullanılmamaktadır. Bu kuyulardan SK-2, SK-7, SK-8 ve SK-9 nolu kuyular verimsizdir. Diğer kuyulara ait veriler Tablo 10'da verilmiştir. Sadece SK-6 kuyusu termal turizmde kullanılmaktadır. Faal durumdaki kuyuların tamamı Sarıkaya merkezde bulunmaktadır (Şekil 27).



Şekil 26: Sarıkaya Jeotermal Alanı Konumu

Tablo 10: Sarıkaya Jeotermal Alanında Açılan Kuyular

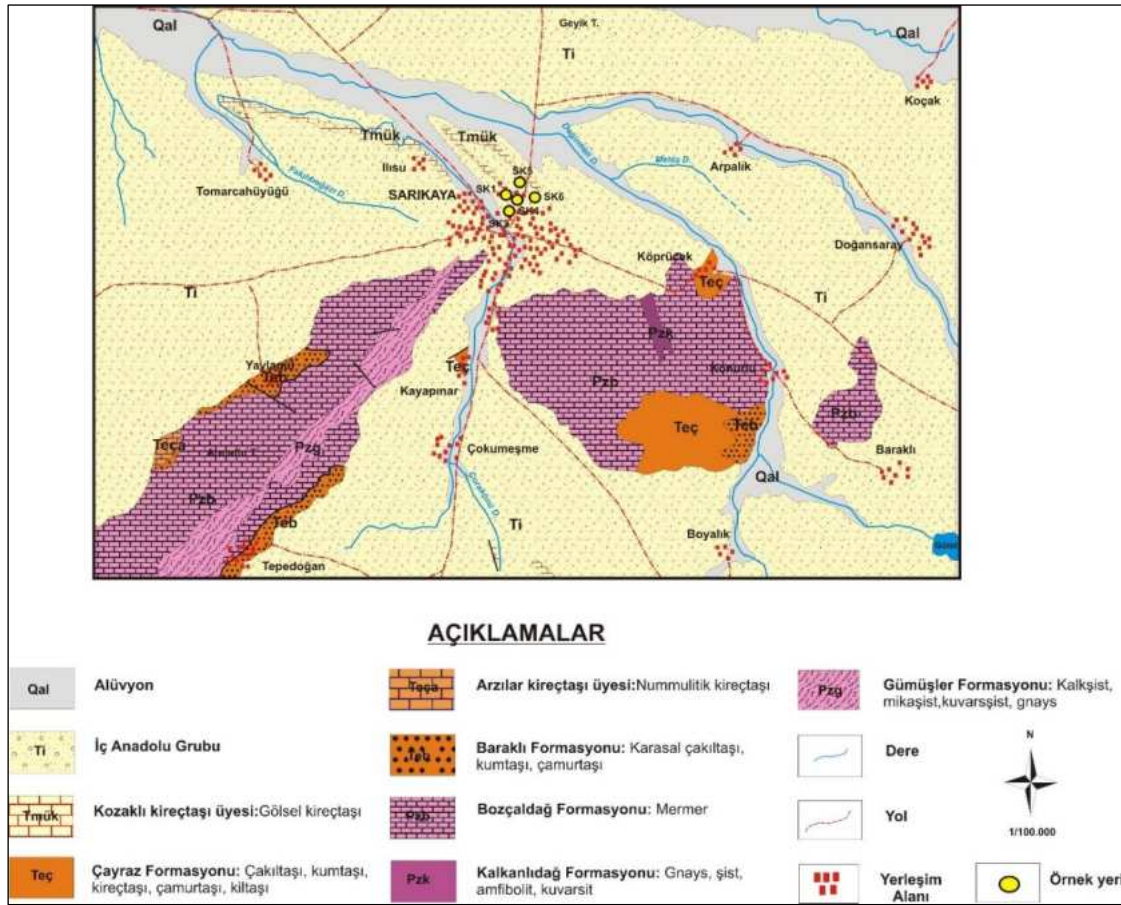
Kuyu Adı	Tarih	Derinlik(m)	Sıcaklık(°C)	Debi(l/sn)
SK-1	2003	141	28.5	45
SK-3	2003	292	24	90
SK-4	2003	190	36.5	45
SK-5	2003	280	39.4	45
SK-6	2003	184	47	35



Şekil 27: Sarıkaya Jeotermal Alanında Jeotermal Kuyuların Konumları

1.7.1. Jeolojik Özellikler

Sarıkaya jeotermal alanında Kırşehir masifine ait Paleozoyik yaşlı Gümüşler, Kabaktepe ve Bozçaldağ formasyonları yüzeylemektedir. *Gümüşler formasyonu (Pzg)* Kırşehir masifinin kalksilikatik gnays, gnays, kuvarsit, feldispatik şist, mikaşist, amfibolşist ve az oranda mermerden oluşan seviyeleridir (Göncüoğlu, 1977; Dönmez vd, 2005e). Gümüşler formasyonu Boğazlıyan güneyi ve kuzeybatısında gözlenmektedir (Şekil 28). *Kabaktepe formasyonu (Pzk)* şist ve mermerlerle ardalanmalı olarak bulunan kuvarsitlerden oluşmaktadır. *Bozçaldağ formasyonu (Pzb)* mermer ve rekrystalize kireçtaşlarından oluşmaktadır. Birim Sarıkaya güneyinde geniş alanlarda yüzeylemektedir.



Şekil 28: Sarıkaya Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Dönmez Vd. 2005e, Akçay Vd., 2008b)

Tersiyer öncesi birimleri uyumsuzlukla örten *Baraklı formasyonu* (Teb) çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşından oluşan linyitli karasal çökellerden oluşmaktadır. *Çayraz formasyonu* (Teç) çakıltaşı, kumtaşı, siltaşı, kiltası, marn ve kireçtaşından oluşmaktadır. Çayraz formasyonu Dönmez vd., (2005a) tarafından verilen Çevirme formasyonu ile eşdeğerdir. *Arzılar kireçtaşı üyesi* (Teç) sarı, beyaz, bej renkli, orta-kalın katmanlı yer yer masif egemen olarak kireçtaşından oluşan birimdir. Arzılar kireçtaşı üyesi Kara (1991) tarafından tanımlanan Dulkadirli kireçtaşı üyesi ile eşdeğerdir. Bölgede çok geniş alanlarda İç Anadolu Grubu (Ti) yüzelemektedir. İç Anadolu bölgesinde Neojen yaşlı karasal çökeller bazı alanlarda ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Ancak, bazı alanlarda ise akarsu, göl karasal fasiyesleri ve stratigrafik özellikleri yeterince ayrıntılı çalışılmamıştır. Bu nedenle 1/100000 ölçekli jeoloji haritalarında oluşabilecek sorunların çözümü için İç Anadolu bölgesindeki Orta Miyosen-Pliyosen yaşlı ayrılmamış karasal fasiyesler İç Anadolu grubu olarak adlandırılmıştır. Bu birim önceki çalışmalarda Kızılırmak formasyonu olarak incelenmiştir. Sarıkaya kuzeyinde şerit halinde Ürgüp formasyonunun Kozaklı kireçtaşı üyesi bulunmaktadır. Ürgüp formasyonu içinde yatay konumlu bant ve mercekler şeklinde yer alan killi kireçtaşı düzeyleri *Kozaklı kireçtaşı üyesi* (Tmük) olarak adlandırılmıştır. En genç

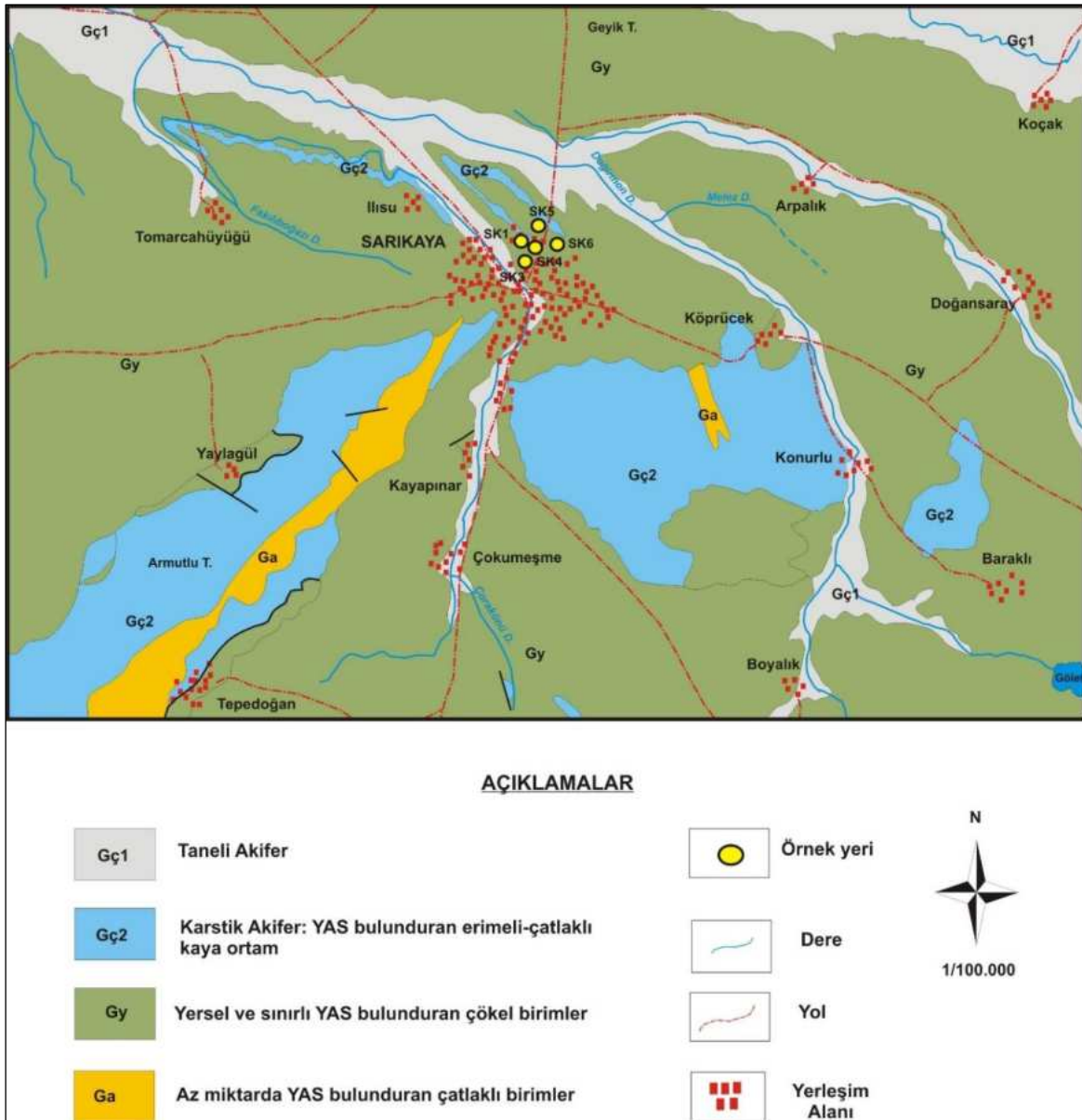
oluşumlar olan Alüvyon (Qal) vadi ve akarsu yataklarıyla ova düzlüklerindeki çakıl, kum, kil depolanmalarıdır.

1.7.2. Hidrojeolojik Özellikler

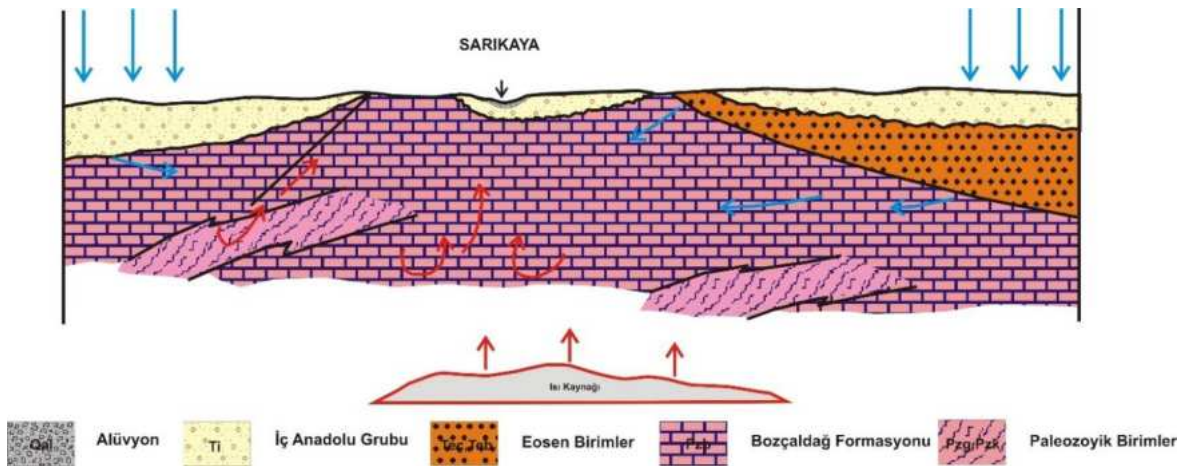
Gnays, şist, kuvarsit, mikaşist ve az oranda da mermerlerden oluşan Gümüşler ve Kabaktepe formasyonları hidrojeoloji haritasında “*az miktarda yeraltı suyu bulunduran çatlaklı birimler*” olarak adlandırılmıştır (Şekil 29). Bu birimler kırıklı çatlaklı oldukları durumda bir miktar yeraltı suyu içerebilmektedirler. Benzer litolojilerden (çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, silttaşı, kiltası) oluşan Baraklı, Çayraz formasyonları ve İç Anadolu grubu “*yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran çökel birimler*” olarak adlandırılmışlardır. Bu formasyonlar içerisindeki gevşek çimentolanmış, kırıklı-çatlaklı kumtaşı ve çakıltaşı seviyeleri yersel olarak yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Kiltası, silttaşı ve çamurtaşı, seviyeleri ise geçirimsiz birimlerdir. Bozçaldağ mermerleri, Arzılar ve Kozaklı kireçtaşı üyeleri ile traverten “*karstik akifer*” olarak adlandırılmıştır. Bu birimlerde geçirimsizlik kırıklar, çatlaklar ve kırık kontrollü karstlaşma ile artmakta ve önemli akifer niteliği taşımaktadırlar. Alüvyon yayılımları ve içerisindeki çakıl-kum seviyelerinin kalınlığına bağlı olarak önemli miktarlarda yeraltı suyu bulundurabilmektedir ve “*taneli akifer*” olarak tanımlanmıştır.

1.7.3. Kavramsal Model

Jeotermal sistem ısı kaynağı, ısıyı yeraltından yüze taşıyan akışkan, akışkanın depolanabileceği bir rezervuar kaya ve ısıyı korumayı sağlayan bir örtü kayacından oluşmaktadır. Isı kaynağı yüksek sıcaklıklı (>600 °C) ve yüze yakın kısımlara ulaşabilen (5-10 km) magmatik sokulumlar olabileceği gibi, düşük sıcaklıklı sistemlerde de derinlikle birlikte artan normal sıcaklık (jeotermal gradyan -ortalama 2,5-3°C /100 m) olabilir. Bölgede yeraltına sızan meteorik kökenli suyun derinlerde ısıtıldıktan sonra sistemin rezervuar kayacı olan Bozçaldağ formasyonu içerisinde depolanmaktadır. Bölgede jeotermal sistemin ısı kaynağı jeotermal gradyan ve magmatik kayaç sokulumlarıdır. Sistemin örtü kayacını ise geçirimsiz özellikteki Eosen, Miyosen ve Pliyosen birimler (Baraklı, Çayraz formasyonları ve İç Anadolu grubu) oluşturmaktadır (Şekil 30).



Şekil 29: Sarıkaya Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası



Şekil 30: Sarıkaya Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (Ölçeksiz)

1.7.4. Hidrojeokimyasal Özellikler

Sarıkaya jeotermal alanında bir adet kuyu ve Uyuz Hamamı kaynağından Nisan 2019 tarihinde yeraltı suyu örneği alınmıştır. Örnek alım işlemleri sırasında arazide ölçülen parametreler olan sıcaklık kuyu suyunda 60,2 °C, kaynak suyunda 50,3°C; elektriksel iletkenlik (EC) değerleri kuyu suyunda 1.104 µS/cm, kaynak suyunda 1.042 µS/cm ve pH değerleri kuyu suyunda 8,22, kaynak suyunda 7,33 olup bazik karakterlidir (Tablo 11). Sarıkaya kuyu sularının kimyasal analiz sonuçlarına göre baskın katyon kalsiyum (Ca^{+2}) olup bunu sodyum (Na^{+}) takip etmektedir. Baskın anyon ise bikarbonat (HCO_3^{-})'dir (Tablo 11; Şekil 31). Jeotermal sularındaki Ca ve HCO_3 artışı mermerler ile ilişkili olarak kaya-su etkileşiminden kaynaklanmaktadır. Sodyum genellikle albit bakımından zengin volkanik kayalardan türetilir (Hem 1970). Cl jeotermal sularda en yaygın görülen anyondur. Klorür, sedimanter kayalarda, özellikle evaporitlerde bulunur.

Sarıkaya kuyu ve kaynak suları Piper diyagramına göre *“iyonların hiçbiri % 50 'yi geçmeyen karışım sularını”* temsil etmektedir ve su sınıfı Ca-Na- HCO_3 -Cl'dur (Şekil 31). Sarıkaya jeotermal alanında tespit edilen majör iyon analiz sonuçları *“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”* (İTASHY, 2005)'teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeleri göre kuyu ve kaynak sularının majör iyon içerikleri limit değerlere uygundur (Tablo 11).

Tablo 11: Sarıkaya Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doymunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı

Majör iyon ve yerinde ölçüm sonuçları

Simge	İlçe	Tanım	EC μS/cm	pH	T °C	Tuz.	ÇO mg/l	TDS mg/l	Ca mg/l	Na mg/l	K mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg/l	CO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	SAR
U-kyn	Sarıkaya	Yozgat İl Özel İdaresi- Uyuz Hamamı Kay.	1042	7,33	50,3	0,53	4,52	518	104,74	73,55	9,72	5,85	252,14	3,75	75,46	140,64	1,89
SK-6	Sarıkaya	Yozgat İl Özel İdaresi	1104	8,22	60,2	0,53	5,93	539	102,54	81,14	11,04	6,15	253,6	1,22	78,53	152,3	2,10
İTASHY 2005			2500							200					250	250	

Ağır metal içerikleri

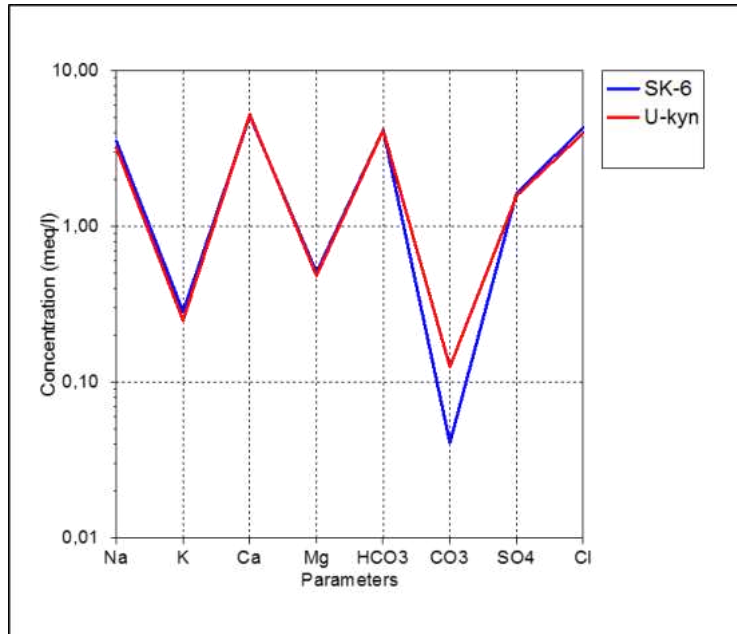
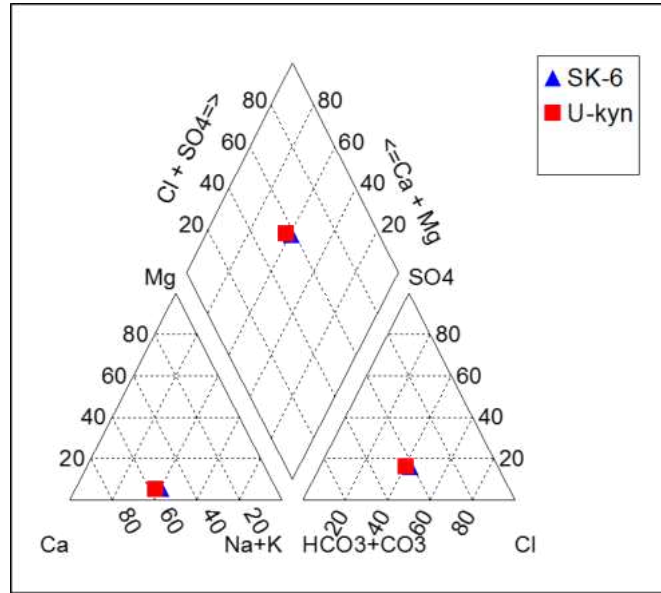
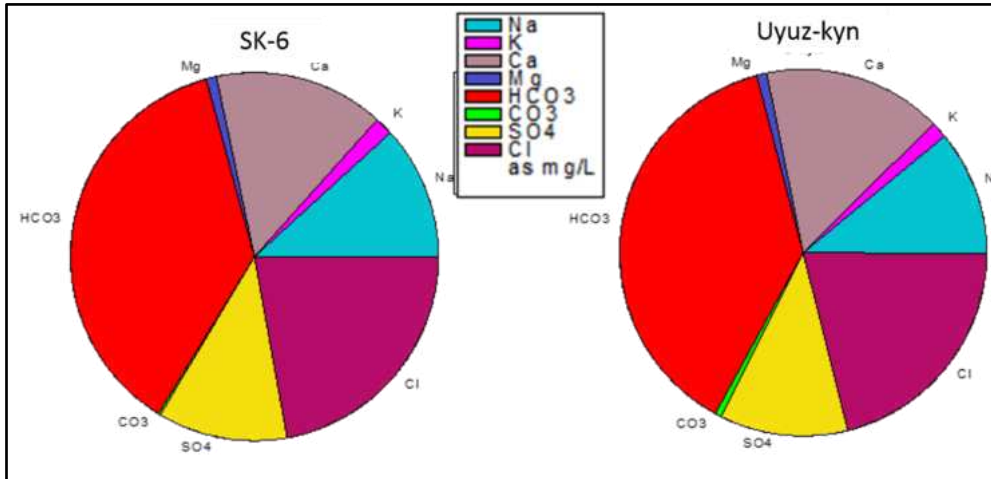
Simge	Al mg/l	As mg/l	B mg/l	Br mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	F mg/l	Fe mg/l	Li mg/l	Ni mg/l	Mn mg/l	P mg/l	Pb mg/l	Si mg/l	Zn mg/l	NO ₃ mg/l
U-kyn	0,008	0,051	0,169	0,47	<0,005	<0,002	2,67	0,15	0,052	<0,002	0,029	<0,01	<0,0005	23,488	0,009	0,54
SK-6	0,007	0,039	0,211	<0,25	<0,005	<0,002	2,84	0,7	0,065	<0,002	0,051	<0,01	<0,0005	22,587	0,003	<0,27
İTASHY 2005	0,20	0,01	1	0,01	2	0,05	1,5	0,2			0,05					50

Doymunluk indisi (SI) değerleri

	Albit	Anhidrit	Aragonit	Kalsit	Kalsedon	Dolomit	Florit	Götit	Jips	Halit	Hematit	Kuars	Siderit	Talk
SK-6	-3,5094	-1,598	1,3332	1,4543	-0,2684	2,201	-0,364	7,6516	-1,6185	-6,579	17,4572	0,0626	-4,2078	6,0476
U-kyn	-2,8433	-1,6842	0,4396	0,5666	-0,1288	0,3854	-0,3027	7,3347	-1,6187	-6,6355	16,7856	0,2276	-2,2587	-0,0279

Majör iyon dizilimi ve su sınıfı

İlçe	Örnek no	Katyon dizilimi	Anyon dizilimi	Su sınıfı
Sarıkaya	U-kyn	Ca>Na>K>Mg	HCO ₃ >Cl >SO ₄ > CO ₃	Ca-Na-HCO ₃ -Cl
Sarıkaya	SK-6	Ca>Na>K>Mg	HCO ₃ >Cl >SO ₄ > CO ₃	Ca-Na-HCO ₃ -Cl



Şekil 31: Sırası ile Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları

1.7.4.1. Doğunluk İndisleri

Termal su örneklerinin doğunluk indisi değerleri AquaChem programının PHREEQC arayüzü ile hesaplanmıştır. Program ile suların albit ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), anhidrit (CaSO_4), aragonit (CaCO_3), kalsit (CaCO_3), kalsedon (SiO_2), dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), florit (CaF_2), götit ($\text{HFeO}_2\text{-FeO}(\text{OH})$), jips ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$), halit (NaCl), hematit (Fe_2O_3), kuvars (SiO_2), siderit (FeCO_3) ve talk ($3\text{MgO}_4\text{SiO}_2\text{H}_2\text{O}$) mineralleri ele alınmıştır. Sarıkaya termal kuyu ve kaynak suları aragonit, kalsit, dolomit, götit, hematit ve kuvars minerallerine doğundur. Sarıkaya termal sularında albit, anhidrit, kalsedon, florit, jips, halit ve siderit mineralleri ise doğunluk altındadır. Bu durum suların kullanıldığı taşıyıcı sistemlerde kalsit, aragonit ve dolomit kabuklaşması görülebileceğini göstermektedir (Tablo 11).

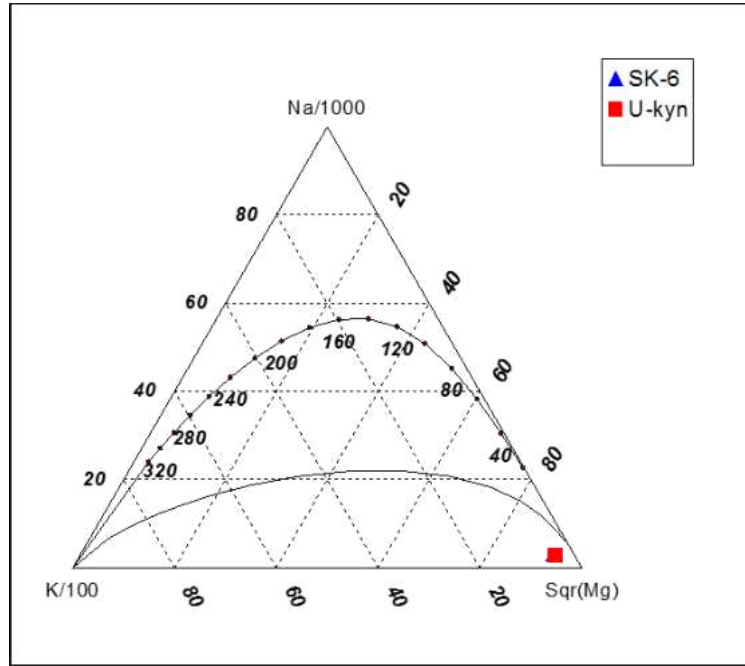
1.7.4.2. Ağır Metaller

Proje kapsamında suların Al, As, B, Br, Cr, Cu, F, Fe, Li, Ni, Mn, P, Pb, Si, Zn ve NO_3 içeriklerinin analizleri de yapılmıştır. Yeraltı suları, etkileşimde olunan kayaç türü, dolaşım süresi, sıcaklık vb. parametrelere bağlı olarak bünyelerine majör element ve ağır metal alırlar. Termal sular özellikle kaplıçalarda kullanılması durumunda içme kürü olarak da değerlendirilmektedir. Bu suların içilmesi özellikle ağır metal içeriklerinin yüksek olması nedeniyle sağlık riski taşımaktadır. Bu nedenle, tespit edilen kimyasal analiz sonuçları "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" (İTASHY, 2005)'teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeleri göre kuyu ve kaynak sularının arsenik (As), florür (F) ve bromür (Br) içeriklerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir (Tablo 11). Kuyu sularında demir (Fe) içeriği de sınır değerlerin üzerindedir. Bu suların uzun süreli içme kürü olarak kullanımında önemli sağlık problemleri yaşanabilecektir.

1.7.4.3. Çözünürlük Jeotermometreleri

Jeotermometre uygulamaları, jeotermal sistemlerde rezervuar sıcaklıklarının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Kimyasal jeotermometreler yeraltındaki sıcaklık ile akışkanlar arasında kaya-su etkileşimine bağlı olarak gelişen kimyasal alış-veriş dengesinin belirlenmesine yardım etmektedir. Jeotermometrelerin sıcak suyun kimyasal yapısına bağlı olarak uygulanabilirliğinin saptanması amacıyla Giggenbach tarafından üçgen şekilli diyagram geliştirilmiştir (Giggenbach, 1983). Bu diyagram ile hem hızlı bir şekilde jeotermometre sonuçları görülebilmekte, hem de katyon jeotermometre bağıntılarının geçerliliği kontrol edilebilmektedir. Diyagram kısaca, su-kayaç ilişkisinin dengede olmadığı (ham sular), su-kayaç ilişkisinin kısmen dengede olduğu (karışmış sular) ve su-kayaç ilişkisinin tam dengede olduğu sular olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır (Tarcan vd., 2000). Giggenbach (1988) ham sular bölgesinde yer alan suların katyon jeotermometre sonuçlarının güvenilir olmayacağına dikkat çekmektedir.

Giggenbach (1988) katyon olgunluk diyagramına göre, Sarıkaya jeotermal alanından alınan sular su-kayaç dengesini kuramamış ham sular bölgesinde yer almaktadır (Şekil 32). Bu nedenle, rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında katyon jeotermometreleri hatalı sonuç verecektir. Sarıkaya jeotermal alanında suların rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında silis jeotermometreleri kullanılmıştır. Kalsedon ve kuvars jeotermometre hesaplamalarına göre beklenebilecek maksimum rezervuar sıcaklıkları 129 °C olarak belirlenmiştir (Tablo 12).



Şekil 32: Sarıkaya Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları

Tablo 12: Sarıkaya Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri

Uygulanan Jeotermometreler		Hazne Sıcaklığı (°C)	
		SK-6	U-kyn
SiO ₂ (Kalsedon)	Fournier 1977	70,17	72,12
SiO ₂ (Kuvars)	Fournier 1977	100,22	102,04
SiO ₂ (Kuvars buhar kyb)	Fournier 1977	101,18	102,75
SiO ₂ (Kuvars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	75,45	77,09
SiO ₂ (Kuvars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	99,86	101,45
SiO ₂	Fournier, Potter, 1982	123,91	129,12

1.7.5. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen Çalışmalar

Sarıkaya jeotermal alanında doğal kaynak çıkışı ve 9 adet jeotermal kuyu bulunmaktadır. SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-5 kuyuları termal ısıtma amacıyla açılan fakat fazla su çekilmesi dolayısıyla kuyularda soğuma meydana gelmiş kuyular kullanılmamaktadır. Bu kuyulardan SK-2, SK-7, SK-8 ve SK-9 nolu kuyular verimsizdir. Sadece SK-6 kuyusu termal turizmde kullanılmaktadır. Bu alanda yapılan jeotermal kuyu açılması geçmişine bakıldığında hatalar yapıldığı görülmektedir. Bu kuyuların açılması sırasında yapılan jeolojik ve jeofizik araştırma sonuçları (mevcut ise) temin edilmelidir. Bu veriler ile soğuma yaşanan ve verimsiz olan kuyulardaki problemler tespit edilerek yeni kuyu açılması konusunda değerlendirmeler yapılmalıdır. Elde edilen bu veriler bölgenin jeotermal potansiyelinin geliştirilip geliştirilemeyeceği konusunda fikir verecektir.

1.8. Yerköy-Güven Jeotermal Alanı

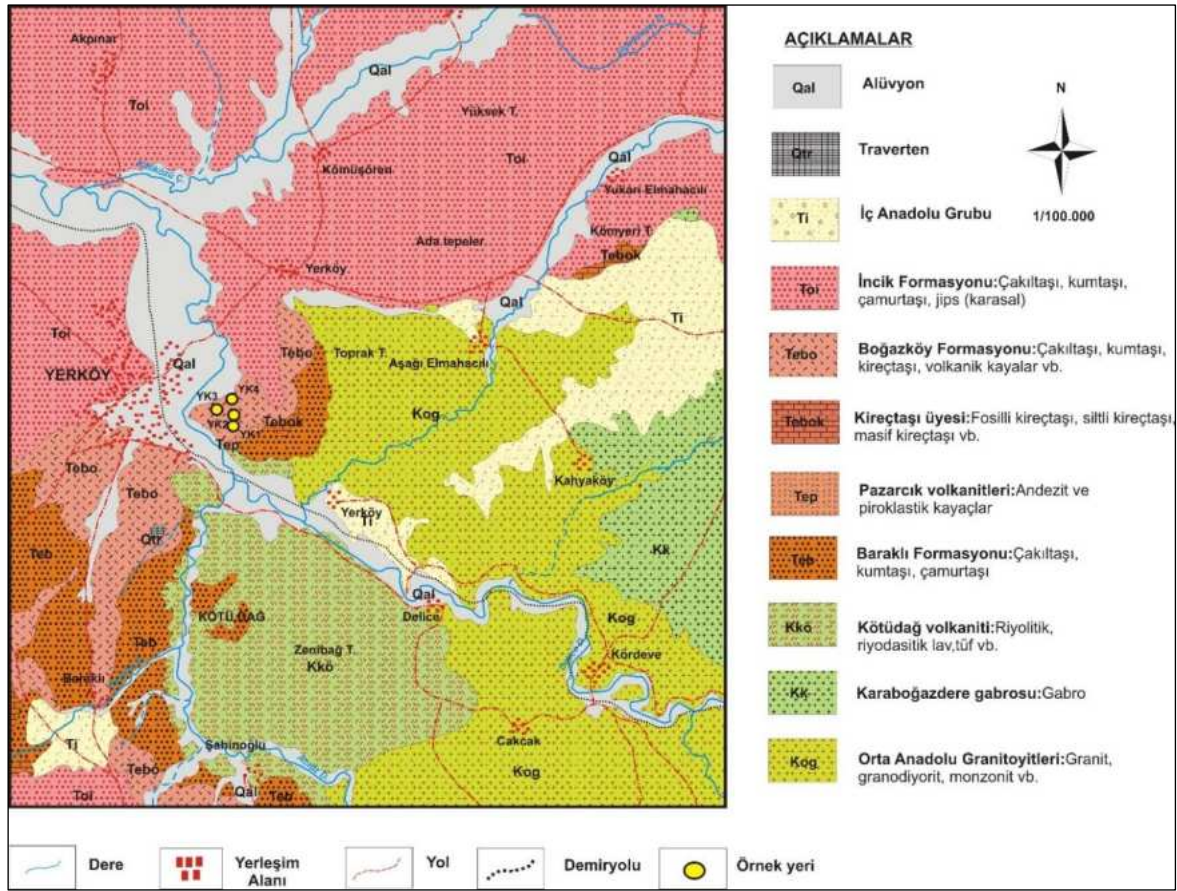
Yerköy ilçesi Yozgat ilinin 42 km güneybatısındadır (Şekil 33). Yerköy-Güven jeotermal alanında MTA (2005) raporuna göre üç adet kaynak bulunmaktadır. Sıcaklıkları 41-45 °C arasında değişen Aslanagzı, Çamur ılıcası ve DSİ sondajı olarak isimlendirilen kaynakların debilerinin düşük olduğu bölgede açılan kuyuların işletmeye alınmasıyla kuruduğu belirtilmektedir. Bölgede 1993 yılında YK-1 kuyusu açılmıştır. Bu kuyu günümüzde sit alanı içerisinde kaldığı için kullanılmamaktadır. YK-2, YK-3 ve YK-4 kuyuları Yozgat il özel idaresine aittir (Şekil 34; Tablo 13).

Tablo 13: Yerköy Jeotermal Alanında Açılan Kuyular

Kuyu Adı	Tarih	Derinlik(m)	Sıcaklık(°C)	Debi(l/sn)
YK-1	1993	250	47	10
YK-2	2006	550	54	45
YK-3	2007	750	56	55
YK-4	2008		67.3	25
YK-5	Koyunbaşıoğlu Tesisleri		40.6	

1.8.1. Jeolojik Özellikler

Yerköy-Güven jeotermal alanı ve çevresinde Yerköy güneydoğusunda Karaboğazdere gabrosu yüzeylenmektedir. *Karaboğazdere gabrosu (Kk)* açık-koyu yeşil, siyahımsı yeşil renkli, masif metagabro, metadiyabaz ve amfibolitten oluşan bazik kayalardan oluşmaktadır (Şekil 35). Karaboğazdere gabrosu Haciselimli formasyonu ile eşdeğerdir. Yine Yerköy yerleşim merkezi güneydoğusunda Orta Anadolu granitoyitleri yüzeylenmektedir. *Orta Anadolu granitoyitleri (Kog)* granit, granit-porfir, granodiyorit, granodiyorit porfir, kuvarsdiyorit ve kuvarsmonzonit birimlerinden oluşmaktadır. Kötüdağ volkaniti Yerköy güneyinde Kötüdağ civarında gözlenmektedir. *Kötüdağ volkaniti (Kkö)* Orta Anadolu granitoyitlerinin kenar zonlarında gelişen riyolit, riyodasit, dasit, granit porfir, siyenit porfir ve latit bileşimli damar ve yüzey kayalarından oluşmaktadır. Eosen yaşlı *Baraklı formasyonu (Teb)* kumtaşı, çakıltaşı ve çamurtaşından oluşan karasal çökellerdir. *Boğazköy formasyonu (Tebo)* volkanik ara düzeyli, kumtaşı, silttaşı, az oranda çakıltaşı ve kireçtaşlarından oluşmaktadır. Boğazköy formasyonunun orta düzeylerinde bulunan yer yer killi, kumlu masif kireçtaşları *kireçtaşı üyesi (Tebok)* olarak ayırtlanmıştır. Yerköy kuzeyinde geniş alanlarda İncik formasyonu bulunmaktadır. Üst Eosen-Alt Miyosen? yaşlı *İncik formasyonu (Toi)* karasal çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı araldanmasından oluşmaktadır (Dönmez vd., 2005b). Yerköy batısında İç Anadolu Grubu yüzeylenmektedir. *İç Anadolu Grubu (Ti)* bölgede karasal koşullarda çökelen çamurtaşı, çakıltaşı, kumtaşı bant ve mercekleri içermektedir. Bulamaçlı kaplıcası çevresinde sıcak suların oluşturduğu *traverten (Qtr)* birim bulunmaktadır. Alüvyon (Qal) ise Yerköy ovasında ve dere yataklarında gözlenmektedir.

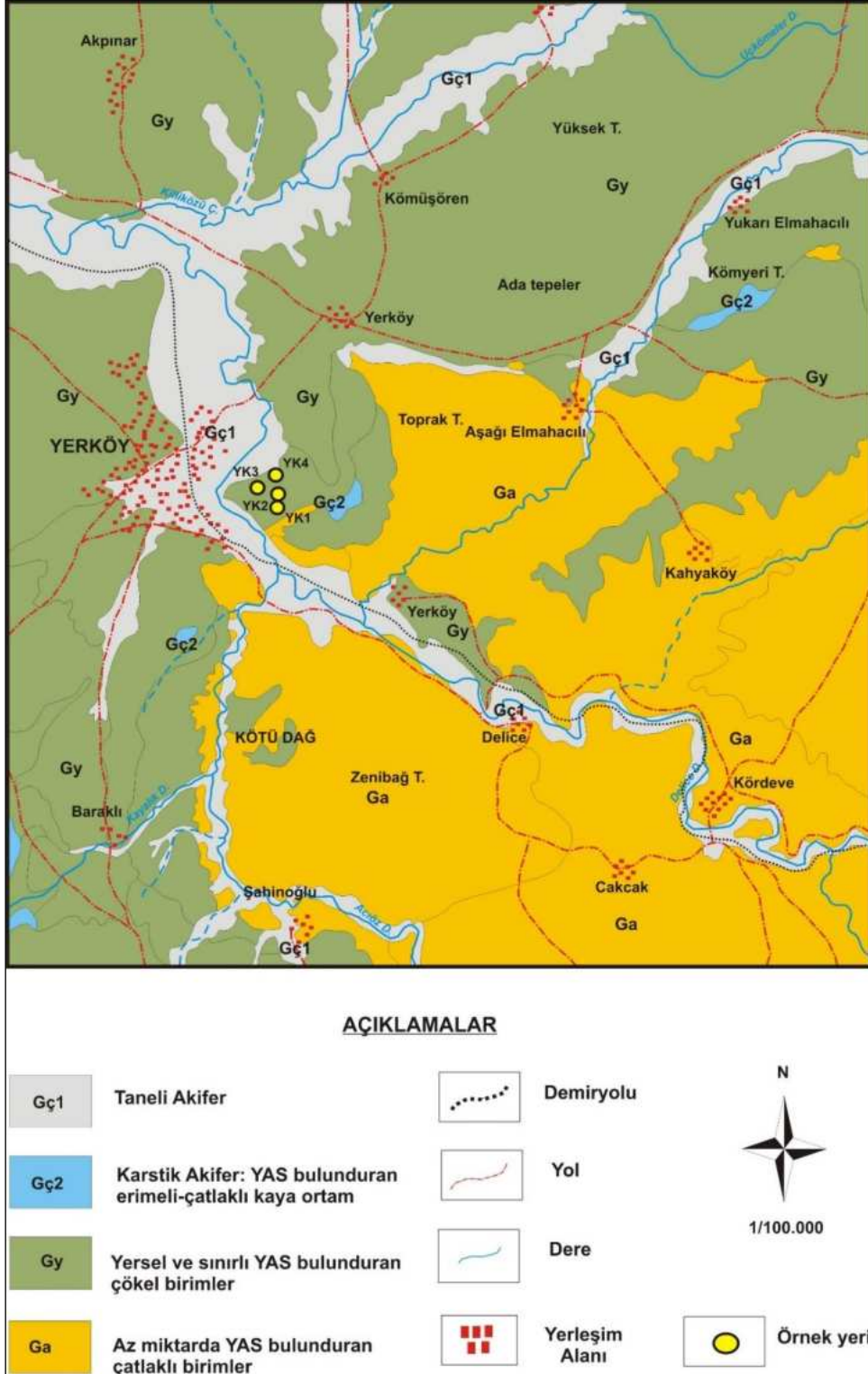


Şekil 35: Yerköy-Güven Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Dönmez Vd., 2005b; Akçay Vd., 2007)

1.8.2. Hidrojeolojik özellikler

Bölgede gözlenen jeolojik birimler hidrojeolojik özelliklerine göre değerlendirilerek yeniden adlandırılmıştır. Benzer litolojilerden oluşan İç Anadolu grubu ile İncik, Baraklı ve Boğazköy formasyonları aynı grup altında adlandırılmıştır. Bu birimler içerisinde bulunan kumtaşı ve çakıltıtaşı seviyeleri kalınlıkları ve yayılımları oranında yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Ancak, bu formasyonlar içerisinde bu birimler ardalanmalı durumda çamurtaşı birimleri içerisinde bant ve merccekler şeklinde buldukları için yeraltı suyu bulundurma olasılıkları düşüktür. Bu nedenle İç Anadolu grubu ile İncik, Baraklı ve Boğazköy formasyonları hidrojeoloji haritasında “*yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran çökel birimler*” olarak adlandırılmıştır (Şekil 36). Volkanik kayalardan oluşan Kötüdağ volkaniti ve Orta Anadolu granitoyitleri sadece kırıklı-çatlaklı oldukları durumda sınırlı miktarda yeraltı suyu bulundurma özelliklerinin olması nedeniyle “*az miktarda yeraltı suyu bulunduran çatlaklı birimler*” olarak gruplandırılmıştır. Boğazköy formasyonunun kireçtaşı üyesi ve traverten birim karstik erime boşlukları ve kırık-çatlak sistemine bağlı olarak yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Bu birimler “*karstik akifer*”

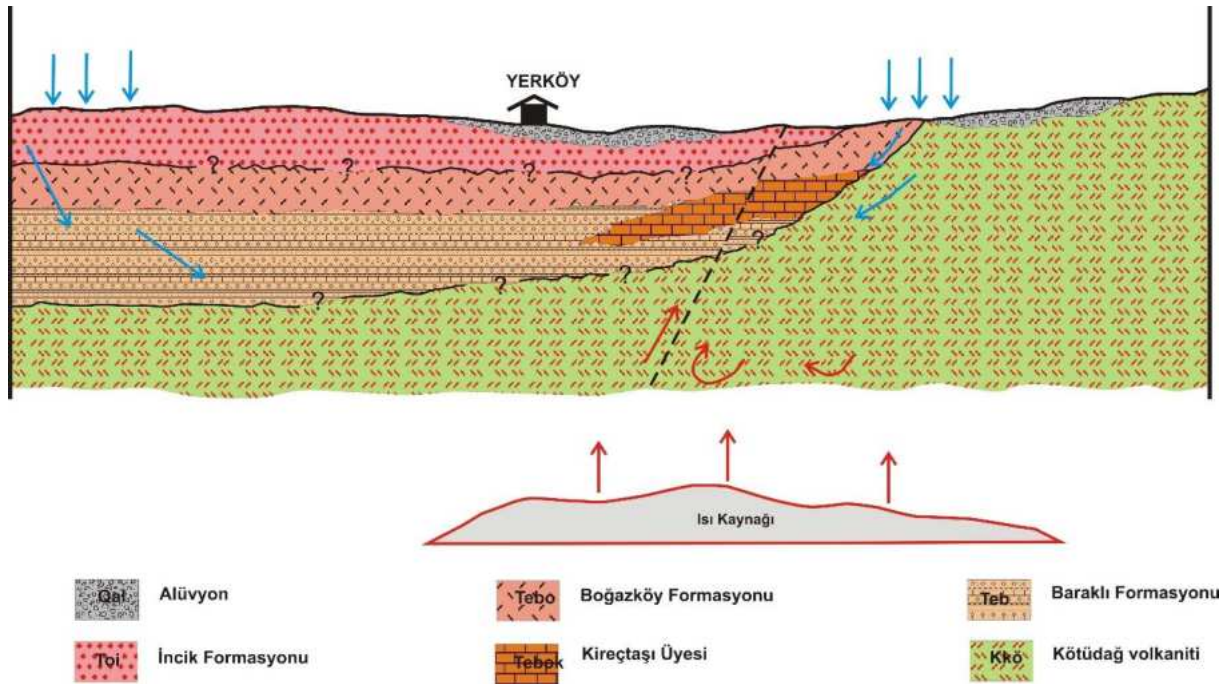
olarak adlandırılmıştır. Alüvyon ise gözenekli yapıları nedeniyle önemli miktarda yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Alüvyon “*taneli akifer*” olarak adlandırılmıştır.



Şekil 36: Yerköy-Güven Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası

1.8.3. Kavramsal Model

Jeotermal sistem ısı kaynağı, ısıyı yeraltından yüze taşıyan akışkan, akışkanın depolanabileceği bir rezervuar kaya ve ısıyı korumayı sağlayan bir örtü kayacından oluşmaktadır. Bölgede geniş alanlarda yüzeyleyen Orta Anadolu granitoyitleri, genel olarak geçirimsiz özelliğe sahip olmalarına rağmen bölgede gelişen aktif tektonik eklem ve kırılma sistemlerinin gelişmesi ile ikincil geçirgenlik artmıştır. Yerköy hidrotermal sistemi esas olarak Kötüdağ volkaniti (Sarıkaya Tepesi) ve Eosen, Oligosen, Pliyosen oluşumlarından beslenmektedir. Meteorik sular bu birimlerden yeraltına sızmakta ve ısı akışı ve termal gradyan ile ısıtılmakta ve taşınım ile yükselmektedir. Bu sular ana faylar ve kırıklar boyunca yükselir ve Kretase Kötüdağ volkanik üyesi ve Yozgat granitoid kayalarında ve sıkı jeotermal rezervuar olarak kabul edilen Eosen kalkerinde (Bozçaldağ formasyonu) depolanmaktadır (Turalı-Yılmaz vd., 2016). Sistemin örtü kayacını ise nisbeten geçirimsiz özellik taşıyan Miyosen-Pliyosen karasal çökellerden oluşan birimler oluşturmaktadır (Şekil 37).



Şekil 37: Yerköy Jeotermal Alanı Kavramsal Model (Ölçeksiz)

1.8.4. Hidrojeokimyasal Özellikler

Proje kapsamında Nisan 2019'da Yerköy jeotermal alanında bulunan bir adet kuyudan (YK-5) su örneği alınmıştır. Bu kuyuda sıcaklık 40,6 °C, elektriksel iletkenlik 19.800 µS/cm, Toplam çözünmüş katı madde (TDS) 11.500 mg/l ve pH değeri 7,71 olarak ölçülmüştür (Tablo 14). YK-5 kuyusunda baskın katyon sodyum (Na⁺) olup 3.119,03 mg/l olarak analiz edilmiştir. Baskın anyon ise 9.459,5 mg/l değeri ile Cl⁻dür. Yozgat ilindeki en yüksek iyon içerikleri Yerköy jeotermal alanında tespit edilmiştir. Çalışma

alanındaki su kaynaklarının hidrojeokimyasal fasiyesini belirlemek amacıyla kimyasal analiz sonuçları, Piper diyagramı üzerine yerleştirilmiştir (Piper, 1944; Şekil 37). Piper diyagramına göre Yerköy termal suları “*karbonat olmayan alkalinitesi % 50’den fazla olan sular*” olup Na-Ca-Cl su sınıfındadır. YK-5 kuyu sularında tespit edilen majör iyon analiz sonuçları “*İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik*” (İTASHY, 2005)’teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeleri göre YK-5 kuyu suyunun EC, Na, Cl ve SO₄ değerlerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir.

Tablo 14: Yerköy Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı

Majör iyon ve yerinde ölçüm sonuçları

Simge	İlçe	Tanım	EC μS/cm	pH	T °C	Tuz.	ÇO mg/l	TDS mg/l	Ca mg/l	Na mg/l	K mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg/l	CO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	SAR
YK-5	Yerköy	Koyunbaşıoğlu Tes. Kuyu	19800	7,71	40,6	11,9	0,95	11500	1416,45	3119,03	108,94	2,13	298,83	4,9	454,48	9459,5	22,78
İTASHY 2005			2500							200					250	250	

Ağır metal içerikleri

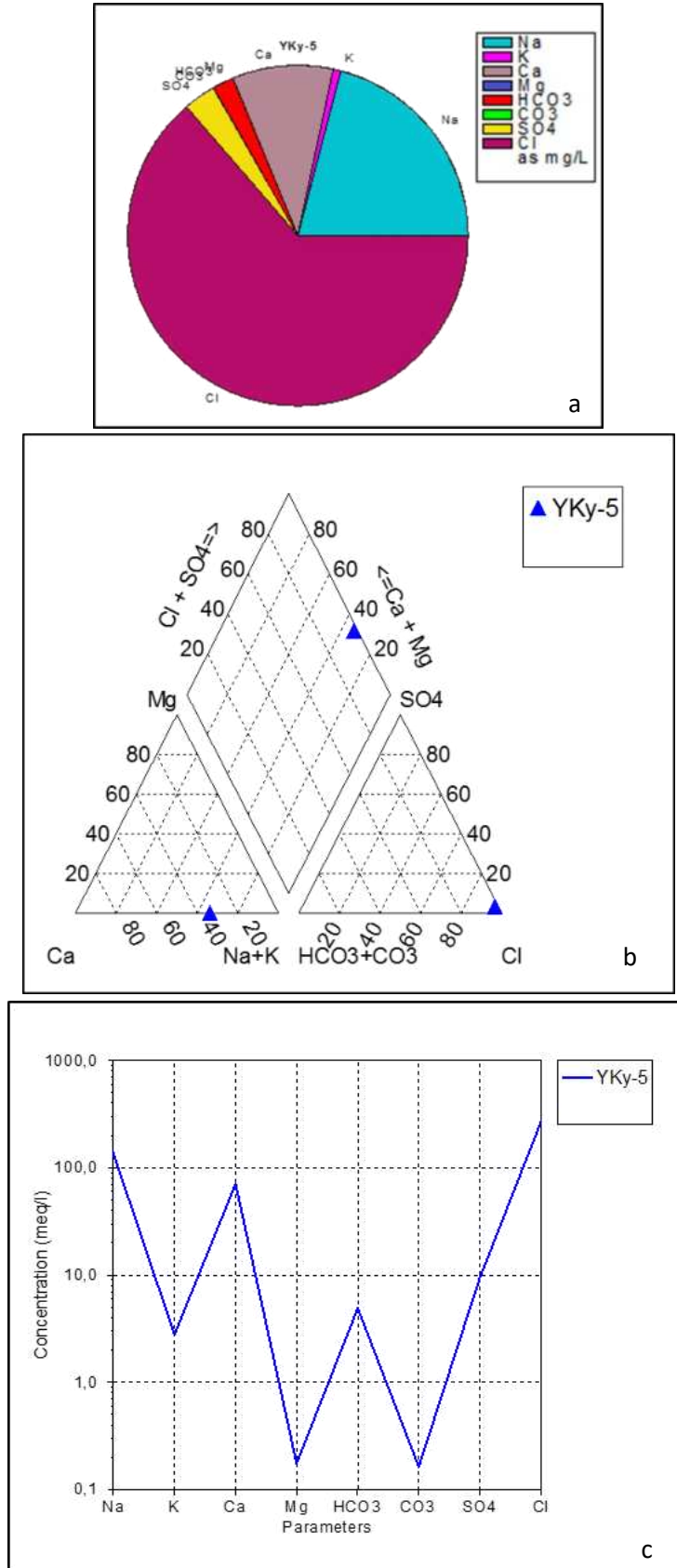
Simge	Al mg/l	As mg/l	B mg/l	Br mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	F mg/l	Fe mg/l	Li mg/l	Ni mg/l	Mn mg/l	P mg/l	Pb mg/l	Si mg/l	Zn mg/l	NO ₃ mg/l
YK-5	0,009	0,004	6,46	5,85	<0,005	<0,002	1,96	0,045	2,044	<0,002	0,158	<0,001	<0,0005	11,649	<0,002	<0,27
İTASHY 2005	0,20	0,01	1	0,01	2	0,05	1,5	0,2			0,05					50

Doygunluk indisi (SI) değerleri

	Albit	Anhidrit	Aragonit	Kalsit	Kalsedon	Dolomit	Florit	Götit	Jips	Halit	Hematit	Kuars	Siderit	Talk
YK-5	-1,5873	-0,7112	1,3809	1,5141	-0,2996	0,714	0,0005	7,0318	-0,5809	-3,3562	16,1437	0,0833	-3,0229	-1,9735

Majör iyon dizilimi ve su sınıfı

İlçe	Örnek no	Katyon dizilimi	Anyon dizilimi	Su sınıfı
Yerköy	YK-5	Na>Ca>K>Mg	Cl >SO ₄ >HCO ₃ >CO ₃	Na-Ca-Cl



Şekil 38: Sırasıyla Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları

1.8.4.1. Doymunluk İndisleri

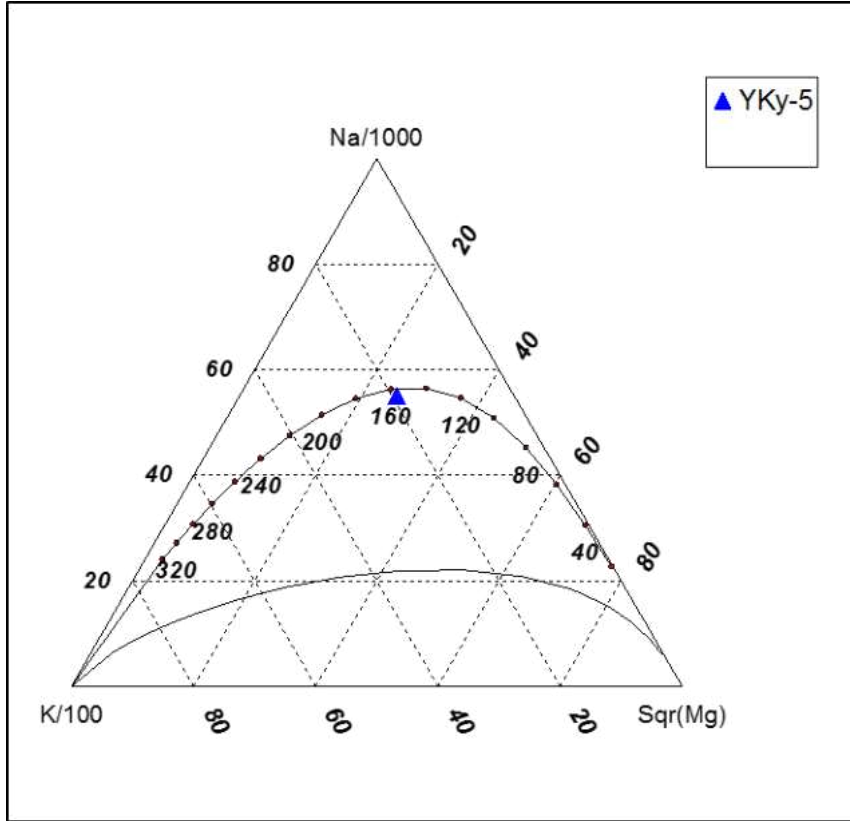
Termal su örneklerinin boşalım sıcaklıklarında ve arazide ölçülen pH değerine göre, doymunluk indisi değerleri AquaChem programının PHREEQC arayüzü ile hesaplanmıştır. YK-5 kuyusundan alınan termal su aragonit, kalsit, dolomit, florit, götit, hematit ve kuvars minerallerine doymun; albit, anhidrit, kalsedon, jips, halit, siderit ve talk minerallerine doymun değildir. (Tablo 14). Bu durum kuyuda kabuklaşma probleminin olabileceğini göstermektedir. Yılmaz-Turalı vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada Yerköy jeotermal alanında termal suların jips ve halit içeren Eosen, Oligosen, Pliyosen oluşumları içine sızma ve yükselme sırasında kaya-su etkileşimi nedeniyle Na-Cl tipinde olduğu ve yüksek tuzluluğa sahip olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada gerçekleştirilen doymunluk indeksi hesaplamalarına göre termal sular kalsedon, kuvars mineralleri ve albit ve mikroklin gibi feldspat ile dengeye yakındır. Magmatik kayalarda ana kaya oluşturan mineraller olan albit ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), K-feldspat ve kuvars minerallerinin doymunlukları akifer kayanın muhtemelen granit veya riolit olduğunu göstermektedir (Yılmaz-Turalı vd., 2016).

1.8.4.2. Ağır Metaller

Proje kapsamında suların Al, As, B, Br, Cr, Cu, F, Fe, Li, Ni, Mn, P, Pb, Si, Zn ve NO_3 içeriklerinin analizleri de yapılmıştır. Tespit edilen kimyasal analiz sonuçları “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” (İTASHY, 2005)’teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmelere göre YK-5 kuyu sularının B, Br, Fe ve Mn elementleri limit değerlerin üzerindedir. Bu elementlerin yüksek olması termal suların içilmesi durumunda sağlık riski oluşturabilecektir (Tablo 14). Yerköy jeotermal alanında reenjeksiyon kuyusu bulunmamaktadır. Termal suların yüksek bor, arsenik ve demir içerikleri deşarj edildiği doğal ortamlar için olumsuz etkisi olacaktır.

1.8.4.3. Çözünürlük Jeotermometreleri

Çözünürlük jeotermometreleri ve diğer jeotermometreler (gaz ve izotop) akifer sıcaklığını belirlemek için kullanılmaktadır. Giggenbach (1988) tarafından sıcak suların akifer (hazne) sıcaklıklarının saptanması ve suların ilişkide olduğu kayalarla olan denge durumlarının belirlenmesi için geliştirilmiş olan Na-K-Mg birleşik jeotermometresi ile sıcak suların hazne sıcaklığı hızlı olarak yorumlanabilmektedir. Diyagramda YK-5 kuyu suları, Giggenbach (1988) katyon olgunluk diyagramına göre, “su-kayaç ilişkisinin kısmen dengede olduğu karışım suları” bölümünde yer almaktadır (Şekil 39). Bu nedenle, rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında katyon jeotermometreleri daha güvenilir sonuç verecektir. Yerköy jeotermal alanında suların rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında Na/K jeotermometreleri kullanılmıştır. Na/K jeotermometrelerine göre hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 87-144,8°C arasında belirlenmiştir (Tablo 15).



Şekil 39: Yerköy Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları

Tablo 15: Yerköy Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri

Uygulanan Jeotermometreler		Hazne Sıcaklığı (°C)
		Yk-5
Na/K	Arnorsson vd. 1983	144,81
Na/K	Arnorsson vd. 1983	87,10
Na/K	Truesdell 1976	109,59
Na/K	Fournier 1979	140,82
Na/K	Giggenbach 1988	160,30
Na/K	Nieva ve Nieva 1987	129,33

1.8.4.4. İzotop içerikleri

Yılmaz-Turalı vd., (2016) tarafından yapılan çevresel izotop incelemelerine göre, Yerköy jeotermal alanında $\delta^{18}\text{O}$ izotopunun pozitif değerlerinin kaya-su etkileşimi nedeniyle gerçekleştiği ve derin dolaşım sistemini yansıttığı belirtilmiştir. Düşük trityum değerleri, termal suların 1952'den önce yağışla beslendiğini göstermektedir.

1.8.5. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen Çalışmalar

Yerköy-Güven jeotermal alanında bulunan doğal kaynak boşalımları sondaj kuyularının açılmasından sonra kurumuştur. Günümüzde 3 adet kuyu faal olarak kullanılmaktadır. Bu kuyularda kesilen birimlere ait bilgiler ve önceki jeolojik-jeofizik çalışmalara (mevcut ise) ait bilgiler temin edilmelidir. Kuyu bilgileri jeotermal potansiyelin göstergesidir. Ancak jeolojik potansiyel sınırları belli olan alanda, rezervuarın dikey/yanal yayılımı ve karakteristikleri bilinmemektedir. Yüzejeolojisinde belirlenen örtü kaya, rezervuar kaya, ısı kaynağı gibi jeotermal bileşenlere yönelik yeraltı bilgisinin elde edilmesi ve konumunun belirlenmesi amacıyla jeofizik DES, SP ve MT gibi aletsel ölçümlerin yapılması önemlidir. Ayrıca, alandaki akışkanın yüzeje ulaşmak için kullandığı tektonik unsurları belirlemek, jeoloji ve jeofizik çalışmalarını destekleyici veri toplamak üzere toprakta gaz ölçümleri yapılması faydalıdır. Bu araştırmalar ile elde edilen veriler ışığında yeni kuyu yeri önerilebilir.

1.9. Yozgat-Merkez Jeotermal Alanı

Yozgat ili merkezde İl Özel İdaresi tarafından Aquapark termal tesiste kullanılan ve konut ısıtması için tahsis edilmiş iki adet kuyu bulunmaktadır (Şekil 40). Bu kuyuların derinlikleri 600-653 m ve sıcaklıkları 28,5-32°C arasında değişmektedir (Tablo 16).



Şekil 40: Yozgat-Merkez'de Bulunan Jeotermal Kuyu Konumları

Tablo 16: Yozgat Merkez’de Açılan Kuyular

Kuyu Adı	Tarih	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/sn)
YG-3	2013	600	32	8
YG-4	2015	653	28.5	4

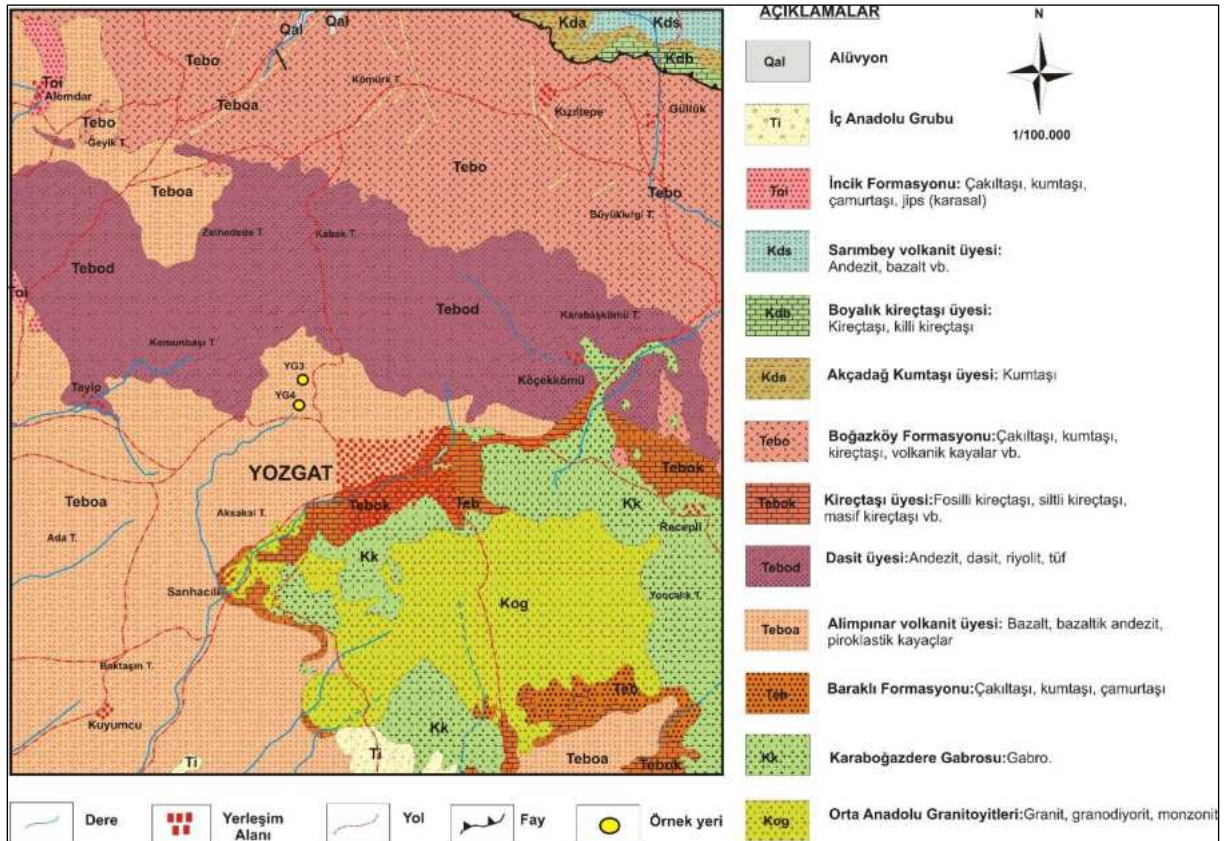
1.9.1. Jeolojik Özellikler

Yozgat-Merkez ilçe güney ve doğusunda Üst Kretase yaşlı Karaboğazdere gabrosu ve Orta Anadolu granitoyitleri gözlenmektedir. *Karaboğazdere gabrosu (Kk)* açık-koyu yeşil, siyahımsı yeşil renkli, masif metagabro, metadiyabaz ve amfibolitten oluşan bazik kayalardan oluşmaktadır (Şekil 41). Karaboğazdere gabrosu Hacselimli formasyonu ile eşdeğerdir. *Orta Anadolu granitoyitleri (Kog)* granit, granit-porfir, granodiyorit, granodiyorit porfir, kuvarsdiyorit ve kuvarsmonzonit birimlerinden oluşmaktadır. Yozgat il merkezi çevresinde geniş alanlarda Eosen yaşlı Baraklı formasyonu, Boğazköy formasyonu, Boğazköy formasyonunun Alimpınar volkanit, dasit ve kireçtaşı üyeleri yüzeylenmektedir. *Boğazköy formasyonu (Tebo)* konglomera, kumtaşı, kıltaşı ve çamurtaşından oluşmaktadır. *Alimpınar volkanit üyesi (Teboa)* bazalt ve bazaltik bileşimli piroklastiklerden oluşmaktadır. Bu birim Yozgat il merkezi, güneyi, batısı ve kuzeyinde geniş alanlarda gözlenmektedir. *Dasit üyesi (Tebod)* egemen olarak dasitik daha az oranda da riolitik andezitik kayalar ve bunların piroklastiklerinden oluşmaktadır. Dasit üyesi de Yozgat il merkezi kuzeyinde Komunbaşı tepe, Kabak tepe ve Karabaşkomu tepe civarlarında geniş alanlarda yüzeylenmektedir. Boğazköy formasyonunun orta düzeylerinde bulunan yer yer killi, kumlu masif kireçtaşları *kireçtaşı üyesi (Tebok)* olarak ayırtlanmıştır. Bu birim Yozgat il merkezi güneyi ve güneybatısında bir şerit halinde gözlenmektedir. Eosen yaşlı *Baraklı formasyonu (Teb)* kumtaşı, çakıltaşı ve çamurtaşından oluşan karasal çökellerdir. Baraklı formasyonu Yozgat il merkezi güneydoğusunda yüzeylenmektedir. Bölgede küçük alanlarda Oligosen yaşlı İncik formasyonu ve Orta Miyosen-Pliyosen yaşlı İç Anadolu grubu birimleri bulunmaktadır. *İncik formasyonu (Toi)* kırmızı renkli, karasal çakıltaşı, kıltaşı, kumtaşı ve yeşil renkli jips seviyeleri içermektedir. *İç Anadolu Grubu (Ti)* bölgede karasal koşullarda çökelen çamurtaşı, çakıltaşı, kumtaşı bant ve mercekleri içermektedir (Akçay vd., 2007).

1.9.2. Hidrojeolojik Özellikler

Bölgede gözlenen jeolojik birimler hidrojeolojik özelliklerine göre değerlendirilerek yeniden adlandırılmıştır. Benzer litolojilerden oluşan İç Anadolu grubu ile İncik, Baraklı ve Boğazköy formasyonları aynı grup altında adlandırılmıştır. Bu birimler içerisinde bulunan kumtaşı ve çakıltaşı seviyeleri kalınlıkları ve yayılımları oranında yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Ancak, bu formasyonlar içerisinde bu birimler ardalanmalı durumda çamurtaşı birimleri içerisinde bant ve mercekler şeklinde


buldukları için yeraltı suyu bulundurma olasılıkları düşüktür. Bu nedenle İç Anadolu grubu ile İncik, Baraklı ve Boğazköy formasyonları hidrojeoloji haritasında “*yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran çökel birimler*” olarak adlandırılmıştır (Şekil 42). Karaboğazdere gabrosu ve Orta Anadolu granitoyitleri sadece kırıklı-çatlaklı oldukları durumda sınırlı miktarda yeraltı suyu bulundurma özelliklerinin olması nedeniyle “*az miktarda yeraltı suyu bulunduran çatlaklı birimler*” olarak gruplandırılmıştır. Boğazköy formasyonunun kireçtaşı üyesi karstik erime boşlukları ve kırık-çatlak sistemine bağlı olarak yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Bu birim “*karstik akifer*” olarak adlandırılmıştır. Bölgede benzer hidrojeolojik özellikler gösteren Boğazköy formasyonunun dasit ve Alimpınar volkanit üyeleri “*az miktarda yeraltı suyu bulunduran volkanik birimler*” olarak adlandırılmıştır. Bu birimler içerisindeki tüf, bazalt ve andezit seviyeleri bir miktar yeraltı suyu içerebilmektedir.



Şekil 41: Yozgat İl Merkezi ve Çevresi Jeoloji Haritası (Akçay Vd., 2007)



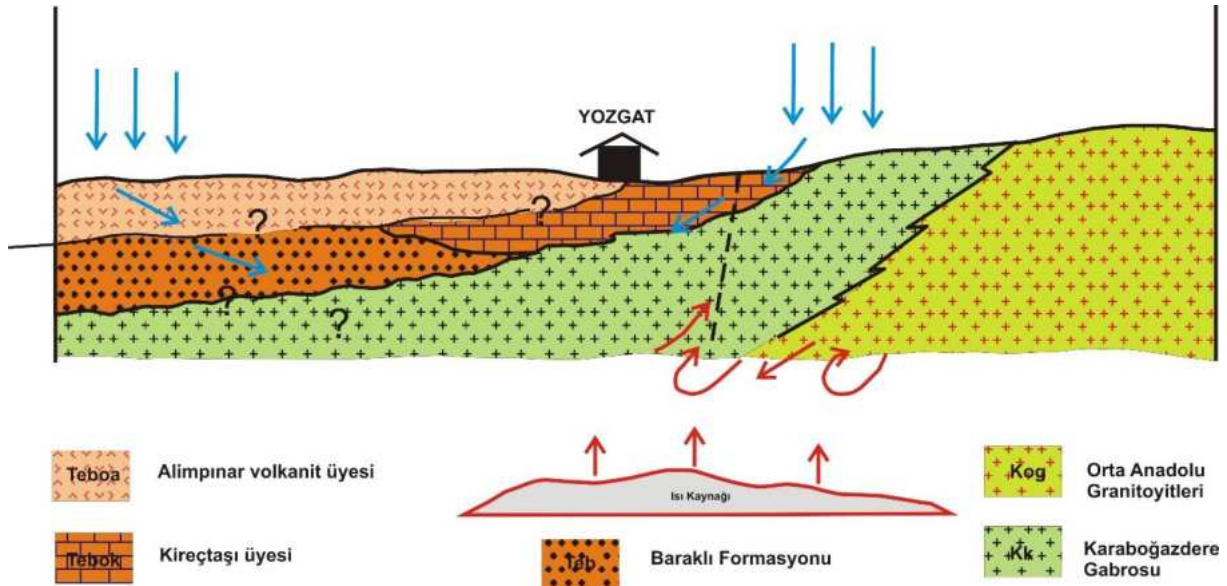
AÇIKLAMALAR

Gç1	Taneli Akifer	Ga2	Az miktarda YAS bulunduran volkanik birimler	 1/100.000  Yerleşim Alanı  Örnek yeri
Gç2	Karstik Akifer: YAS bulunduran erimli-çatlaklı kaya ortam		Dere	
Gy	Yersel ve sınırlı YAS bulunduran çökel birimler		Yol	
Ga1	Az miktarda YAS bulunduran çatlaklı birimler		Fay	

Şekil 42: Yozgat İl Merkezi ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası

1.9.3. Kavramsal Model

Sistemin ana rezervuarını Paleozoyik yaşlı metamorfik birimler, Üst Kretase yaşlı magmatik birimler içerisindeki fay zonları oluşturmaktadır. Genel olarak geçirimsiz özelliğe sahip bu kayalarda bölgede gelişen aktif tektonik eklem ve kırılma sistemlerinin gelişmesine ve çalışma alanındaki granitoidler gibi magmatik kayalara ikincil geçirgenliğin artmasına neden olmuştur. Sıcak su derinde, granit ve riyolitin yarık ve çatlakları içinde depolanmıştır. Meteorik kökenli vadoz sular derinlere süzülerek jeotermik gradyanla ısınmışlardır. Jeotermal sistemin ısı kaynakları genç volkanizma ve granit ve granodiyorit sokulumlarıdır. Sıcak su, bu birime kadar ulaşan fay boyunca yükselerek yeryüzüne çıkmaktadır. Bölgede Eosen, Miyosen ve Pliyosen birimler jeotermal sistemin örtü kayacını oluşturmaktadır (Şekil 43).



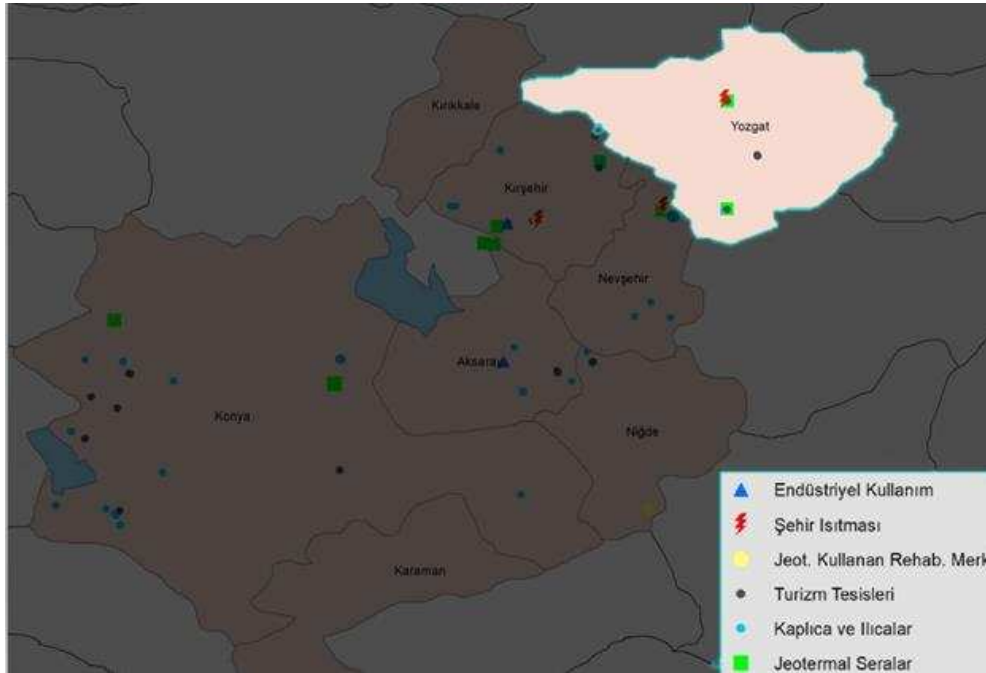
Şekil 43: İl Merkezi ve Çevresi Kavramsal Model (Ölçeksiz)

1.9.4. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen Çalışmalar

Yozgat il merkezinde derinlikleri 600-653 m ve sıcaklıkları 28,5-32°C arasında değişen iki adet kuyu bulunmaktadır. Bu kuyuların açılması sırasında yapılan jeolojik-jeofizik araştırmalar ile kuyu logları temin edilmelidir. Elde edilen bilgilere göre sahada yeni jeolojik, aktif tektonik ve jeofizik araştırmalar yapılmalıdır. Bu araştırmalar ile stratigrafik istifte yer alan ve yeni açılacak kuyularda kesilecek kaya birimlerinin tanımlanması, süreksizliklerin yerleri ve tipleri, rezervuar kaya birimlerinin derinliği ve yayılımının belirlenmesi yanında, derine doğru ısı kaynağına yorumlanabilecek verilerin elde edilmesi de sağlanabilecektir.

2. Yozgat Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanları

Yozgat ili jeotermal kaynaklar kullanımı açısından değerlendirildiğinde ön plana çıkan ilçeler Sorgun, Sarıkaya, Yerköy ve Boğazlıyan ilçeleridir. Sorgun ilçesinde su sıcaklığının yüksek olmasının getirdiği potansiyel ile jeotermal kaynak hem konut ısıtmasında hem de seracılıkta entegre olarak kullanılmaktadır. Ayrıca ilçede büyük termal kaplıca tesisi yatırımlar bulunmaktadır. Sarıkaya ilçesinde mevcutta su debisinin azalmasında kaynaklı olarak kullanılamayan konut ısıtması altyapısı vardır. Sarıkaya ilçesi Roma döneminde kalma tarihi kaplıcası ile Dünya’da bulunan ender bir kültürel mirasa ev sahipliği yapmaktadır. Sarıkaya ilçesinde kullanım mevcutta kaplıca oteline yöneliktir. Yerköy ilçesi Kırşehir – Çiçekdağı ilçesine oldukça yakın bir coğrafi konumda olup, kaplıca otellere sahiptir. Yerköy ilçesinde konut ısıtma için bir altyapı kurulmuş olmakla birlikte, işletme problemleri nedeni ile faaliyette değildir. Boğazlıyan’da jeotermal kaynaklar hem turizm hem de seracılıkta değerlendirilmektedir. Yozgat yapım aşamasında olan Ankara – Sivas demiryolu hattının getireceği ulaşım kolaylığı ve Sarıkaya ilçesinde arkeoloji parkına dönüştürülecek Roma hamamı ile termal turizm başta olmak üzere, tarım ve konut ısıtması uygulamaları ile önemli bir jeotermal merkez haline gelecektir.



Şekil 44: Yozgat İli Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanları

2.1. Yozgat Paydaş Ekosisteminin Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanlarına Yönelik Görüşleri

Yozgat ilinde ekosistemin paydaşları ile yapılan toplantı ve görüşmelerden aşağıda belirtilen ana eksenlerde toplanmıştır. Jeotermal kaynak kullanım alanlarına ait birçok nokta Yozgat ilinde paydaş görüşleri ile belirtilmiştir.

Turizm Varlığı

Yozgat'ta ekosistemin paydaşları ile yapılan odak grup toplantısında, turizm açısından 4 ilçenin Turizm Merkezi ilan edildiği vurgulanmış ve özellikle Sarıkaya'nın tarihi dokusunun büyük bir avantaj oluşturduğu belirtilmiştir. Bu açıdan doğal ve tarihi güzelliklere sahip olduğu görülmektedir. Ancak ildeki potansiyeli hayata geçirecek bir ekosistem bulunmamaktadır. Genel ulaşım arterlerinden uzak olması nedeni ile turizm potansiyelini değerlendiremediği belirtilmiştir. İlin bölgenin genelinde de görülen tanıtım, pazarlama ve kalite sorunları göze çarpmaktadır. Ayrıca ildeki termal kaynakların turistik amaçlı kullanımında bir destinasyon çerçevesi oluşturulamamıştır. Özellikle Roma Hamamı'nın tarihi dokusu ile birlikte bir kültür abidesi haline getirilmesi önerilmektedir.

Suyun Kullanımı

Suyun kullanımı konusunda her ne kadar BOZJET adlı bir şirket kullanılmış olsa dahi, halen depolama ve reenjeksiyon problemleri devam etmektedir. BOZJET'in nitelikli personel eksikliği bulunmaktadır. Ayrıca suların sağlık açısından özelliklerine yönelik araştırmaların kısıtlı olması nedeni ile yararlı veya zararlı endüksiyonları tam olarak bilinmemektedir.

Mevcut Tesisler

İl özel idaresi tarafından yapılan termal su parkının işlemlerine yönelik maliyet ve model eksikliği bulunmaktadır. Tesisin işletme maliyetleri çok yüksek olup maliyetleri karşılayacak kitleyi çekememektedir.

2.2. Yozgat İline Yönelik Ulusal ve Bölgesel Termal Kaynak Kullanım Strateji ve Planları

Proje kapsamında turizm alanındaki değerlendirmelerde üst politika belgeleri ile ortak değerlendirmeye alınmıştır. Bu kapsamda değerlendirilmiş olan raporlar ve turizm alt başlığı ile analizler yer almaktadır.

“Türkiye Turizm Stratejisi 2023” kapsamında Kültür ve Turizm Bakanlığı'nca (2007) “Termal Turizm Master Planı” hazırlanmıştır. Bu kapsamda Türkiye'deki; kaplıca tarihi, termal kaynaklar ve potansiyeller dikkate alınarak bu alanda sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmek amacıyla ülkemizde

“Termal Turizm Kentleri Projesi” hazırlanmıştır. “Termal Turizm Kentleri Projesi” kapsamında belirlenen Orta Anadolu Termal Turizm Kentleri Aksaray, Kırşehir, Niğde, Nevşehir, Yozgat’tır.

Termal Turizm Master Planı’nda (2007-2023) Orta Anadolu Termal turizm bölgesi çerçevesinde; Yozgat ilinde destinasyon planlama kriterlerine uygun olarak Ağdağmadeni -Karadikmen Termal Turizm Merkezi, Boğazlıyan Bahariye Termal Turizm Merkezi, Sarıkaya Termal Turizm Merkezi ve Sorgun Termal Turizm Merkezinin geliştirilmesi öngörülmüştür. Kırşehir il sınırları içerisinde de dahil olan Yerköy-Kırşehir-Çiçekdağı-Mahmutlu-Bulamaçlı Termal Turizm Merkezini planlamıştır. İlan edilecek turizm merkezlerinde 57.000, diğer termal alanlarda 5.000 olmak üzere il genelinde toplam 62.000 yatak kapasitesi planlanmıştır.

TR 72 Bölgesinde yer alan Yozgat ili Orta Anadolu Kalkınma Ajansı (ORAN)’nın sorumluluk alanında yer almaktadır. TR72 ORAN Stratejik Plan’ının da (2020-2024) Yozgat’ta yer alan Boğazlıyan, Sorgun, Sarıkaya, Yerköy, Saraykent, Akdağmadeni termal tesisleri hizmet sunmaya devam etmektedir. Erişilebilirlik açısından Bölge, “Coğrafi Erişilebilirlik Endeksi’ne” göre en yüksek değer alan bölgelerden birisidir. Bu durum özellikle yerli turist çekmek açısından önemli bir turizm potansiyeli teşkil etmektedir.

ORAN tarafından 2020-2024 dönemi için belirlenen stratejik alanlar dâhilinde, geliştirilmek üzere stratejik amaçlar ve hedefler oluşturulmuştur. Şehir markalaşma ve tanıtım faaliyetlerini gerçekleştirilmesi, alternatif turizm imkânlarının geliştirilmesi, Yozgat ilinde turizm koruma ve geliştirme bölgeleri kapsamında giren jeotermal turizm altyapılarının geliştirilmesi, etkin tanıtımının yapılması, sağlık turizmi ile olan bağlantılarının güçlendirilmesi planlanmaktadır. Bölgedeki sağlık tesislerinin ulusal ve uluslararası hastaların çekilmesi, tesislerin hizmet kalitelerinin artırılması ve paydaşlarla olan diyaloglarının geliştirilmesi planlanmaktadır.

ORAN TR72 Bölgesi 2014-2023 Bölge Planı’nın da, İpek Yolu yüksek hızlı tren projesinin ilk etabını oluşturan Ankara-Yozgat-Sivas demiryolu hattının Yerköy- Sorgun-Sivas kısmında altyapı ve inşaat çalışmaları devam etmektedir. Proje tamamlandığında, Bölgenin kalkınması adına geleceğe yönelik önemli bir potansiyeli açığa çıkarmış olacak ve demiryolu güzergâhında bulunan il, ilçe ve çevrelerinde büyük oranda ekonomik ve sosyal değişim yaratacaktır. Hızlı tren projesi ile beraber erişim süresinin hissedilir ölçüde kısalması Bölgenin çevresiyle olan etkileşimini güçlendirerek Bölgenin önemini artıracaktır.

Yozgat iline giden YHT'nin tamamlanmasının ardından il, özellikle Ankara'dan kısa sürede ulaşılabilecek bir şehir haline gelecektir. Bu anlamda Yozgat ilinde termal turizm çalışmaları dâhilinde Ankara ilindeki kamu kurumları ve turizm acenteleri işbirliği ile çalışmalar yapılacaktır.

“Sivas-Ankara Yüksek Hızlı Tren Projesi'nin Sektörel Etki Analizi” raporuna göre, ulaşım sektörünün genelinde (kamu ve özel) YHT'nin Bölgeye gelişinin net etkisinde % 20'lik bir artış beklenmektedir. YHT sonrasında, ulaşım sektörü kamu kesimini % 17 ile eğitim, % 15 ile sağlık, % 14 ile turizm, % 12 ile hizmet, % 8 ile ticaret izlemektedir. Ayrıca mevcut yatırımla, Yozgat ilinin erişilebilirliği artmasıyla birlikte, ilin termal turizm potansiyelinin değerlendirilmesine olumlu katkı da bulunacağı öngörülmektedir.

2.3. Yozgat İlinde Jeotermal Kaynakların Enerji Alanında Kullanımı

KOP illerinde jeotermal kaynakların enerji alanında kullanımı su sıcaklığının 100 °C dereceyi aşan kaynakların olmaması nedeni ile sadece konut ısıtması ile sınırlıdır.

KOP Bölgesinde jeotermal enerjinin konut ısıtmasında kullanımı üç yerleşim yerinde bulunmaktadır. Yozgat'ta ise 3 ilçede konut ısıtması için altyapı hazır olmakla birlikte, sadece Sorgun'da konut ısıtması yapılmaktadır. 3 ilçede toplam ısıtılabilir konut sayısı 4.800'dür. Tablo 7'de Yozgat'ta bulunan konut ısıtması altyapısına ait envanter yer almaktadır.

Tablo 17. KOP Bölgesi Konut Isıtma Envanteri

Yerleşim Yeri	Konut Eşdeğeri	Fiili Konut Isıtma	Giriş Su Sıcaklığı
Kırşehir - Merkez	1.800	1.577	56 °C
Nevşehir - Kozaklı	3.800	2.000	90 °C
Yozgat - Sorgun	2.000	1.500	78 °C
Yozgat - Yerköy	2.500	Yerel Yönetimler Arası Sorunlar Nedeni İle Aktif Değil (62 °C)	
Yozgat - Sarıkaya	300	Kaynak Soğuduğu İçin Devre Dışı (39 °C)	
KOP Kullanımdaki Toplam	7.600		
KOP Toplamı	10.400		
Türkiye Toplamı	118.701		

2.3.1. Yozgat İli Sorgun İlçesi Konut Isıtması

Sorgun Belediyesi bünyesinde yer alan Jeotermal Alan Birimi sorumluluğunda ilçede konut ısıtması faaliyetleri yürütülmektedir. Dünya normlarına göre 1 konut 100 m² olarak hesaplandığından dolayı toplam ısıtılan alan, bu sayıya bölünerek ısıtılan alan konut eşdeğeri cinsinden belirtilmektedir. Şirket

bu kapsamda Dünya normlarına göre 2.000 konut eşdeğeri ısıtma yapılmaktadır. Ancak Yozgat ili Sorgun ilçesinde jeotermal enerji kullanımı ile ısıtılan konutların yaklaşık % 90'ı 160 m² 'lik evler şeklinde olması nedeniyle ısıtılan alan 1.500 konut eşdeğere karşılık gelmektedir.

2006 yılında ev ısıtması projesi kabul edilmiş ve uygulamaya başlanmıştır. 2007 yılından beri faaliyetlerine devam etmektedir. Beğendik Yapı Kooperatifi ve ek olarak 40 adet müstakil ev jeotermal ısıtmayı kullanmaktadır. Yaklaşık olarak 12 km boru hattı bulunmaktadır. Kaynaktan ön izolasyonlu CTP tipi borular yardımıyla kuyulardan su taşınmaktadır. Ön izolasyonlu çelik boru ile evlere su taşınmaktadır. 1 adet ana ısı transfer merkezi ve 32 adet küçük uydu ısı merkezi bulunmaktadır. 24 saat tam otomasyon Scada sistemi ile kontrol gerçekleştirilmektedir. Bu merkezler üzerinden su dağıtımı gerçekleştirilmektedir. Beğendik Yapı Kooperatifi 'nde konutlarda sistem bulunmamaktadır. Müstakil konutlarda kendilerine ait sistem vardır.

Isıtmada kullanılan jeotermal suyun kaynakların çıkış sıcaklığı ortalama 78 °C 'dir. Şehir ısıtması için kullanılan jeotermal akışkanın prosesten dönüş sıcaklığı, dış ortam sıcaklığının -15°C 'de olduğu zaman en düşük sıcaklığa düşmekte ve 45 °C olmaktadır. Küçük ısı farkları hissedilmemektedir. Havaaların sıcaklığına bağlı olarak 52-54 °C şeklinde sıcaklık girişi olmaktadır.

Sorgun Belediyesi'nin iki asıl ve bir yedek üretim kuyusu ile bir adet reenjeksiyon kuyusu vardır. İki adet asıl kuyunun tamamı kullanılmaktadır. Kullanılan asıl kuyuların 2. Kuyu 38 l/sn, 4. Kuyu 30 l/sn ve yedek olarak isimlendirilen 5. Kuyunun debisi 20 l/sn 'dir. Üretim kuyularında kapalı devre olmasından dolayı oksijen ile birleşme olmadığından inhibitör kullanılmamaktadır. Reenjeksiyon yapılmaktadır. 15 Ekim-15 Nisan arasında 54 °C ile altı ay ısıtma yapılmaktadır.

Jeotermal suyun gönderildiği üç kaplıca; açık yüzme havuzları da dahil olmak üzere Sefa Sorgun Büyük Termal Otel ve Apart, Bedir Baba Kaplıcaları ve Lokman Hekim Kaplıcaları' dır. Bu kaplıcalarla yapılan sözleşme gereği 20 l/sn debi ile jeotermal su gönderileceği belirlenmiştir. Isıtma yapılmadığı dönemde ise kaynaktan çıkan su 80 °C ile doğrudan kaplıcalara verilmektedir. Kaplıcalar yaz mevsiminde kendi depolarında 1 – 1,5 gün bekletmek suretiyle soğutma yapmaktadırlar. Kış mevsiminde ise soğutma yapmaya gerek duymamaktadırlar, depolarda 15 dakika beklemesi yeterli olmaktadır. Otel odaları kısmında termal su kullanılmamaktadır, termal su otelin havuzunda ve havuzlardaki duş kısımlarında kullanılmaktadır. Sorgun Kaplıcaları da kimyasal kullanmadan sağlık hizmeti vermektedir, havuzlara klor atmamakta, aktarma (taşırma) sistemi ve filtreleme sistemi ile temizlik yapılmaktadır ayrıca inhibitör kullanılmamaktadır.

Jeotermal suyun ısıtma amaçlı kullanıldığı yerlerden biri de seralardır. Yozgat ili Sorgun ilçesinde 25.000m²'lik sera alanı bu yöntemle ısıtılmaktadır. Bu alan konut eşdeğeri olarak hesaplandığında 250 konut eşdeğeridir. 45.000 m²'lik bir alana üzerinde tek bir özel şirkete ait 10.000 m², 10.000 m² ve 5.000 m² olmak üzere üç ayrı sera bölümü yer almaktadır.

Belediye - yatırımcı ortaklığı ile planlanan 29 dönüm sera yakında faaliyete geçecektir. Bu serada kullanıma kapalı durumda olan farklı bir kuyunun (SG-3) kaynağını kullanmak üzere anlaşma gerçekleşmiştir. Kuyuda sıcaklık değeri 60 - 65°C arasında olan kaynak suyu bulunmaktadır. Bu kuyunu ev ısıtması ve diğer sera ile jeotermal kaynak kullanımı için ilgisi bulunmamaktadır.

Sorgun ilçesinde konutların yaklaşık ısıtma ücretleri en düşük 100 m² alan üzerinden ücret alınmaktadır. Isıtma ücretleri, ev ısıtması için m² bazında ortalama 1,50 TL civarındadır. 40 adet müstakil konutta kendileri elektrik giderini karşıladığı için ısınma bedeli 1,30 TL üzerinden alınmaktadır. Sera için konut gibi hesaplama yapılmaktadır. M² başına 1,30 TL ödeme alınmaktadır. Tesisler için elektrik tutarının %30 bedeli istenmektedir.

Ev ısınması ile termal tesisler arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır. Isıtma ile tesislere ulaşacak kaynak su açısından ön soğutma işlemi gerçekleşmiş olmaktadır. Örneğin 80 °C'den çıkan su ev ısıtma sisteminden çıktığında yaklaşık 50 °C oluyor. Bu derece termal tesislerin kullanımına uygun olarak belirtilmektedir.

Hava temizliği yılın her döneminde korunmaktadır. Bölgede 1.500 hanelik yatay yerleşim olmasına rağmen kombi bacası dahi bulunmamaktadır. Borularda aşınma olayı gerçekleşmemiştir. Isıtılmış ve yumuşatılmış su evlere ulaşmaktadır. Termal su evlere ısıtılma için iletilmemektedir. İzolasyonda bazı kısımlarda paslanma ve çürüme oluşmuş ancak yenileme işlemi gerçekleşmiştir.

Yozgat ili Sorgun ilçesinde jeotermal su 135 m derinlikten çekildiği için pompaj maliyetleri yüksektir. Sistemin maliyetleri arasında elektrik kullanımı en fazla gider kalemidir. Jeotermal kaynağın basıncında ve statik seviyede üretimi etkileyecek düzeyde düşüş yaşanmaktadır. Kaynağın sıcaklığında ise düşüş gözlenmemektedir.

Yozgat ili Sorgun ilçesi için mevcut durumda ihtiyaç olması halinde daha fazla aboneye hizmet verilememektedir. Seranın ihtiyacı olan jeotermal su miktarı kış dönemlerinde istenilen düzeyde karşılanamamaktadır. Termal su kaynakları müsaade edilen ölçüde kullanılmaktadır. Bu durum kaynak sıkıntısına yol açmaktadır. 2006 yılında 110 l/sn olarak planlama ile proje kabul edilmiş ancak kuyular

ve saha belediyeye ait olmadığı için bu debiye ulaşılamıyor. 110 l/sn proje maliyet analizi, karşılama oranları ve mevcut kaynak incelemeleri ile hesaplanarak ortaya çıkmıştır.

Yaklaşık 10 yıl önce MTA tarafından rapor hazırlanmış ve bu rapor üzerinden sistem devam etmektedir. Yeni kaynakları araştırma raporu planlaması için MTA yakın zamanda ziyarete gelmiştir. Yeni rapor hazırlanması için il özel idarenin izni istenmektedir. Şu an kullanılan kaynakların mevcut durumu ve kullanılabilir kaynaklar için detaylı rapor istenmektedir. Yeni rapor doğrultusunda giderleri belediye veya il özel idare tarafından karşılanarak yeni kuyu açılması istenmektedir. Bu durumun gerçekleşmemesi halinde ısıtma işlemi önündeki önemli engellerden biri olarak değerlendirilmektedir.

2.3.2. Yozgat İlinde Jeotermal Kaynakların Isı Kapasiteleri

Bu bölümde, KOP Bölgesi'nde kalan il ve ilçelerde yer alan ve verileri bulunan jeotermal kaynakların sıcaklık-kapasite ilişkileri incelenmiştir. Konya Ovası bölgesinde Konya, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir ve Yozgat illerinde yer alan jeotermal sahalar ile ilgili veriler değerlendirilmiştir. Bu veriler içinden kuyulara ait debi değerleri ve sıcaklık değerleri kullanılarak MW_t cinsinden ısı kapasitesi hesapları yapılmıştır. Isıl kapasite hesabında kullanılan denklem aşağıda verilmektedir.

$$\text{Isı Kapasitesi: } w \times (T - 20) \times 0,004184$$

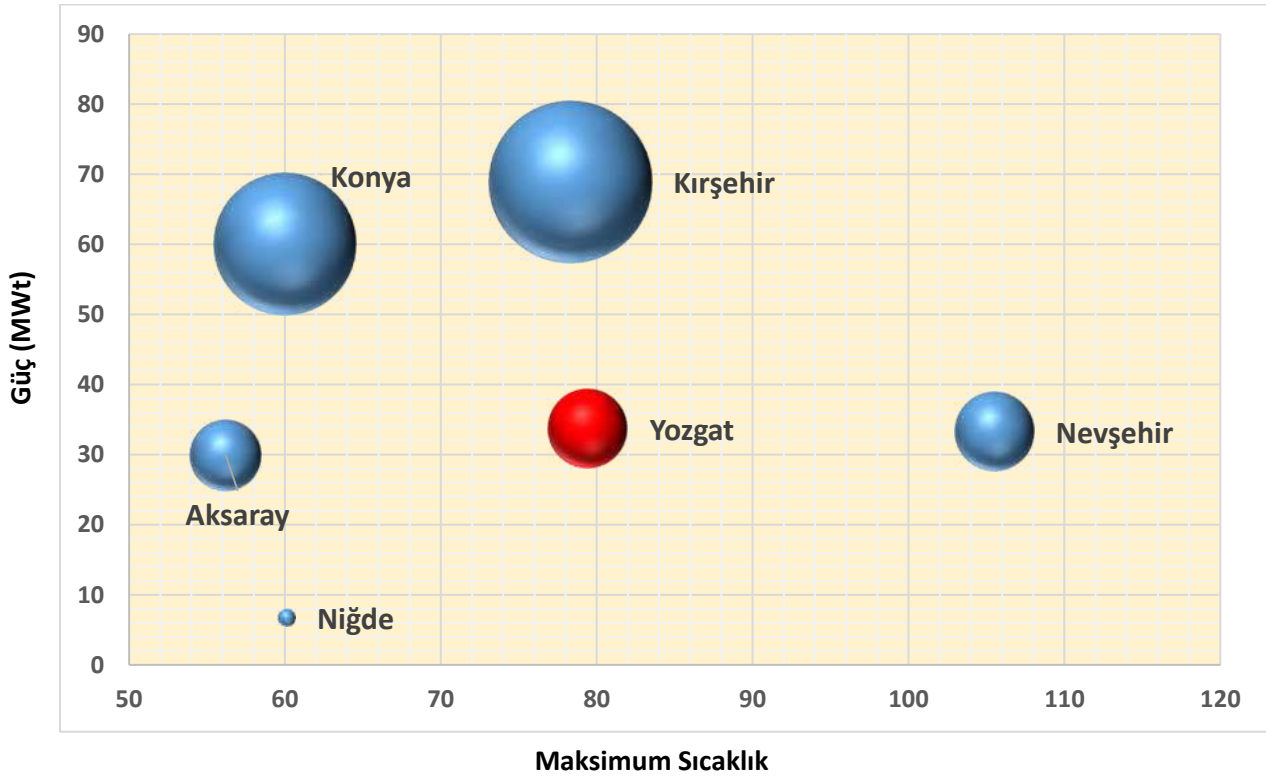
Burada; w (kg/s) kütleli debiyi, T (°C) sıcaklığı vermektedir. Elde edilen ısı kapasitesi ise MW_t birimindedir. Hesaplama T sıcaklığı ile gelen jeotermal kaynağın dönüş sıcaklığının 20 °C düştüğü varsayımı ile güç hesabı yapılmıştır.

Isı kapasitesi analizi KOP Bölgesi'ndeki illere göre yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 18 ve Şekil 45'de verilmektedir. Tablo 19 'da görüldüğü gibi, illere göre bazı veri istatistikleri verilmektedir. Buna göre en çok veri Konya ilinde yer almaktadır. Bunu Kırşehir ili takip etmektedir. Çalışmada toplamda 70 adet veri kullanılmıştır. Gözlemlenen en yüksek sıcaklık Nevşehir ilinin Kozaklı ilçesinde İl Özel İdaresine ait kuyudan gelmektedir. Mevcut veriler ışığında en yüksek kapasite ise Kırşehir ilinde gerçekleşmektedir. Konut ısıtması gerçekleştirilebilecek iller ise daha önce de belirtildiği gibi Kırşehir, Yozgat ve Nevşehir'dir. Yozgat 33,7 MW_t'lik kapasitesi ile KOP Bölgesinde 3. sırada yer almaktadır ve KOP Bölgesi için hesaplanan toplam gücün % 14'nü barındırmaktadır.

Tablo 18: Kop Bölgesi'ndeki İllere Göre Isı Kapasitesinin Dağılımı

İl/Bölge	Veri Sayısı	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	Kapasite (MW _t)	%
Yozgat	6	40,6	79,4	33,7	%14
KOP Bölgesi	70	18,3	105,5	232,73	%100

Tablo 18 'de Yozgat iline ait jeotermal olanaklarının değerlendirilmesi için tarafımıza ulaşan tüm kuyulara ait bilgiler ile birlikte, hesaplanan ısı kapasiteleri de verilmektedir. Unutulmamalıdır ki, hesaplanan ısı kapasitesi değerleri, mevcut sıcaklık ve debi değerleri üstünden yapılmıştır. Debi değerleri zaman içinde değişebilmektedir. Herhangi bir bölgede proje kapsamında ek kuyuların açılması durumunda üretim debisi artacak ve doğal olarak da ısı kapasitesi artacaktır.



Şekil 45: Isı Kapasitesi ve Maksimum Sıcaklık Arasındaki İlişkinin İllere Göre Dağılımı

Tablo 19: Yozgat İlindeki Jeotermal Kaynakların Hesaplanan Isı Kapasiteleri

ID	Rapor No	İlçe	Kuyu Adı	Y	X	Bikarbonat (HCO ₃)	Karbonat (CaCO ₃)	Toplam Ç.Madde	Sıcaklık	pH	Debi l/sn	MWt
136	ML-S-19-136	Bahariye	Yozgat İl Özel İdaresi-BG-2	39.1949	35.189	630,46	2,34	2630	52,5	7,97	70	9,51
137	ML-S-19-137	Sarıkaya	Yozgat İl Özel İdaresi-Uyuz Hamamı Kaynağı	39.4947	35.375	252,14	3,75	518	50,3	7,33	2.5	0,31
138	ML-S-19-138	Sorgun	Yozgat İl Özel İdaresi-SG-2	39.805	35.2073	102,48	1,42	1359	78,2	8,18	55	13,39
139	ML-S-19-139	Sorgun	Yozgat İl Özel İdaresi-SG-4	39.8082	35.207	103,3	8,26	1385	79,4	8,2	32	7,95
140	ML-S-19-140	Sarıkaya	Yozgat İl Özel İdaresi-SK-6	39.4959	35.3768	253,6	1,22	539	60,2	8,22	10	1,68
133	ML-S-19-133	Yerköy	Koyunbaşıoğlu Tesisleri Kuyusu	39.633	34.4868	298,83	4,9	11500	40,6	7,71	10	0,86

2.3.3. Yozgat İlindeki Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtma Potansiyellerinin Belirlenmesi

KOP Bölgesinin şehir ısıtması potansiyelinin ortaya konulabilmesi için, *Lindal diyagramı* hesaplama prensipleri kullanılmıştır. 50 °C üzerindeki kaynaklar potansiyel alanlar olarak alındığında, ısıtılacak potansiyel alanlar Şekil 46'daki gibi tespit edilmiştir. Bu kapsamda, potansiyel oluşturabilecek olan iller Kırşehir, Nevşehir ve Yozgat olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 20: Kuyu Bazlı Isıtılabilecek Alan ve Konut Eşdeğeri

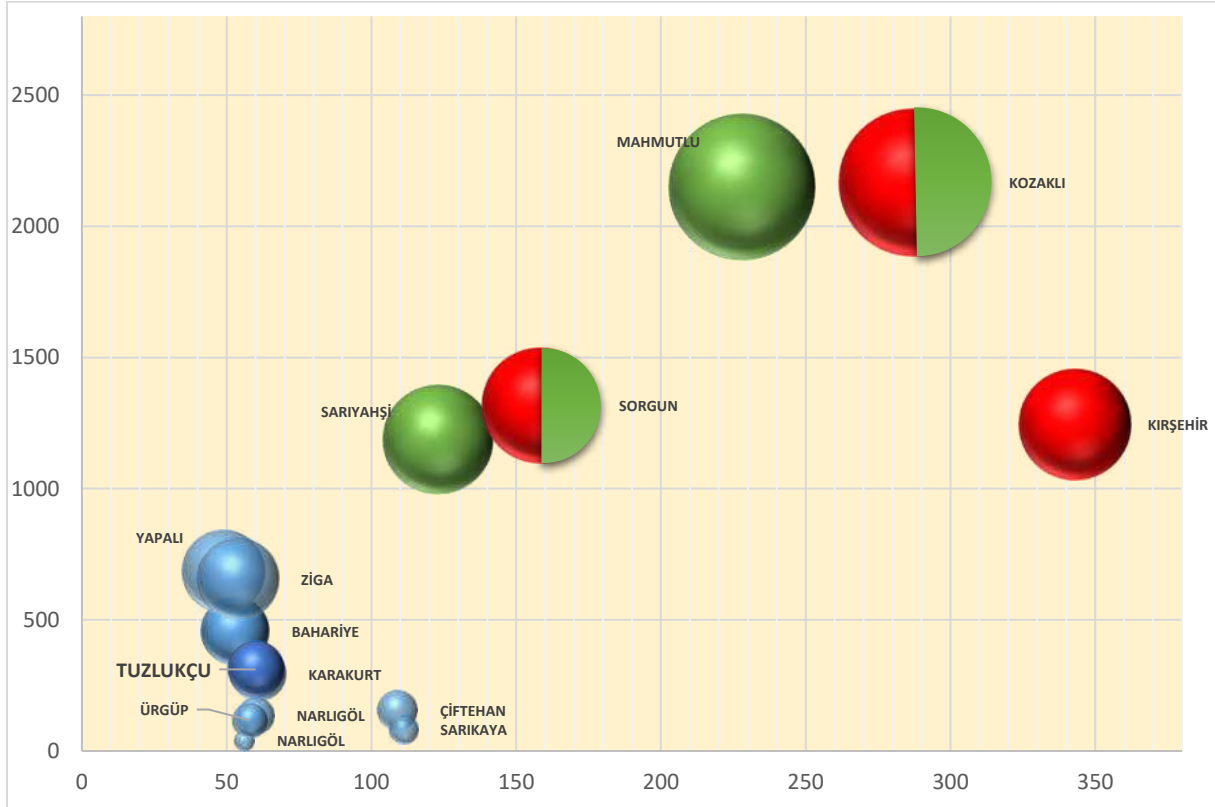
No	İl	İlçe	Kuyu Adı	Debi (l/sn)	Sıcaklık	Alan (m ²)	Konut Eşdeğeri	Dönüş Sıcaklığı
4	YOZGAT	SORGUN	Yozgat İl Özel İdaresi-SG-4	32	79,4	49.536	495	45
6	YOZGAT	SORGUN	Yozgat İl Özel İdaresi-SG-2	55	78,2	82.170	822	45
13	YOZGAT	SARIKAYA	Yozgat İl Özel İdaresi-SK-6	10	60,2	6.840	68	45
25	YOZGAT	BAHARİYE	Yozgat İl Özel İdaresi-BG-2	70	52,5	45.675	457	38
27	YOZGAT	SARIKAYA	Yozgat İl Özel İdaresi-Uyuz Hamamı Kaynağı	2,5	50,3	1.384	14	38

Tablo 21: Bölgesi'ndeki Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtmada Kullanım Potansiyelinin Değerlendirmesi

No	İlçe	Mevki	Debi	Sıcaklık	Potansiyel (m ²)	Hane Adedi	300 Konut	Şehir İçi	Uygunluk	Mevcut Kullanım
1	Boğazlıyan	Bahariye	53	70	45.675	457	√			
2	Cihanbeyli	Yapalı	49	138	68.310	683	√			
3	Çiçekdağı	Mahmutlu	228	155	214.988	2.150	√			
4	Ulukışla	Çiftehan	109	22	15.633	156				
5	Gülağaç	Narlıgöl	56	5	4.095	41				
6	Güzelyurt	Ziga	54	90	65.610	656	√			
7	Kırşehir	Karakurt	61	40	29.340	293				
8	Kozaklı	Kozaklı	287	86	216.743	2.167	√	√	√	Konut Isıtması
9	Kırşehir	Merkez	343	146	124.530	1.245	√	√	√	Konut Isıtması
10	Niğde	Narlıgöl	60	20	13.590	136				
11	Sarıkaya	Sarıkaya	111	13	8.224	82				
12	Sarıyahşi	Sarıyahşi	123	160	118.800	1.188	√			
13	Sorgun	Sorgun	158	87	131.706	1.317	√	√	√	Konut Isıtması
14	Tuzlukçu	Tuzlukçu	60	46	31.050	311	√			
15	Ürgüp	Ürgüp	58	13	11.700	117				

Mevcut potansiyel noktalar değerlendirildiklerinde ve Őehre mesafeleri göz önüne alındığında, KOP Bölgesinde üç noktanın Şehir ısıtması kullanımı için uygun olabileceği görülmektedir. Yozgat ilinde potansiyel olarak görülen nokta Sorgun'da yer alan kaynaklar hali hazırda Şehir ısıtması için kullanılmaktadır.

Şekil 47'de sonuçların analizleri ısı kapasitesi ve sıcaklık arasındaki ilişki ile verilmektedir. Şekil 47'den anlaşılacağı gibi, grafiği 50 °C altı ve 50 °C üstü Şeklinde iki farklı bölüme ayırabilmek mümkündür. Sıcaklığı 50 °C üstünde olan kaynaklar bölgesel ısıtma için kullanılabilir. Buna uygun yaklaşık olarak 28 adet kaynak bulunmaktadır. Sıcaklığı 50 °C'nin altında olan kaynaklar ise seracılık, turizm ve sağlık vb. gibi diğer doğrudan kullanımlara uygun kaynaklardır. Yeşil ile gösterilen kaynaklar mevcutta seracılıkta, kırmızı ile gösterilenler konut ısıtmasında kullanılmaktadır.



Şekil 47: KOP Bölgesi'nde Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtmaya Uygunlukları

2.4. Yozgat İlinde Jeotermal Kaynakların Turizm ve Sağlık Alanında Kullanımı

Yozgat ili termal turizm ve sağlık açısından KOP Bölgesinin en zengin illerinde biri olup, bölgedeki toplam yatak kapasitesinin % 20 yakınına sahiptir. Bu yönüyle Nevşehir ilinden sonra ikinci sırada gelmektedir.

2.4.1. Yozgat İlinde Jeotermal Kaynakların Turizm ve Sağlık Alanlarında Mevcut Durumu

Yozgat ilinin termal kaynaklarının turizm ve sağlık açısından mevcut durum analizi hem bölgesel hem de yerel anlamda bir yaklaşım ile ele alınmıştır. Bu doğrultuda hem bölgesel stratejileri içeren hem de mevcut su analizlerini ve tesis kapasitelerini içeren başlıklarda analiz ve değerlendirmeler yapılmıştır.

Yozgat'ta yeni açılan Yozgat Şehir Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon kliniği faaliyetlerinde jeotermal kaynak kullanımı konusunda olumlu görüş bildirmektedirler. Termal kaynak kullanımı konusunda yatırım için destek beklemektedir.

KOP bölgesinde bulunan illerden Yozgat'ta Sağlık Bakanlığı işletme iznine sahip bir tesis, Sorgun ilçesinde bulunan, bölgedeki tek 5 yıldızlı termal oteldir. İlçedeki en modern otel ve en kapsamlı termal tesis olma özelliğine sahiptir. Otelin SPA ve Wellness bölümünde kullanılan çok özellikli termal su hem yurt içinden hem de yurt dışından çok sayıda misafiri kendine çekmektedir.

Sorgun'un en önemli potansiyellerinden olan sıcak su kaynaklarına yeterli derecede yatırım yapılmaması ilçedeki eksikliklerdendir. Bölgede kaplıca, otel, konaklama tesislerinin yapımının artırılması ve kalite standardının sağlanması gerekmektedir.

Yozgat'ta Sağlık Bakanlığı işletme iznine sahip Sarıkaya ilçesinde bulunan diğer bir tesis Tıbbi bilimsel termal kaplıca olarak hizmet vermektedir. Bölge potansiyelinin büyük kısmına cevap vermektedir. Diğer tesis geleneksel olarak hizmet vermektedir.

Yerköy ilçesinde bulunan kaplıca, yöresel ve çevre civar yerli turistlere hizmet vermektedir. Tesis yıpranmış ve eski bir durumdadır.

Yozgat'ta bulunan Termal Aqua Park'ın turizm potansiyeli ve Balıklı kaplıca gibi alternatif tedavi imkânlarının tanıtımı ve hizmet için gerekli altyapının geliştirilmesi bölge ekonomisine olumlu katkı sağlayacaktır.

Turizm sektörü bölge için önem arz eden diğer bir sektör konumundadır. Bölgeyi ziyaret eden turist sayısı her geçen gün artmakla birlikte Yozgat ilinde termal kaynakların etkili tanıtımı yapılamamasından dolayı turizm sektöründen yeterince gelir elde edilememektedir. Turizm alanında yaşanan en büyük sorunların başında turizmden elde edilen gelirin geniş bir tabana yayılmaması, hizmet kalitesinin istenilen düzeyde olmaması, nitelikli termal turizm tesislerinin yetersiz olması ve termal turizm ile diğer potansiyel ve mevcut turizm faaliyetlerinin entegre olamamasıdır. Bu sebeplerle turizmden elde edilen katma değer artması, turizm çeşitliliğinin sağlanması ve gelirlerin tabana yayılması Bölgenin kalkınması için önem taşımaktadır.

Sarıkaya ilçesinin merkezinde ve bölgede yer alan 2 termal tesise yakın mesafede yer almaktadır. 2020 yılı itibariyle bölge ören yeri olarak kabul edilmiştir. 2019 yılında Bölge İl Genel Meclisi kararı ile Kültür ve Turizm Bakanlığı'na devredilmiştir.

Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından sağlanan kaynaklarla üzerindeki binalar kamulaştırılıp kaldırılmış ve ortaya çıkarılmıştır. Yozgat Müzesi kazıları sonucunda 2018 yılında UNESCO Dünya Mirası Geçici listesine girmiştir. 2010 - 2018 yılları arasında arkeolojik kazı ve çevre düzenleme, temizleme çalışmaları yapılmıştır. Yeni kamulaştırma alanları için planlama ve izin beklenmektedir. Arkeolojik kazı çalışma planları tamamlanmış izin beklenmektedir.

Sarıkaya ilçesindeki termal tesislere gelen turistler sayesinde, ziyarete kapalı olduğu halde tahminen yılda 10-15.000 kişi Roma Hamamı'nı ziyaret etmektedir. Sarıkaya Roma Hamamı'nın örenyeri olarak projelendirilmesi ve 3 yıl içinde ziyarete açılması planlanmaktadır.¹⁴

Hedeflenen, Sarıkaya Roma Hamamı'nın üzerini Şanlıurfa Haleplibahçe Mozaik Müzesi'nde olduğu gibi bir çatı örtüsü altına alarak dünyanın ilk Termal Arkeoparkı'nı inşa etmektir.¹⁵

Uygulama projesinin hazırlanması ve giriş-karşılama mekanlarının yapılması ile ziyaretçi sayısında büyük bir artış olması beklenmektedir.

2.4.2. Yozgat İlinin Jeotermal Kaynaklarının Sağlık Açısından Değerlendirilmesi

Yozgat ilinde alınan 6 su örneğinin 30 parametrede incelendiğinde suların endüksiyonları Tablo 8'de KOP Bölgesi içindeki durumuna göre Tablo 9'da Yozgat ilçelerine göre verilmiştir. Alınan örneklerdeki suların Sindirim Sistemi Hastalıkları, Solunum Sistemi Hastalıkları, Nörolojik Hastalıklar ve Lokomotor Sistem Hastalıklarına sağlık açısından iyi geldiği balneolojik olarak değerlendirilmiştir. Bütün su örneklerinin Lokomotor hastalıkların tedavisi için uygun olduğu görülmektedir. Ayrıca Boğazlıyan'dan alınan örneklerin Sindirim Sistemi Hastalıklarına, Sorgun ve Sarıkaya'dan alınan örneklerin Nörolojik Hastalıklara, Yerköy'den alınan örneklerin ise Sindirim ve Solunum Sistemi Hastalıklarında endüksiyona sahip olduğu anlaşılmaktadır. Tablo 10'da Örnek alınan su kaynaklarına göre ayrıntılı endüksiyon bilgileri verilmiştir.

¹⁴ Yozgat Sarıkaya Roma Hamamı, Örenyeri Projesi (Yozgat İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü)

¹⁵ Yozgat 2023 Projeleri, İl Kültür ve Turizm Müdürleri Buluşması 14-15 Aralık 2019 (Yozgat İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü)

Tablo 22: İller Bazında Hastalık Endüksiyon Tablosu

Hastalıklar	İller (Nokta Sayısı)						
	Konya (24)	Kırşehir (22)	Nevşehir (6)	Niğde (4)	Aksaray (7)	Yozgat (6)	Toplam (69)
Jinekolojik Hastalıklar	3	0	0	0	0	0	3
Böbrek ve İdrar Yolları Hastalıkları	9	0	3	3	3	0	18
Cilt Hastalıkları	7	2	0	0	3	0	12
Sindirim Sistemi Hastalıkları	6	0	3	4	3	2	18
Solunum Sistemi Hastalıkları	0	0	0	1	1	1	3
Kalp ve Dolaşım Sistemi Hastalıkları	3	0	0	2	0	0	5
Nörolojik Hastalıklar	14	20	3	0	2	4	43
Lokomotor Sistem Hastalıkları	17	22	6	4	6	6	61
TOPLAM	59	44	15	14	18	13	163

Tablo 23: Yozgat İlçeler Bazında Hastalık Endüksiyon Dağılımı

Hastalık	Yozgat (6)			
	Boğazlıyan	Sorgun	Sarıkaya	Yerköy
Jinekolojik Hastalıklar				
Böbrek ve İdrar Yolları Hastalıkları				
Cilt Hastalıkları				
Sindirim Sistemi Hastalıkları	1			1
Solunum Sistemi Hastalıkları				1
Kalp ve Dolaşım Sistemi Hastalıkları				
Nörolojik Hastalıklar		2	2	
Lokomotor Sistem Hastalıkları	1	2	2	1
Toplam	2	4	4	4

Tablo 24: Jeotermal Kuyu Bazlı Kaynak Sınıflandırması

İlçe	Rapor No	Kuyu/Kaynak Adı	Balneolojik Su Sınıfı	Solumun Sistemi Hastalıkları	Cilt Hastalıkları	Lokomotor Sistemi Hastalıkları	Kalp-dolaşım Sistemi Hastalıkları	Sindirim Sistemi Hastalıkları	Böbrek-ıdrar Yolları Hastalıkları	Jinekolojik Hastalıklar	Nörolojik Hastalıklar	Y	X
Boğazlıyan	ML-S-19-136	Yozgat İl Özel İdaresi-BG-2	Sodyumlu termominerali su			1		1				39,1949	35,18900
Sorgun	ML-S-19-138	Yozgat İl Özel İdaresi-SG-2	Termominerali su			1					1	39,805	35,20730
Sorgun	ML-S-19-139	Yozgat İl Özel İdaresi-SG-4	Termominerali su			1					1	39,8082	35,20700
Sarıkaya	ML-S-19-137	Yozgat İl Özel İdaresi-Uyuz Hamamı Kaynağı	Termal su			1					1	39,4947	35,37500
Sarıkaya	ML-S-19-140	Yozgat İl Özel İdaresi-SK-6	Termal su			1					1	39,4959	35,37680
Yerköy	ML-S-19-133	Koyunbaşıoğlu Tesisleri Kuyusu	Sodyumlu, kalsiyumlu, klorürlü termominerali su	1		1		1				39,633	34,48680

2.4.3. Yozgat İlinin Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezlerinin Değerlendirilmesi

Yozgat ilinde 2 Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon merkezi vardır. Her 2 Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon merkezi Yozgat Merkezde yer almakta olup termal kaynaklar kullanılmamaktadır. Yozgat Şehir Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği'nin doluluk oranı % 100 olup, jeotermal kullanımı konusunda olumlu görüş bildirmektedirler. Tablo 25'de Yozgat'ta yer alan FTR merkezlerinin KOP Bölgesi içindeki seviyesi verilmiştir. Tablo 26'da Yozgat'ta yer alan FTR merkezlerinin jeotermal kaynaklara bakış açısı ve farkındalıkları verilmiştir.

Tablo 25: KOP Bölgesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezleri Envanteri

İl	Merkez Sayısı	Jeotermalden Faydalanan Merkez Sayısı	Toplam Yatak Kapasitesi	Jeotermal Kaynaktan Faydalanan Yatak Kapasitesi	Jeotermal Kaynaktan Faydalanan Yatak (%)
Aksaray	2	0	35	0	%0
Karaman	3	0	143	0	%0
Konya	4	0	306	0	%0
Kırıkkale	3	0	273	0	%0
Kırşehir	1	1	146	146	%100
Nevşehir	3	1	284	170	%59
Niğde	3	1	342	150	%44
Yozgat	2	0	320	0	%0
KOP Bölgesi	21	3	1.875	492	%26

Tablo 26: KOP Bölgesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezleri Envanteri

İl	İlçe	Tesisin Adı	Tesisin Kapasitesi (Yatak)	Jeotermal Kaynaklardan Faydalanma (Var, Yok)	Doluluk Oranı (% veya Bilgi Yok)	Jeotermal Kullanımı Konusunda Fikri (Olumlu-Olumsuz veya Bilgi Yok)	Müşteri Kitlesi (Bilgi Yok ya da Müşteri Kitlesi)
YOZGAT	Merkez	Özel Yozgat Bakım ve Rehabilitasyon Merkezi	250	Y	BY	BY	BY
	Merkez	Yozgat Şehir Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği	80	Y	%100	Olumlu	Bölgesel

2.4.4. Yozgat İlinin Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Değerlendirilmesi

Yozgat ilinde yer alan Jeotermal Turizm ve Sağlık işletmelerine yönelik envanter çalışması yapılmış, tesislerin bir kısmı hem ziyaret edilmiş hem de farklı iletişim kanalları ile kendilerinden bilgi toplanmıştır. Envanter farklı boyutları ilerleyen bölümde sunulmuştur. Bu doğrultuda envanteri tanımlayacak boyutlar aşağıdaki gibidir;

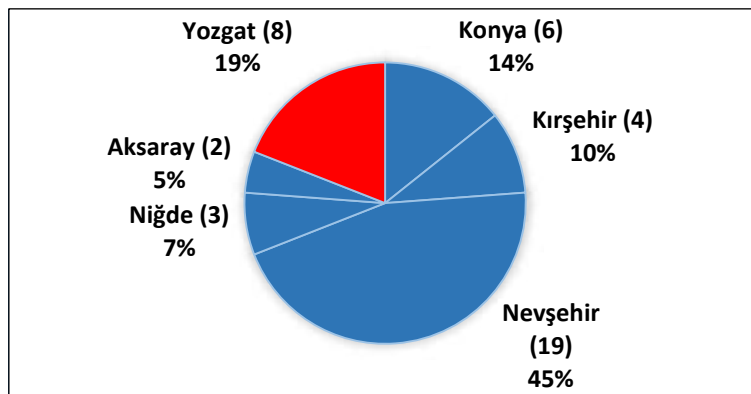
- Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Coğrafi Dağılımı
- Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerin Kapasitelerinin İncelenmesi
- Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerin Doluluk Oranları
- Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Hastalık Sınıflarına Göre Sularının Değerlendirilmesi
- Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Menü Değerlendirmesi

2.4.5. Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Coğrafi Dağılımı

KOP Bölgesi içinde Yozgat işletme sayısı açısından Tablo 27’de görüldüğü üzere ikinci sırada yer almaktadır (Şekil 48). Bölgede Sarıkaya Roma Hamamı ve çevresinde 2010 - 2018 yıllarında yapılan kazıları sonucu 2000 yıllık bir geçmişe sahip olduğu anlaşılmaktadır. Sarıkaya, Sorgun ve Yerköy’de büyük işletmeler ve aile işletmeleri yer almaktadır. Mevcut tespit edilen işletmelerin hepsi raporun diğer bölümlerinde detaylı olarak yer aldığı için ilçe bazlı kırılım verilmemiştir.

Tablo 27: KOP İlleri ve Yozgat İşletme Sayıları

Nicelik	KOP İlleri (İşletme Sayısı)						
	Konya	Kırşehir	Nevşehir	Niğde	Aksaray	Yozgat	Toplam
İşletme Sayısı	6	4	19	3	2	8	42
%	14%	10%	45%	7%	5%	19%	%100



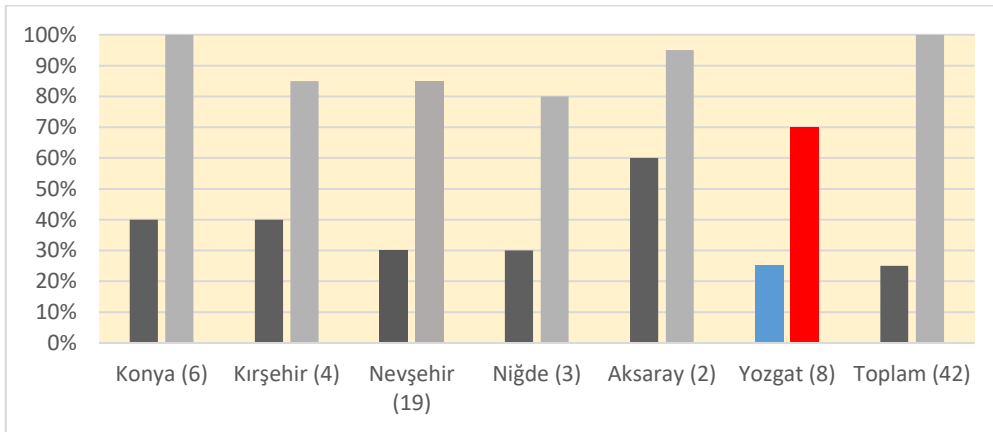
Şekil 48: Yozgat İlindeki Termal Tesislerin KOP Bölgesi İçindeki Oranı

2.4.6. Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Kapasitelerinin İncelenmesi

Yozgat ili genelinde jeotermal turizm ve sağlık işletmelerinde bulunan oda sayısı 415 ve yatak sayısı 1.021'dir (Tablo 28). KOP bölge genelindeki işletme sayı kapasiteleri ile Yozgat ili karşılaştırıldığında, oda sayılarının yüzde ve sayı olarak birinci sırada yer alan Nevşehir'in ardından % 13 ile Yozgat ve Kırşehir'in ikinci sırada yer aldıkları görülmektedir. Yatak sayısında ise % 13 ile bölgede Yozgat ikinci sırada yer almaktadır. İşletme başına düşen yatak sayısı ile bölgede en düşük orana sahiptir. En düşük otel doluluk oranı Yozgat'da ortaya çıkmıştır (Şekil 49).

Tablo 28: KOP İlleri İşletme ve Tesis Bilgileri

Nicelik	KOP İlleri (İşletme Sayısı)						
	Konya (6)	Kırşehir (4)	Nevşehir (19)	Niğde (3)	Aksaray (2)	Yozgat (8)	Toplam (42)
Oda Sayısı	338	434	1.546	354	156	415	3.243
Oda Sayısı %	%10	%13	%48	%11	%5	%13	%100
Yatak Sayısı	821	845	3.734	1.110	416	1.021	7.947
Yatak Sayısı %	%10	%11	%47	%14	%5	%13	%100
İşletme Başına Yatak Sayısı	137	211	197	370	208	128	189
Doluluk En Düşük	%40	%40	%30	%30	%60	%25	%25
Doluluk En Yüksek	%100	%85	%85	%80	%95	%70	%100



Şekil 49: İl Bazında Doluluk % En Düşük ve En Yüksek

2.4.7. Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Doluluk Oranları

Yozgat ilinde Tablo 29'da görüleceği üzere tesislerin % 80 ve üstü doluluğa sahip tesisi bulunmamaktadır. Yıllık kapasitesinin % 60 - % 79'unu dolduran otel sayısı 2'dir. % 40 - % 59 arasında doluluğa sahip olan 2 tesis bulunmaktadır. % 40 ve altı doluluğa sahip 1 otel bulunmaktadır.

Tablo 29: Termal Tesislerin Doluluk Oranlarına Ait Frekans Verileri

Doluluk Oranı	İller (İşletme Sayısı)						
	Konya (4)	Kırşehir (4)	Nevşehir (17)	Niğde (4)	Aksaray (2)	Yozgat (5)	Toplam (36)
%80 ve Üstü	1	1	3	1	1	0	7
%60 -%79	1	2	4	2	1	2	12
%40-%59	2	1	8	0	0	2	13
%40 Altı	0	0	2	1	0	1	4
Ortalama Doluluk (Aritmetik)	%58	%66	%56	%64	%78	%54	%59
Ortalama Doluluk (Ağırlıklı)	%60	%71	%63	%72	%77	%64	% 65

Yozgat 'ta ki tesislerin 2 tanesi Sarıkaya ilçesinde, 2 tanesi Sorgun ilçesinde ve 1 tanesi Yerköy ilçesinde yer almaktadır. Sorgun ve Sarıkaya ilçesinde bölgenin 2 büyük termal tesisi yer almaktadır. Yıllık doluluk oranları sezon olarak tanımlanan dönemlerde % 70 'e kadar çıkmaktadır. Diğer dönemlerde % 25 'e kadar düşmektedir.

Tablo 30'da görüleceği üzere ilde sadece bir adet Tıbbi Bilimsel, Termal Kaplıca tesisi bulunmaktadır. Geleneksel kullanım da dâhil tesislerin olanaklarının geliştirilmesi durumunda 12 ay boyunca daha yüksek doluluk oranı elde edilebileceği düşünülmektedir.

Tablo 30: Yozgat İlinde Bulunan Termal Sağlık ve Turizm Tesislerin Envanteri

İlçe	Tesisin adı	Türü	Oda Sayısı	Yatak Sayısı	Doluluk Oranı
Sarıkaya	Mehmetoğulları Termal Tesisi	Tıbbi Bilimsel Termal Kaplıca	75	180	55%
Boğazlıyan	Boğazlıyan Cavlak Bahariye Termal Kaplıca Tesisi				
Sarıkaya	Sarıkaya Termal Kaplıcaları	Geleneksel	50	150	70%
Sorgun	Sorgun Bedirbaba Termal Oteli	Geleneksel	20	60	50%
Sorgun	Sefa Sorgun Büyük Termal Oteli	Geleneksel	247	583	70%
Sorgun	Sorgun Lokman Hekim Kaplıcası				
Yerköy	Yerköy Bulamaçlı Kaplıcaları				
Yerköy	Yerköy Koyunbaşoğlu Termal Kaplıcası Apart Otel	Geleneksel	23	48	25%

2.4.8. Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Hastalık Sınıflarına Göre Sularının Değerlendirilmesi

Yozgat ilinde hastalık sınıflandırılmasında tesis sayısı 8 iken otel istatistiklerindeki tesis sayısının 5 olmasının sebebi, 8 tesisin 5 tanesinden hastalık şifa kapsamındaki bilgilerinin mevcut olmayışı sebebi ile hesaplama dahil edilmemiştir. İşletme beyanları ile ortaya çıkan sul endüksiyonları Tablo 31’de ilçe bazında verilmiştir.

Tablo 31: İlçe Bazında Hastalık Endüksiyonları

Hastalık	Boğazlıyan (1)	Sarıkaya (2)	Sorgun (4)	Yerköy (1)
Lokomotor Sistem Hastalıkları	1	1	2	1
Jinekolojik Hastalıklar	0	2	4	0
Nörolojik Rahatsızlıklar	1	0	0	0
Kalp ve Dolaşım Sistemi Hastalıkları	1	1	0	0
Solunum Sistemi Hastalıkları	0	0	0	0
Cilt Rahatsızlıkları	0	1	0	0
Sindirim Sistemi Hastalıkları	1	2	2	0
Böbrek ve İdrar Yolları Hastalıkları	0	0	0	0
TOPLAM	4	7	8	1

2.4.9. Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Menü Değerlendirmesi

Termal turizm işletmelerinin SPA ve Wellness hizmetleri ile genellikle tercih edilme amacı misafirlerin tedavi olma ve sağlıklarını koruma isteğidir. Konaklamalı işletmelerin termal turizm açısından cazip yerlere haline gelebilmesi için işletmelerde sunulan menülerin sağlık açısından da kontrollü ve uygun olması gerekliliğidir. Bu açıdan Yozgat ilinde yer alan bir işletme değerlendirilğinde menü olarak Sabah-Akşam açık büfe hizmeti vermekte olup öğlen yemeği hizmeti vermemektedir. İşletmede diyetisyen ve gıda mühendisi çalışmamaktadır. Bölgede yer alan termal turizm işletmelerinin menü uygulamaları sağlık turizmi açısından yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. Termal işletmelerde sağlıklı menü ve bu menüyü oluşturacak insan kaynağının eksikliği potansiyel termal turistlerin bu işletmeleri tercih etmemeleri konusunda önemli bir nedendir. Tablo 32’de işletmeye ait bilgiler yer almaktadır.

Tablo 32: Tesis Menü İçerikleri ve Beslenme Hizmetlerinin Değerlendirilmesi

Şehir/İlçe	Menü İçeriği	Diyetisyen Durumu	Gıda Mühendisi Durumu	Diyet Menü Talebi
Yozgat	Sabah: Açık Büfe Öğlen: Yok Akşam: Açık Büfe	Hayır	Hayır	Hayır

2.5. Yozgat İlinde Jeotermal Kaynakların Tarım Alanında Kullanımı

Yozgat ilinde jeotermal tarımsal amaçlı kullanımı sera alanına odaklanmıştır. Mevcut seralar Sorun ve Boğazlıyan ilçelerinde yer almaktadır. Sorgun Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü tarafından jeotermal seracılık alanların geliştirilmesi açısından öncelikli merkezlerden biri olmakla birlikte, termal suyun yetersizliği nedeni ile Kozaklı'nın yer aldığı en öncelikli 15 merkez arasına girememiştir. 2013 yılında ilde Jeotermal Seracılık Organize Bölgesi konusunda girişimler olmuşsa da bu girişimler görünür bir sonuca ulaşmamıştır.

2.5.1. Yozgat İlinde Jeotermal Kaynak Kullanan Tarımsal İşletmeler

Yozgat ilinde termal kaynakların tarımsal uygulamaları ile ilgili olarak farklı uygulamalar yerinde ziyaret edilmiş ve termal kaynak kullanan tarımsal işletmelere ait bilgiler toplanmıştır. Ayrıca işletme sahipleri ile işletmeler bazındaki farklı uygulamaları, fırsat ve tehditleri belirlemek için mülakatlar yapılmıştır. Bu şekilde Yozgat'ta yer alan jeotermal kaynaklı işletmelerin bir fotoğrafı ortaya konmuştur.

2.5.1.1. Yozgat İlinde Jeotermal Enerjinin Tarımsal Uygulama Envanteri

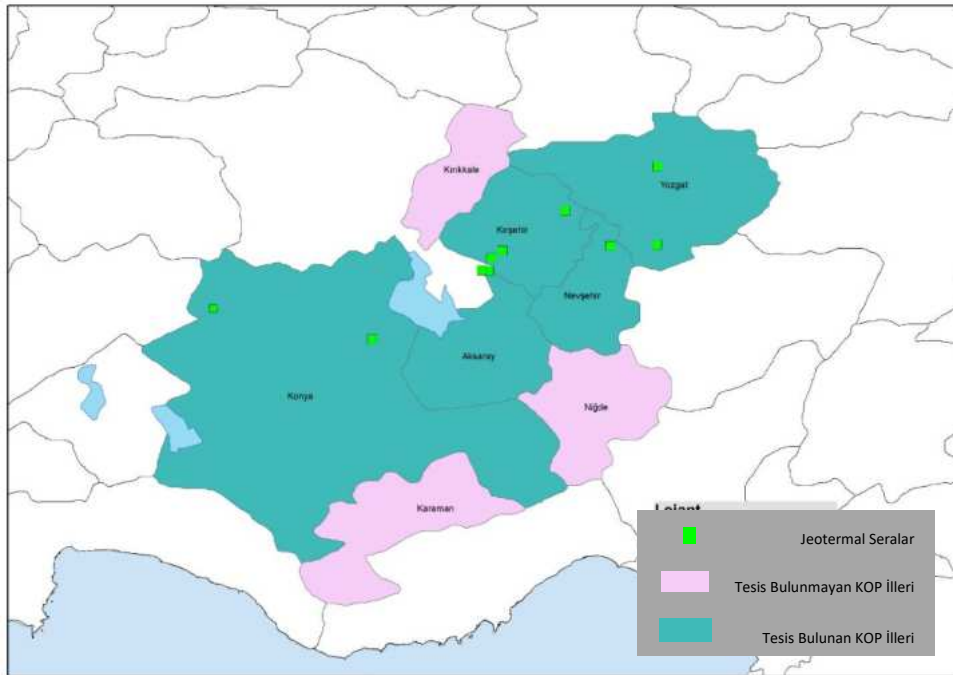
Yozgat ilinde bulunan jeotermal kaynakların tarımsal amaçlı başlıca kullanım alanı, jeotermal seracılıktır. Seralarda yetiştirilen ürünlerden beklenen en yüksek verimin elde edilebilmesi için, sıcaklığın düşük olduğu dönemlerde seraların ısıtılması gereklidir. Ülkemiz koşullarında, ısıtma giderleri sera karlılığını etkileyen en önemli girdilerden birisidir. Seracılık işletmelerinde ısıtma giderleri, yetiştirme mevsimi, bölge ve ürün tipine bağlı olarak değişmekle birlikte toplam maliyetin % 40 ile %80'ini oluşturmaktadır. Sera ısıtmada kullanılan fosil yakıtların ve diğer ısıtma yöntemlerinin maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle, ülkemizdeki birçok serada düzenli olarak ısıtma yapılamamakta, sadece bitkileri dondan korumaya yönelik ısıtma uygulanmaktadır. Sera ısıtma uygulamalarında, tükenbilir enerji varlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek amacıyla fosil enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması öncelikli gereksinim haline almıştır.

Mevcut durum analizi kapsamında Yozgat'ta 2 jeotermal sera bulunmaktadır. Bu iki seranın toplam alanı 88 da olup, KOP Bölgesinde yer alan jeotermal seraların % 13,5'na denk gelmektedir. Mevcut jeotermal seraların iller bazında özet bilgileri Tablo 33'de verilmiştir. İşletmelere ait ayrıntılı bilgilere ve

işletmelerde kullanılan tarımsal teknolojilerin envanterine Tablo 34’da yer verilmiştir. Genel anlamda KOP Bölgesinde yaygın olan jeotermal seracılık yapılanmasına uygun olarak işletmeler de şekillenmiştir. Seraların il bazında varlığını gösteren harita da Şekil 50’de verilmiştir. Sorgun’da bulunan jeotermal sera 2009 yılında kurulmuştur. Serada yetiştirilen domatesler hem büyük şehirlerde hem de ihracat amaçlı olarak değerlendirilmektedir. Boğazlıyan Bahariye’de kurulu olan sera 55 da alanı Yozgat’taki en büyük seradır ve yine domates üretmektedir. Sarıkaya’da 20 yıl önce kurulmuş olan 15 da sera jeotermal kaynağın yetersizliği nedeni ile kapanmıştır. İlkser firması belediye ile birlikte Sorgun’da yeni jeotermal seralar için çalışmalar yapmaktadır. Sera alanlarına ait veriler, yapılan görüşmeler neticesinde firmaların beyanı üzerinde alınmıştır bu nedenle alınan ruhsatta belirtilen alan ile ilgili uyumsuzluklar olabilmektedir. Sera işletmelerinin bulunduğu yerleşimlerin yükseltileri 900–1.300 m aralığında değişmektedir. Yozgat’ta seralarda kullanılan jeotermal kaynak kuyularının ruhsatları İl Özel İdarelerine aittir.

Tablo 33: KOP Bölgesi Tarımsal Seralar ve Alanları

İl	İşletme Sayısı	Sera Alanı (da)
Konya	2	150
Nevşehir	2	59
Aksaray	2	77
Yozgat	2	80
Kırşehir	2	226
TOPLAM	10	592



Şekil 50: KOP Bölgesinde Jeotermal Seralar

Tablo 34: Yozgat İlinde Bulunan Jeotermal Seralar ve Özellikleri

FİRMA / SERA BİLGİLERİ		SERALAR	
Firma Adı	BAŞYAZICIOĞLU TARIM	İLKSER	
İli	Yozgat	Yozgat	
İlçesi	Boğazlıyan	Sorgun	
Rakım (m)	1.000-1.100	1.200	
JEOTERMAL KAYNAK BİLGİLERİ			
Kuyu Adı	Bahariye		
Ruhsat Durumu	İl Özel İdaresi	İl Özel İdaresi	
Akışkan Sıcaklığı ve Özelliği	55-60 °C; 50 l/sn	80 °C; 80 l/sn	
SERA YAPISAL ÖZELLİKLERİ			
Sera Alanı	55 da	25 da	
Sera Boyutları	240x230	3 adet vardır. Boyutlar: 80x124; 56x100; 100x104	
Sera Yüksekliği	7-9 m	7 m	
ISITMA SİSTEMİ ÖZELLİKLERİ			
Isı Değiştirici Yerleşimi	Vanalar yardımı ile su dağıtılıyor. Yerden 20 cm yükseklikte olarak zeminden dolaşım oluyor. 9 m aralıklarla borular yardımı ile su dolaşım oluyor. (tünel) Ayrıca tavan ısıtma sistemi vardır.	Çelik borular ile oluk altı ve yetiştirme kasası üstünde	
Akışkan Giriş Sıcaklığı	40-45°C	78-80 °C kaynak çıkışı (Seraya daha düşük derecede geliyor.)	
Akışkan Dönüş Sıcaklığı	25-30°C	Ortalama 28-30 °C	
Akışkan Debisi	50 l/sn	11-12 l/sn	
İnhibitör Kullanımı	Kükürtlü su olduğu için zaman zaman kullanılıyor.	Yok	
Enerji/Yakıt Bedeli	Kira ve su bedeli: İl Özel İdaresine hasılatın %1'i ödenmektedir. Elektrik bedeli 65 bin TL	Kaynak suyu 20 bin TL/ay Elektrik 15 bin TL/ay	
ÜRÜN ÖZELLİKLERİ			
Yetiştirme Süresi ve Dönemi	Yılın 9 ayı yetiştirme ve ürün hasadı yapılmaktadır.	Yılın 8 ayı yetiştirme ve ürün hasadı yapılmaktadır.	
Yetiştirilen Ürün Çeşidi	Frenzo	Altes	
Bitki Sayısı	142.000 (3 bin ton)	60 bin kök (30-35 ton/dönüm)	
Ürün Verimi		Kök başına 13 kg	
SERA HAVALANDIRMA SİSTEMİ ÖZELLİKLERİ			
Toplam Açıklık Alanı	Her iki cam arası 3 m		
Fan Sayısı	150 adet	Yok	
SERADA ENERJİ TASARRUFU ÖNLEMLERİ ve OTOMATİK KONTROL			
Dondan Koruma	Kömürlü Kalorifer Sistemi	Doğal gazlı yedek kazan	

2.5.1.2. Sera Alan Hesaplamaları

KOP Bölgesinde saha çalışmaları sonucunda 65 kaynağa ait su sıcaklığı ve debi verilerine ulaşılmıştır. Buna ek olarak il özel idarelerinden ve yerel yönetimlerden alınan 10 kaynağa ait veri ile toplam olarak 75 kuyunun verisi alınmıştır. Bu kuyu verilerinde sadece 6 tanesi Yozgat iline aittir. 45 derecenin altındaki termal su kaynakları, mevcut uygulamalarda göz önüne alınarak hesaplama kapsamı dışına çıkarılmıştır. Bu kısıtlar dikkate alındığında, KOP Bölgesi için 45 derecenin üzerinde kalan 33 kuyu için potansiyel sera alanı hesabı yapılmıştır. Yozgat ilinde ise 45 derecenin üzerinde bulunan 5 kaynağın sera potansiyeli hesaplanmıştır. Hesaplamalar yapılırken kullanılan varsayımlar Tablo 35 'de belirtilmiştir. Mevcut sera sahipleri ile yapılan görüşmelerde, alan hesabının dış sıcaklığın -15 derece olduğu duruma göre yapıldığı anlaşılmıştır. -15 derece altı sıcaklıkların kış aylarında olağandışı bir durum olduğunu ve kısa süreli olarak kaydedildiği belirtilmiştir. Ayrıca sera yatırımcıları dış sıcaklığı daha düşük olarak sera alanını küçültmek yerine, olağandışı düşük sıcaklıklara karşı fosil yakıtla çalışan kazan ünitelerini ve büyük kapasiteli dengeleme tankları kullanmaktadırlar. Tablo 36'da potansiyel sera alanlarının iller bazında dağılımı ve Tablo 37'de Yozgat'ta bulunan kuyulara ait bütün değerler verilmiştir. Yapılan hesaplamalar, kuyunun bulunduğu yerdeki ayrıntılı yapılacak çalışmalara göre +/- %10 oranında değişebilir.

Tablo 35: Potansiyel Sera Alanı Hesaplarında Seçilmiş Parametreler

Parametre	Sıcaklık
Sera Dışı Sıcaklık (Td)	-15 derece
Sera İçi Sıcaklık (Ti)	12 derece
Giriş – Çıkış Farkı	25 derece
En Düşük Çıkış	40 derece

KOP Bölgesi açısından sera alanları hesaplamasında çıkan potansiyel 3 kırılım ile değerlendirilmiştir. 25 da üstü olanlar, 25-18 da arası olanlar, 18 da altı olanlar şeklinde bölünmüştür. Bu kırılım sektörde genel kabul gören işletmeler için sürdürülebilir alan yaklaşımına göre oluşturulmuştur. 32 kuyudan alınan değerlere göre toplam ısıtılabilir sera alanı 663,229 da olarak ortaya çıkmıştır. Bunun 459,661 da kısmı 25 da üzeri potansiyel vaat eden kuyulara aittir.

Yozgat ilinin sera potansiyeline bakıldığında 25 dekar üzeri potansiyel vaat eden iki kaynağın olduğu ve toplamda 82 dekarlık bir seranın bu kaynaklarla ısıtılacağı görülmektedir. Sürdürülebilirlik

açısından eşik aralığında kalan bir sera potansiyeli 21 dekarlık alan Bahariye’de. Geri kalan 2 kuyunun potansiyeli 18 dekarın altındadır.

Sorgun’daki kaynak hem jeotermal konut ısıtmasında hem de sera ısıtmasında kullanılmaktadır. Bahariye’deki kaynakta Başyazıcıoğlu firmasının ihtiyacını karşılamaktadır. Örnek alınan kuyulara ait verilerden yola çıkılarak hesaplanmış olan potansiyel sera ısıtma kapasitesi hesaplarının sadece sınırlı sayıda kuyu ile yapıldığı ve yeni sondajlar ile tespit edilecek termal kaynaklar ile daha fazla sera alanının ısıtılabilceği düşünölmektedir.

Tablo 36: İller Bazında Potansiyel Sera Alanları

İl	Alan (25 da ve Üstü) ve Sayı	Alan (18 -25 da) ve Sayı	Alan (18 da Altı) ve Sayı	Toplam Alan ve Sayı
Aksaray	115,329 (3)	-	12,540 (2)	127,868 (5)
Kırşehir	135,728 (3)	64,224 (3)	19,182 (6)	218,916 (11)
Konya	30,360 (1)	22,489 (1)	2,052 (1)	54,902 (3)
Nevşehir	96,067 (1)	18,333 (1)	20,765 (3)	135,165 (5)
Niğde	-	-	17,343 (3)	17,243 (3)
Yozgat	82,177 (2)	21,389 (1)	5,567 (2)	109,133 (5)
TOPLAM	459,661 (10)	126,435 (6)	77,133 (16)	663,229 (32)

Tablo 37: Yozgat İlinde Bulunan Kuyu Değerleri

Tip	Rapor No	İlçe	Kuyu Adı	DEBİ	Sıcaklık	Delta T	M2
1	ML-S-19-138	Sorgun	Yozgat İl Özel İdaresi-SG-2	55	78,2	38,2	51.358
1	ML-S-19-139	Sorgun	Yozgat İl Özel İdaresi-SG-4	32	79,4	39,4	30.820
2	ML-S-19-136	Bahariye	Yozgat İl Özel İdaresi-BG-2	70	52,5	12,5	21.389
3	ML-S-19-140	Sarıkaya	Yozgat İl Özel İdaresi-SK-6	10	60,2	20,2	4.938
3	ML-S-19-137	Sarıkaya	Yozgat İl Özel İdaresi-Uyuz Hamamı Kaynağı	2,5	50,3	10,3	629

2.5.3. Potansiyel Sera Alanlarına Yönelik Proje Önerileri

Potansiyel sera alanları açısından bakıldığında iki farklı yaklaşım ile proje önerileri üretilmiştir. İlk yaklaşımda toplam sera alanının 500 da geçemeyeceği varsayımıyla hareket edilmiş ve tekil sera yatırımları önerilmiştir. İkinci yaklaşımda ise toplam sera potansiyelinin 500 da üzerinde olacağı düşünülerek TDİOSB önerisinde bulunulmuştur. Önerilerde jeotermal su kaynaklarının mevcut kullanımları da dikkate alınmıştır. Yozgat özeline bakıldığında Sorgun ve Boğazlıyan'da yeni sera ısıtma potansiyelinin olduğu, teknik araştırmaların derinleştirilerek yeni kaynaklara ulaşılması durumunda TDİOSB olma potansiyellerinin olduğu değerlendirilmektedir.

3. Yozgat İline Yönelik Olarak Yapılan Yatırım Önerileri

Turizm ve Sağlık Sektörlerine Yönelik Proje Önerileri

Mevcut durum analizinde elde edilen sonuçlara dayanarak Yozgat ilinde termal turizm ve sağlık kapasitesinin artırılması ve iyileştirilmesine yönelik olarak projeler oluşturulmuştur. Bu projelerden üç tanesi turizm odağında iken iki tanesi sağlık odağında şekillendirilmiştir.

KOP Bölgesi genelindeki her bir il termal turizm potansiyeli açısından değerlendirildiğinde Nevşehir, Kozaklı öne çıkmaktadır. Yozgat ise gerek sahip olduğu tarihi miras gerekse ana ulaşım arterlerine olan yakınlığı ile bölgede iyi uygulama örneği olarak gösterilebilir.

3.1. Yozgat İlinde Turizm Sektörü İçin Yatırım Önerileri

Tablo 38, 39 ve 40'da Yozgat iline uygun olacak turizm ve sağlık alanında projeler verilmiştir. Önerilerde ilde ön plana çıkan Sarıkaya, Sorgun ve Yerköy ilçelerine özgü proje önerileri sunulmuştur.

Tablo 38: Sarıkaya Merkezi İçin Yatırım Önerileri

YOZGAT–SARIKAYA	
Projenin Gerekçesi	Öneri Tipi
<p>Turizm açısından ilerleyen yıllarda önemli bir değer olacağı düşünülen Sarıkaya ilçesi, tarihi roma hamamın gün yüzüne tamamen çıkarılması ve çevre düzeninin yapılması ile birlikte Dünya’da örneği ender rastlanan bir merkez olma potansiyeli taşımaktadır. Mevcut iki termal tesis Sarıkaya’nın potansiyeline uygun nitelik ve nicelikte işletmeler değildir. Belediyeye ait işletme, Roma Hamamı projesi nedeni ile yıkılacaktır. Roma hamamı projesi önümüzdeki 3 yılda tamamlanarak, roma hamamının ziyarete açılması beklenmektedir. Bath örneğinde olduğu gibi roma döneminde kalma termal havuzların izlenebildiği ve sonrasında modern işletmelerdeki termal tesislerin kullanıldığı bir oluşum ile büyük bir gelecek vaat etmektedir. Bu nedenle Sarıkaya ilçesinde turizm işletme belgeli 100 odalı 200 yataklı bir işletme önerilmektedir. Ayrıca Roma Hamamı giriş ve karşılama tesislerinin yapılarak özel belgeli tesis olarak hizmete açılması önerilmektedir. Ek olarak hamam ve çevresinde bulunan tarihi yapıların ortaya çıkarılması için çevredeki yapılar revize edilmelidir.</p>	<p>Turizm İşletmeli Belgeli Otel</p> <p>Özel Belgeli Tesis</p>

Mevcut Durum Özeti	Proje Maliyet Tahmini
<p>Sarıkaya ilçesi Yozgat'ın ilinin güneyinde yer almakta olup yeni inşa edilen Ankara – Sivas demiryoluna yaklaşık 40 km uzaklıktadır. Coğrafi olarak Kapadokya bölgesinin 150 km kuzeyinde kalmaktadır. Ana turistik bölgeler ve ulaşım ağlarına bu açıdan coğrafi olarak yakın değildir. Sarıkaya ilçesinde mevcutta 2 termal işletme olup toplam oda sayısı 125 ve yatak sayısı 330'dur. Bu iki işletmelerden birinin doluluk oranı %55, diğerinin %70'tir. İşletmelerden birini belediyeye aitken, diğeri ise özel niteliklidir. Sarıkaya ilçesinin merkezinde yer alan tarihi Roma hamamı 2 termal tesise yakın mesafede yer almaktadır. 2020 yılı itibariyle bölge ören yeri olarak kabul edilmiştir. 2019 yılında Bölge İl Genel Meclisi kararı ile Kültür ve Turizm Bakanlığı'na devredilmiştir. Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından sağlanan kaynaklarla üzerindeki binalar kamulaştırılıp kaldırılmış ve ortaya çıkarılmıştır. Yozgat Müzesi kazıları sonucunda 2018 yılında UNESCO Dünya Mirası Geçici listesine girmiştir. 2010-2018 yılları arasında arkeolojik kazı ve çevre düzenleme, temizleme çalışmaları yapılmıştır. Yeni kamulaştırma alanları için planlama ve izin beklenmektedir. Arkeolojik kazı çalışma planları tamamlanmış ve izin alınma aşamasına geçilmiştir. Sarıkaya ilçesindeki termal tesislere gelen turistler sayesinde, ziyarete kapalı olduğu halde tahminen yılda 10-15.000 kişi Roma Hamamı'nı ziyaret etmektedir. Sarıkaya Roma Hamamı'nın örenyeri olarak projelendirilmesi ve 3 yıl içinde ziyarete açılması planlanmaktadır. Planlanan, Sarıkaya Roma Hamamı'nın üzerini Şanlıurfa Haleplibahçe Mozaik Müzesi'nde olduğu gibi bir çatı örtüsü altına alarak dünyanın ilk Termal Arkeoparkı'nı inşa etmektir. Uygulama projesinin hazırlanması ve giriş-karşılama mekânlarının yapılması ile ziyaretçi sayısında büyük bir artış olması beklenmektedir. Dünyada roma hamamı olarak benzeri sadece İngiltere'nin Bath şehrinde yer almaktadır. Bath şehrindeki termal kaplıca farklı turistik aktiviteler ile yılda 1.320.000 ziyaretçisi ile 2017 yılında İngiltere'de en çok ziyaret edilen yerlerden biri olmuştur. Ziyaretçilerin %60'i yerli turisttir. Ziyaretler ile Bath, yerel ekonomiye yaklaşık 470 milyon pound katkı sağlamıştır. Sarıkaya'da mevcut 2 kuyudan alınan örneklerle göre suların lokomotor sistem ve nörolojik hastalıklara iyi geldiği tespit edilmiştir. Makro planlarda Sarıkaya termal özelliği önemle vurgulanmış olup, tarihi roma hamamı nedeni ile planlamalarda ön plana çıkmıştır. Sarıkaya, Boğazlıyan, Sorgun ve Yerköy ile birlikte Turizm Koruma ve Gelişim Bölgeleri arasında yer almaktadır.</p>	<p>Turizm İşletmeli Belgeli Otel: 15.000.000 – 18.000.000</p> <p>Özel Belgeli Tesis: 35.000.000 TL</p>

Tablo 39: Sorgun Merkezi İçin Yatırım Önerileri

YOZGAT–SORGUN	
Projenin Gereğesi	Öneri Tipi
<p>Sorgun’un en önemli potansiyellerinden olan sıcak su kaynaklarına yeterli derecede yatırım yapılmaması ilçedeki eksikliklerdendir. Ancak Sorgun’da il özel idaresi tarafından 3 kuyunun su kapasitesi yeni işletmeler için yeterli gözükmemektedir. İlçede yeni sera yatırımlarının da olacağı düşünülürse yeni kapasite oluşturacak yatırımlar yerine mevcut yatırımların revize edilmesi önerilmektedir. Mevcut tesislerin bölgenin destinasyon niteliğinden de faydalanacak şekilde yapılandırılması ve standartların yükseltilmesi ihtiyacı da öngörülmektedir. Bu öneri sadece iki işletme için önerilmektedir.</p>	<p>Yatırım Revize Edilmesi</p>
Mevcut Durum Özeti	Proje Maliyet Tahmini
<p>Sorgun ilçesi Yozgat’ın doğusunda yer almakta olup, Ankara – Sivas demiryolu hattı üzerinde yer almaktadır. Demiryolu hattı üzerinde olmasının yanı sıra Hitit medeniyetinin önemli tarihi merkezlerine yakın bir konumdadır. Tematik olarak Çorum ve Yozgat illerinden oluşan Hitit Kültür ve Turizm Gelişim Bölgesinin merkezinde yer almaktadır. Başta, Kerkenez Kalesi, Alışar Höyüğü, Çadırhöyük ve Hapis boğazı harabeleri olmak üzere ilçe sınırları içerisinde 21 adet sit alanı bulunmaktadır. Bölgede kaplıca, otel, konaklama tesislerinin yapımının artırılması ve kalite standardının sağlanması yönelik ihtiyaçlar bulunmaktadır. Sarıkaya Roma Hamamı ve Hattuşaş arasında turizm bağlantı yolu oluşturulduğunda turistlerin konaklama ihtiyaçlarının Sorgun’da karşılanması için gerekli altyapının oluşturulabileceği düşünülmektedir. Sorgun’da 5 işletme bulunmaktadır, bilgilerine ulaşılabilen iki termal işletmede toplam oda sayısı 267 ve yatak sayısı 643 olarak tespit edilmiştir. İki işletmenin doluluk oranlar %50 ve %70’tir. Mevcut işletmeler oldukça eskimiş olup, daha çok havuzlu küçük motel olarak ifade edilebilir. Sadece bir işletme 5 yıldızlı otel olarak faaliyet göstermekte olup bu işletme sağlık bakanlığı işletme iznine sahip tek 5 yıldızlı oteldir. Sorgun’da mevcut 2 kuyudan alınan örneklere göre suların lokomotor sistem ve nörolojik hastalıklara iyi geldiği tespit edilmiştir. Bölgede bir adet 25 dönümlük sera da bulunmaktadır.</p>	<p>Yatırımın Revize Edilmesi: 6.000.000 – 8.000.000 TL</p>

Tablo 40: Yerköy Merkezi İçin Yatırım Önerileri

YOZGAT–YERKÖY	
Projenin Gerekçesi	Öneri Tipi
<p>Mevcut tesis çok eski durumda olup, bölge için oluşturulmuş strateji ekseninde de dikkate alınarak tesisin günümüz koşullarına uygun şekilde modernize edilmesi, kapalı havuzun kış mevsiminde de kullanımına olanak verecek şekilde tesise kazandırılması önerilmektedir. Demiryolu hattının devreye girmesi ile günübirlik kullanım yerine konaklamalı kullanıma doğru bir eğilim oluşacaktır. Tesisin bu eğilime uygun olarak modernizasyonu termal potansiyelinin değerlendirilmesi açısından önemli bir adım olacaktır.</p>	<p>Yenileme</p> <p>Kullanıma Uygun Hale Getirme</p>
Mevcut Durum Özeti	Proje Maliyet Tahmini
<p>Hitit medeniyetinin başkenti Hatuşaş'ın antik kalıntılara oldukça yakın olan Yerköy ilçesi Yozgat ilinin doğu kısmında yer almaktadır. İlçe aynı zamanda Ankara – Sivas demiryolu hattı üzerindedir. Mevcutta sadece bir tesisi bulunmakta olup oda sayısı 23, yatak sayısı 48'dir. İşletme yaz aylarında büyükşehirden ilçeye gelen halk tarafından günübirlik amaçlı olarak kullanılmaktadır. Tesisin arkasında yer alan Osmanlı döneminden kalma Uyuz Hamamı yıkılmış durumdadır ve restorasyona ihtiyacı bulunmaktadır. Yerköy'de hazineye ait 2000 dönüm arazide yer alan 3 adet termal kaynağın hem jeotermal seracılıkta hem de termal turizmde değerlendirilmesi, bu konuda yatırımcılarla görüşülmesi gerektiğine dair bulgular raporlarda sunulmuştur. Su analizlerinde termal suların lokomotor, sindirim ve solunum yolu hastalıklarına iyi geldiği tespit edilmiştir. İlçe turizm master planında Yozgat Yerköy, Kırşehir Çiçekdağı Bulamaçlı ile birlikte öncelikli geliştirilecek yer olarak ele alınmıştır. Yozgat ilinde Yerköy Boğazlıyan, Sarıkaya, Sorgun ile birlikte Turizm Koruma ve Gelişim Bölgeleri arasındadır. Mevcut suların birçok noktada boşa aktığına yönelik paydaşlardan bildirimler alınmıştır.</p>	<p>Modernizasyon ve Uygun Hale Getirme: 5.000.000 TL</p>

3.2. Yozgat Bölgesi Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi ve Kurulabilecek Sağlık Tesisi Önerileri

Jeoloji raporuna göre ölçüm yapılan su kaynaklarının bulunduğu bölgeler olan Sorgun, Sarıkaya, Yerköy, Bahariye’de hamam ve SPA amaçlı termal kullanımlar vardır. Bu bölgeler Bakanlar Kurulu kararıyla Termal Turizm Bölgesi ilan edilmiştir.

Hititlerin ikinci büyük kenti olan Kerkenez Harabeleri ve ülkemizin ilk milli parkı olan Çamlık Milli Parkı Yozgat sınırları içindedir. Sarıkaya Roma Hamamı, Kral Kızı Hamamı veya diğer adıyla Basilica Therma, Türkiye'nin Yozgat ilinin Sarıkaya ilçesinde yer alan Roma dönemine ait bir halk banyosudur. 2. yüzyılda inşa edilen hamam, ziyarete açık durumdadır.

Sarıkaya bölgesi; Nevşehir Kozaklı bölgesinde de yaklaşık 32 km uzaklıktadır. Yerköy, Kırşehir Çiçekdağı lokasyonu ile uzaklığı yaklaşık 7 km olup 2007-2023 Kültür ve Turizm Bakanlığı Termal Turizm Master Planı’nda geliştirilecek bölgeler arasında Yerköy ve Çiçekdağı bir bölge olarak plana alınmıştır. Bu yörenin termal gelişiminde Çiçekdağı’na önerilen model Ahi Evran Üniversitesi liderliğinde Yerköy jeotermal kaynaklarını da içine alacak şekilde geliştirilmelidir. Tablo 41 ve 42’de Sorgun ve Sarıkaya’ya yönelik projelere yer verilmiştir.

Tablo 41: Sorgun Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri

Sorgun Bölgesi: YOZGAT	
Projenin Gerekçesi	Öneri Tipi
<p>Yörede hâlihazırda termal turizm başlamış olup birtakım yatırımlar yapılmış olduğundan geliştirilmeye elverişli bir bölgedir. Yozgat iline 35 km uzaklıkta ulaşımı kolay olan bir konumdadır. Yozgat ilinde 475 yataklı modern bir şehir hastanesi bulunmakta olup bu hastane robotik yürüme sistemlerini de bünyesinde bulundurmaktadır. Şehir Hastanesi imkânları da kullanılarak konvansiyonel tedavi metotları balneoterapi ile desteklenerek yurt içi felç ve benzeri hastalıkların tedavi merkezi olabilir.</p>	<p>Termal kaynak kullanan tesislerin SGK Sağlık Bakanlığı Kaplıca İşletme İzin Belgeli Tesisler listesinde yer alarak ulusal FTR hastalarına odaklanması,</p> <p>Tedavi amaçlı kullanımları artırmak için Yozgat Şehir Hastanesi ile anlaşmalı ve/veya birlikteliğinde hasta kabul edilebilecek bir FTR Ünitesi kurulması</p> <p>Şehir Hastanesi ile bir hasta kabul edilebilecek ünite açılmadığı durumda SGK anlaşmalı FTR Tıp Merkezi kurulması</p>
Mevcut Durum Özeti	Proje Maliyet Tahmini
<p>ML-S-19-138 ve 139 rapor numaralı, “termomineral su” özelliğinde romatizmal hastalıklar, ortopedik, nörolojik hastalıklar ile yumuşak doku hastalıkların tedavisinde tamamlayıcı tedavi unsuru olarak ortopedik operasyonlar, beyin ve sinir cerrahisi sonrası gibi uzun süreli hareketsiz kalma durumlarında mobilizasyon çalışmalarında, kronik dönemdeki nörolojik rahatsızlıklarda rehabilitasyon amacıyla, stres bozukluklarında ve spor yaralanmalarında destekleyici ve tamamlayıcı tedavi edici 2 adet jeotermal kaynak bulunmaktadır. Bu ilçede SPA amaçlı kullanım ve modern konaklama imkânları mümkündür. Termal Turizm Master Planı’nda özerk merkez olarak plana dahil edilmiş olup kültür, tarih ve gurme amaçlı turizm olanakları da mevcuttur. Yörede bulunan Safa Sorgun Hotel, SGK Sağlık Bakanlığı Kaplıca İşletme İzin Belgeli Tesisler listesinde (04.03.2019) yer almaktadır.</p>	<p>Şehir Hastanesi ile bir proje yapılacaksa ünite, temel fizik tedavi işlemlerini yapabilecek tıbbi donanımı içermelidir. Tıbbi donanım ve tıbbi tefrişat maliyeti 500.000-1.000.000 TL arasındadır.</p> <p>Tıp Merkezi bina hariç toplam maliyeti 2.500.000-3.000.000 TL arasındadır.</p>

Tablo 42: Sarıkaya Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri

Sarıkaya Bölgesi: YOZGAT	
Projenin Gerekçesi	Öneri Tipi
<p>İlçede yer alan Roma Hamamı tarihsel doku avantajı ile tarih turizmi, ilçenin yöresel mutfağa sahip olması ve klimaterapi olanakları ile jeotermal kaynaklar birleştirilerek sağlık turizmi açısından “Sağlıklıya Destinasyonu” olarak güçlendirilmesi sağlanabilir. Avrupa ülkelerindeki Sosyal Güvenlik kurumlarından ve yaşlılık sigortalarından ödeme alabilir standartlar hedef alınmalıdır. Sağlıklı yaşam açısından ozonterapi, fitoterapi, diyet, spor, hacamat, kupa vb. uygulamaları içeren bir sağlıklı yaşam ünitesini de bünyesinde barındıran balneoterapi + pleidoterapi + klimaterapi uygulamalarını da içeren sağlıklı yaşam ağırlıklı Sağlık Bakanlığı Kaplıca İzin Belgeli Tesis olarak planlanabilir. Zayıflama kampı, psikoterapi uygulamaları ile müzik terapisi ile iyileşme gibi alternatif metotlar da projeye eklenebilir. Alternatif kür parkı ile de proje desteklenmelidir. Böylece yörede yeni istihdam alanları da açılabilir.</p>	<p>GETAT ve spor uygulamaları ile takviye edilmiş bir sağlıklı yaşam ve zayıflama birimi ile entegre Kaplıca / Sağlıklıya / Şifa Tesisi</p> <p>İkinci dönemde sağlıklı yaşlılar için devre mülkler ve Sağlıklı Yaşlı Apartları geliştirilmesi</p>
Mevcut Durum Özeti	Proje Maliyet Tahmini
<p>ML-S-19-137 ve 140 rapor numaralı, romatizmal hastalıklar, ortopedik, nörolojik hastalıklar, kas iskelet sistemi hastalıklarında tedavi edici özelliği sahip 2 adet termal su kaynağı bulunmaktadır. SGK Sağlık Bakanlığı Kaplıca İşletme İzin Belgeli Tesisler listesinde (04.03.2019) Yeni Şifa Kaplıcası görülmektedir. Sarıkaya Roma Hamamı, Kral Kızı Hamamı veya diğer adıyla Basilica Therma, Yozgat ilinin Sarıkaya ilçesinde yer alan Roma dönemine ait 2. yüzyılda inşa edilen halk banyosu önemli bir tarihi değerdir. Termal turizm master planında da bölge olarak yer almıştır. Sarıkaya Bölgesi aynı zamanda Kapadokya bölgesine de yakınlığı ile avantajlı bir konumdadır.</p>	<p>Maliyet sadece kaplıca tesisi içerisindeki üniteler ile zayıflama ve spor alanlardaki sağlık cihaz ve yatırımlarını içermektedir.</p> <p>Bina inşaat, tefrişat ve diğer maliyet haricindeki sağlık cihaz ve yatırımları maliyeti 1.000.000 - 1.500.000 TL arasındadır.</p>

3.3. Sonuç ve Öneriler

Tablo 43: Yozgat Bölgeler ve Öneri Alanları

İlçe	Mevki	Odak Kullanım Alanı	Mevcut Kullanım Alanı	Yatırım Önerisi Alanı
Boğazlıyan	Bahariye	Sera	Sera	Sera
Boğazlıyan	Cavlak	Turizm	-	Turizm
Sorgun	Sorgun	Konut Isıtması, Sera, Turizm, Sağlık	Konut Isıtması, Sera, Turizm, Sağlık	Turizm, Sağlık, Sera
Yerköy	Yerköy	Konut Isıtması, Turizm	Turizm	Konut Isıtması, Turizm
Sarıkaya	Sarıkaya	Turizm, Sağlık	Turizm	Turizm, Sağlık

Yozgat, KOP Bölgesi içinde jeotermal kaynaklar bakımından zengin bir il olup, jeotermal kaynakların dağılımı açısından 5 ayrı bölgeden oluşmaktadır. Sarıkaya’da 2 termal tesis yer almakta olup ortalama doluluk oranları % 70 düzeyindedir. Sarıkaya’da yer alan Roma Hamamı Dünya’da bulunan iki önemli örnekten biri olup, turizme kazandırılması için çalışmaları Kültür ve Turizm Bakanlığı’nca yürütülmektedir. Sarıkaya sahip olduğu bu tarih miras tam olarak ortaya çıkarıldığında yerli ve yabancı turistler için önemli bir destinasyon olma potansiyeline sahiptir. Sarıkaya için yapılacak yatırımların Kültür ve Turizm Bakanlığı restorasyon çalışmalarının gelişimi göz önünde bulundurularak planlanması önerilmektedir. Ayrıca sahip olduğu tarihi değeri sağlık destinasyonu ile destekleyebilecek yatırımlar için Sarıkaya uygun olacaktır. Yozgat il merkezinde inşa edilmiş ancak mevcut durumda işletmeciler ile yaşanan sorunlar nedeni ile kullanımda olmayan termal Aquapark, uygun düzenleme ve tesis kullanım planı oluşturulması halinde bölge halkının zaman geçireceği önemli bir tesis olması açısından değerlendirilmeli ve kullanıma açılmalıdır.

Yerköy’de mevcutta bir adet tesis bulunmakta olup bu tesisin çok eski olup günümüz koşullarına uygun modernize edilmesi gerekmektedir. Yerköy konut ısıtması (2.500 konut eşdeğer ve 62 °C) altyapısı bulunmakla birlikte işletilmesinde yaşanan sorunlar dolayısı ile aktif değildir. Yerköy’de konut ısıtması işletimi yatırımcılar açısından değerlendirilebilir bir potansiyel taşımaktadır. Bu yönüyle kullanılmayan bu kapasitenin işletilmesi önem taşımaktadır.






Sorgun mevcut durumda Yozgat’taki jeotermal kaynakların en yoğun olduğu bölgedir ve Orta Anadolu Kalkınma Ajansının 2021 – 2024 stratejik planında teşvik sisteminde turizm koruma ve gelişim bölgesi içine dâhil edilmiştir. Mevcut durumda Sorgun’daki iki termal tesisin doluluk oranları %50 ve %70 olup

işletme koşullarının iyileştirilmesi için modernizasyon yapılması ilçenin, Ankara – Sivas demiryolu hattı üzerinde yer alması avantajı ile yerinde olacağı değerlendirilmektedir. Sağlık tesisi kullanımına bakılacak olursa jeotermal kaynakların sağlık tedavileri kapsamında kullanımının artırılması için mevcut şehir hastanesi ile anlaşmalı bir fizik tedavi ünitesi ya da SGK anlaşmalı FTR merkezi yatırımı potansiyeli bulunmaktadır. Ayrıca Sorgun’da jeotermal enerjinin tarımsal uygulamalarda kullanımı bakımından 25 dekarlık bir sera bulunmakta olup yeni bir seranın da yapımına devam edilmektedir. İlçede konut ısıtmasında da jeotermal enerjiden faydalanılmakta olup yaklaşık olarak 1500 konut termal su yardımı ile ısıtılmaktadır.

Bahariye ve Cavlak da jeotermal kaynak kapasitesinin yüksek olduğu bölgelerdendir. Mevcut durumda Bahariye’de 55 dekarlık sera işletmesi bulunmakta olup kurulmakta olan bir sera daha vardır. Cavlak’ta ise termal turizm yatırımları için potansiyel bulunduğu düşünölmektedir. Bahariye’de su sıcaklığı seracılık için uygun olmakla birlikte yeni açılacak kuyularla bu potansiyel büyütölebilir.

3.4. İşletmelere Ait Görseller

Tablo 44: İşletmelere Ait Görseller

 <p>Sarıkaya Roma Hamamı</p>	 <p>Safa Sorgun Termal Hotel Wellness & Spa</p>
 <p>Yerköy Koyunbaşıoğlu Termal Kaplıcası Apart Otel</p>	 <p>Mehmetoğulları Termal Otel- Sarıkaya</p>
 <p>Yozgat Merkez Su Parkı (Kapalı)</p>	 <p>Yozgat Merkez Su Parkı (Kapalı)</p>
 <p>Yozgat'ta Joetermal Seralar</p>	 <p>Yozgat'ta Joetermal Seralar</p>



**Konevi Mahallesi, Ferit Paşa Caddesi,
No: 18, 42040 Meram, KONYA**

Tel: +90 332 280 2800 Faks: +90 332 280 2900
E-posta: bilgi@kop.gov.tr