

JEOTERMAL KAYNAKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ PROJESİ



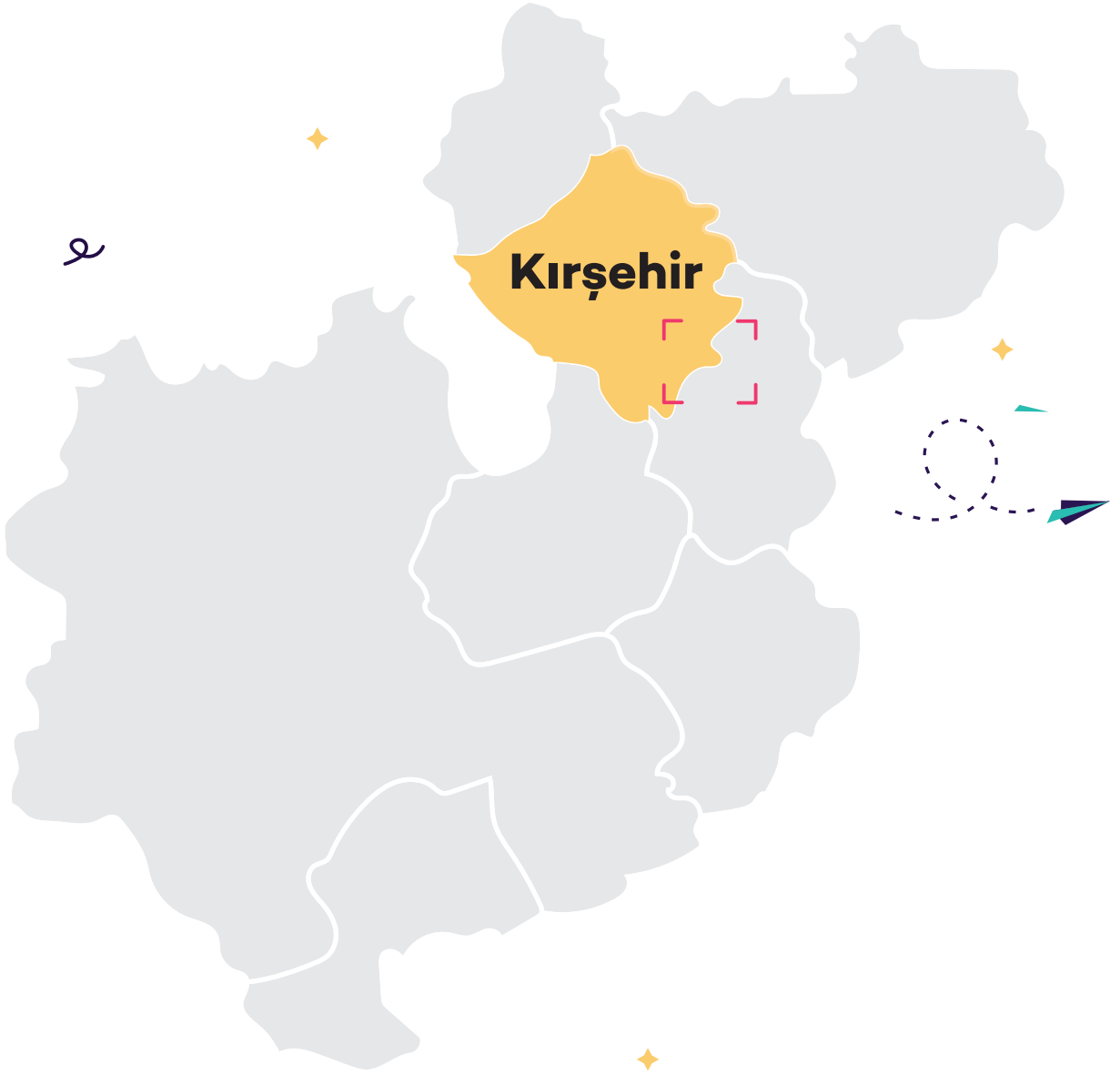
Kırşehir İli Raporu



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



Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi Projesi



Kırşehir İli Raporu

JEOTERMAL KAYNAKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ PROJESİ

KIRŞEHİR 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

YÖNETİCİ ÖZETİ	1
Giriş.....	3
1. Kırşehir İli Jeolojik Özellikleri	5
1.1.Kırşehir İli Jeotermal Sistem Özellikleri	5
1.2. Kırşehir İlindeki Jeotermal Kuyulara Ait Özellikler.....	8
1.3. Kırşehir İlindeki Jeotermal Sahalar	11
1.4. Terme Jeotermal Alanı	12
1.5. Çiçekdağı-Bulamaçlı Jeotermal Alanı.....	26
1.6. Çiçekdağı-Mahmutlu Jeotermal Alanı	37
1.7. Karakurt Jeotermal Alanı	47
1.8.Kaman-Savcılı Jeotermal Alanı	57
1.9. Akpınar Jeotermal Alanı	68
1.10. Mucur Jeotermal Alanı	79
2. Kırşehir İli Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanları.....	84
2.1. Kırşehir Paydaş Ekosisteminin Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanlarına Yönelik Görüşleri... 84	
2.2. Kırşehir İline Yönelik Ulusal ve Bölgesel Termal Kaynak Kullanım Strateji ve Planları	86
2.3. Kırşehir İlinde Jeotermal Kaynakların Enerji Alanında Kullanımı.....	87
2.4. Kırşehir İlinde Jeotermal Kaynakların Turizm ve Sağlık Alanında Kullanımı	97
2.5. Kırşehir İlinde Jeotermal Kaynakların Tarım Alanında Kullanımı.....	109
3. Kırşehir İline Yönelik Olarak Yapılan Yatırım Önerileri	119
3.1. Kırşehir İlinde Turizm Sektörü İçin Yatırım Önerileri	119
3.2.Kırşehir Bölgesi Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi ve Kurulabilecek Sağlık Tesisi Önerileri	123
3.3. Sonuç ve Öneriler	129
3.4. Jeotermal Enerjinin Kullanıldığı İşletmelere Ait Görseller.....	131

Şekiller

Şekil 1: Kırşehir İli Jeotermal Kaynakların Konumları	5
Şekil 2: Kırşehir İli Jeotermal Kaynakların Konumları	12
Şekil 3: Terme Jeotermal Alanı Konumu	13
Şekil 4: Kırşehir Jeotermal Alanı Kuyuların Uydu Görüntüsü Üzerindeki Konumu.....	13
Şekil 5: Terme Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Kara, 1991).....	15
Şekil 6: Terme Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası.....	17
Şekil 7: Terme Jeotermal Alanı Kavramsal Model (Pasvanoğlu ve Gültekin, 2012)	18
Şekil 8: Pie Diyagramları	21
Şekil 9: Sırası ile Piper ve Schoeller Diyagramları	22
Şekil 10: Terme Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları.....	25
Şekil 11: Bulamaçlı Jeotermal Alanı Konumu	27
Şekil 12: Bulamaçlı Jeotermal Alanı Kaynak ve Kuyuların Uydu Görüntüsü Üzerinde Konumu.....	27
Şekil 13: Çiçekdağı-Bulamaçlı Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Dönmez vd., 2005b).....	29
Şekil 14: Çiçekdağı-Bulamaçlı Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası.....	31
Şekil 15: Çiçekdağı-Bulamaçlı Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (ölçeksiz).....	32
Şekil 16: Sırası ile Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları	34
Şekil 17: Çiçekdağı-Bulamaçlı Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları	36
Şekil 18: Çiçekdağı-Mahmutlu Jeotermal Alanı Konumu	38
Şekil 19: Mahmutlu Jeotermal Alanı Kaynak ve Kuyuların Uydu Görüntüsü Üzerinde Konumu	39
Şekil 20: Çiçekdağı-Mahmutlu Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Kara, 1991; MTA, 2010) ...	40
Şekil 21: Çiçekdağı-Mahmutlu Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası	41
Şekil 22: Kavramsal model (Ünsal ve Afşin, 1999).....	42
Şekil 23: Sırası İle Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları	45
Şekil 24: Çiçekdağı-Mahmutlu Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları.....	46
Şekil 25:Karakurt Jeotermal Alanı Konumu	48
Şekil 26: Karakurt Jeotermal Alanı Kuyuların Uydu Görüntüsü Üzerinde Konumu.....	49
Şekil 27: Karakurt Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Kara ve Dönmez, 1990; Kara, 1991)	50
Şekil 28: Karakurt Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası	51
Şekil 29: Karakurt Jeotermal Alanı Kavramsal Model (Pasvanoğlu ve Gültekin, 2012).....	52
Şekil 30: Sırası ile a) Pie, b) Piper ve c) Schoeller Diyagramları	55
Şekil 31: Karakurt Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları	56
Şekil 32: Kaman-Savcılı Jeotermal Alanı Konumu.....	58

Şekil 33: Savcılı Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Kara, 1991)	60
Şekil 34: Savcılı Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası	61
Şekil 35: Savcılı Jeotermal Alanı Kavramsal Model (Yurteri vd., 2015; Yurteri ve Şimşek, 2017).....	63
Şekil 36: a) Pie, b) Piper ve c) Schoeller Diyagramları	65
Şekil 37: Savcılı Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları	67
Şekil 38: Akpınar Jeotermal Alanı Konumu	69
Şekil 39: Akpınar Kaynak Çıkışı ve Bu Bölgede Uygulanan Sismik Hat Konumları	69
Şekil 40: Akpınar Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Dönmez vd., 2005c,d; Kara, 1991; Kara ve Dönmez, 1990)	71
Şekil 41: Akpınar Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası.....	73
Şekil 42: Akpınar Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (ölçeksiz)	74
Şekil 43: a) Pie, b) Piper ve c) Schoeller Diyagramları	77
Şekil 44: Akpınar Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları.....	78
Şekil 45: Mucur Jeotermal Alanı Konumu	79
Şekil 46: Mucur Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Kara, 1991)	81
Şekil 47: Mucur Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası	82
Şekil 48: Mucur Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (ölçeksiz)	83
Şekil 49: Kırşehir İli Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanları	84
Şekil 50: Kırşehir Şehir Isıtma Sistemine Ait Görseller	90
Şekil 51: Isı Kapasitesi ve Maksimum Sıcaklık Arasındaki İlişkinin İllere Göre Dağılımı.....	91
Şekil 52: KOP Bölgesi'ndeki Jeotermal Kaynakları ile Şehir Isıtma Konut Eşdeğerleri.....	93
Şekil 53: KOP Bölgesi'nde Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtmaya Uygunlukları.....	96
Şekil 54: KOP Bölgesi'ndeki Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtmaya Uygunlukları.....	96
Şekil 55: Kırşehir İlindeki Termal Tesislerin KOP Bölgesi İçindeki Oranı.....	105
Şekil 56: İllere Ait En Yüksek ve En Düşük Doluluk Oranları	106
Şekil 57: KOP Bölgesinde Bulunan Jeotermal Seralar.....	110
Şekil 58: Sebze/Meyve Kurutma Tesisi.....	116

Tablolar

Tablo 1: Kırşehir İli Jeotermal Kaynak Yerleri	6
Tablo 2: Jeotermal Kuyulara Ait Özellikler	9
Tablo 3: Kırşehir İli Jeotermal Kaynak Yerleri	12
Tablo 4: Terme Jeotermal Alanında Açılan Kuyular.....	14
Tablo 5: Terme Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon Dizilimi, Yerinde Ölçüm ve Su Sınıfları	20
Tablo 6: Terme Jeotermal Alanı Sularının Ağır Metal ve Doygunluk İndisi Değerleri.....	24
Tablo 7: Terme Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri.....	26
Tablo 8: Bulamaçlı Jeotermal Alanında Kaynaklar ve Açılan Kuyular	28
Tablo 9: Çiçekdağı-Bulamaçlı Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı	33
Tablo 10: Çiçekdağı-Bulamaçlı Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri	37
Tablo 11: Mahmutlu Jeotermal Alanı Kaynak ve Kuyu Bilgileri	38
Tablo 12: Çiçekdağı-Mahmutlu Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı	44
Tablo 13: Çiçekdağı-Mahmutlu Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri	47
Tablo 14: Karakurt Jeotermal Alanında Açılan Kuyular	48
Tablo 15: Karakurt Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı.....	54
Tablo 16: Karakurt Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri	57
Tablo 17: Savcılı Jeotermal Alanında Açılan Kuyular	58
Tablo 18: Savcılı Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı.....	64
Tablo 19: Savcılı Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri	67
Tablo 20: Akpınar Jeotermal Alanındaki Sıcak Su Kaynakları	68
Tablo 21: Akpınar Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı.....	76
Tablo 22: Akpınar Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri.....	78
Tablo 23: Mucur Jeotermal Alanında Açılan Kuyular	80
Tablo 24: KOP Bölgesi Konut Isıtma Envanteri	87
Tablo 25: Kırşehir Jeotermal Merkezi Isıtma Verileri	89

Tablo 27: KOP Bölgesi ve Kırşehir Isı Kapasitesinin Dağılımı	91
Tablo 28: Kırşehir İlindeki Jeotermal Kaynakların Hesaplanan Isı Kapasiteleri	92
Tablo 29: Kuyu Bazlı Isıtılabilecek Alan ve Konut Eşdeğeri.....	94
Tablo 30: KOP Bölgesi'ndeki Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtmada Kullanım Potansiyelinin Değerlendirmesi	95
Tablo 31: İller Bazında Hastalık Endüksiyon Tablosu.....	98
Tablo 32: İlçeler Bazında Hastalık Endüksiyonları	98
Tablo 33: Jeotermal Kuyu Bazlı Kaynak Sınıflandırması	99
Tablo 34: KOP Bölgesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezleri Envanteri	103
Tablo 35: Ahi Evran Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi Kapasitesi	103
Tablo 36: KOP İlleri İşletme Sayıları.....	104
Tablo 37: KOP İlleri İşletme ve Tesis Verileri	105
Tablo 38: Termal Tesislerin Doluluk Oranlarına Ait Frekans Verileri.....	106
Tablo 39: İlçe bazında Tesis Verileri	107
Tablo 40: Kırşehir'de Bulunan Termal Tesislerin Envanteri.....	107
Tablo 41:Kırşehir İlçe Bazlı Endüksiyonlar	108
Tablo 42: Turizm İşletmelerinin Menü Değerlendirmesi.....	109
Tablo 43: KOP Bölgesi Tarımsal Seralar ve Alanları	110
Tablo 44: Kırşehir'de Bulunan Jeotermal Seralar ve Özellikleri.....	111
Tablo 45: Potansiyel Sera Alanı Hesaplarında Seçilmiş Parametreler	113
Tablo 46: İller Bazında Potansiyel Sera Alanları	113
Tablo 47: Kırşehir'de Bulunan Kuyu Değerleri.....	114
Tablo 48: Kurutma Tesisinde Kurutulan Meyve Sebze Türlerine Ait Bilgiler	118
Tablo 49: Kırşehir Merkez İçin Turizm Yatırımı Önerileri.....	119
Tablo 50: Akpınar Merkezi İçin Turizm Yatırımı Önerileri	120
Tablo 51: Çiçekdağ Merkezi İçin Turizm Yatırımı Önerileri.....	121
Tablo 52: Kaman Merkezi İçin Turizm Yatırımı Önerileri.....	122
Tablo 53: Merkez Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri.....	124
Tablo 54: Karakurt Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri	126
Tablo 55: Kaman Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri.....	127
Tablo 56: Çiçekdağ Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri.....	128
Tablo 57: Kırşehir Bölgeler ve Öneri Alanları.....	129

YÖNETİCİ ÖZETİ

KOP Bölgesi'nde Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi projesi kapsamında bölgedeki 6 il değerlendirilmiş ve bu illerde **jeotermal kaynakların kullanımı turizm, sağlık, tarım ve enerji alanları kapsamında** incelenmiştir. Çalışma kapsamında ele alınan illerde kaynaklar ve kaynak kullanımları hem teknik hem ekonomik olarak değerlendirilmiş, KOP Bölgesi geneline ve bu raporda yer aldığı gibi iller ve ilçeler bazında eylemler geliştirilmiş ve proje önerilerinde bulunulmuştur.

Kırşehir'de jeotermal kaynakların ilin özellikle ilinde Merkez, Çiçekdağı, Bulamaçlı, Mahmutlu, Savcılı, Karakurt, Akpınar ve Kaman ilçelerinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. İlde toplam 6 kaynak ve 32 kuyu bulunmakta olup bu kaynakların 18'inden su örneği alınmış ve analiz edilmiştir. Su sıcaklıkları ise 30,8 ile 78,3°C arasında değişmektedir.

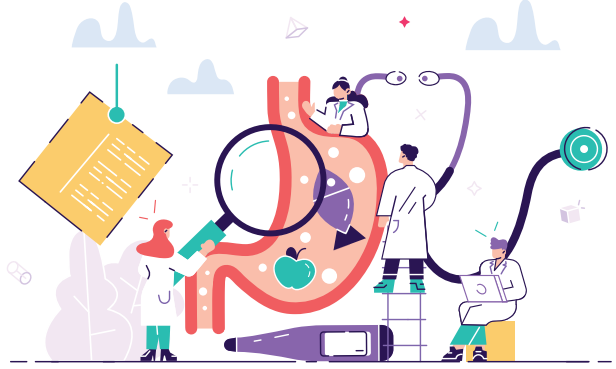
İldeki jeotermal kaynakların kullanımı incelendiğinde ise tarım, turizm, sağlık ve enerji alanlarında kullanımları olduğu görülmektedir. Tarımsal kullanımlar bağlamında jeotermal enerji, sera ısıtması ve sebze meyve kurutma tesisinde kullanılmaktadır. Enerji alanında kullanımın alt kırılımlarına bakıldığında ise konut ısıtmasında jeotermal kaynakların kullanıldığı görülmektedir.

Enerji alanında kullanım bakımından ise ilde yaklaşık 1.800 konut eşdeğeri ısıtma yapıldığı ve resmi, özel kuruluşlar ve evlerde jeotermal enerji ile ısıtma yapıldığı görülmüştür.



Kırşehir'in jeotermal kaynaklarının sağlık alanında kullanımının yaygınlaştırılması için bölgedeki yatırımcıların ve kamu ortaklığı ile tanıtım, pazarlama, markalaşma çalışmalarına ağırlık veren, hasta getirebilecek asistan hizmetleri de üstlenecek Jeotermal A.Ş. benzeri bir oluşum ile hasta getirilmesine ve geleneksel tıp uygulamalarının yoğunlaştığı bir sağlık merkezi de kurularak **"Geleneksel Tıp Şehri Kırşehir"** temasına odaklanma önerisi geliştirilmiştir.

Çiçekdağı ilçesi de yine sağlık turizmi kapsamında Termal turizm olarak geliştirilmesi için **Ahi Evran Üniversitesi** FTR bilim dalına bağlı bir FTR Merkezi açılması ve Ahi Evran Üniversitesi Fizik Tedavi Yüksek Okulu Hidroterapi bölümü planlanması önerisi sunulmuştur. Bu kapsamda raporda yer alan diğer öneriler de incelendiğinde Kırşehir’de jeotermal kaynakların sağlık alanında kullanımında da yoğunlaşan bir il olarak değerlendirildiği dikkat çekmektedir.



Kırşehir’de jeotermal enerji kullanımları tarımsal uygulamalar bağlamında kullanılmasında ise ilde Karakurt ve Çiçekdağı bölgelerinde toplam 226 dekarlık alanda termal kaynaklar sera ısıtmasında değerlendirilmektedir. KOP Bölgesi kapsamında kaynakların değerlerinden yola çıkılarak çeşitli analizler sonucunda potansiyel sera alanları hesaplanmış olup Kırşehir’de kaynakların debi ve sıcaklık, uygunluk vb. farklı parametrelerden değerlendirilmesi sonucu Tarıma Dayalı İhtisas Sera Organize Sanayi Bölgesi (TDİOSB) potansiyeli olduğu tespit edilmiştir. Bu tespitler sonucu yapılan değerlendirmeler ile Kırşehir’in, jeotermal kaynakların kullanımı kapsamında hem KOP Bölgesi hem de ülke bazında öne çıkan illerden olacağı görülmektedir.

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 MW_t’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 MW_t’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 çıktılarının oluşturulmasında jeotermal kaynaklar ve kullanımları teknik olarak analiz edilmiş ve paydaş ekosisteminin bakış açısı ile vizyonları dikkate alınmıştır. Kırşehir jeotermal kaynaklar ve kullanım alanları açısından önemli bir envantere ve potansiyele sahip olup özellikle jeotermal seracılık alanındaki mevcut kullanımı

konusunda dikkat çekmekte olup turizm, diğer tarımsal uygulamalar, su ürünleri yetiştiriciliği, konut ısıtması alanlarında kullanımlarının gelişimine yönelik analizler yapılmıştır.

1. Kırşehir İli Jeolojik Özellikleri

Kırşehir, İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak Bölümü'nde yer almaktadır. Kırşehir ve çevresinde genel olarak metamorfik kayalar, plütonik kayalar, mafik kayalar ve örtü birimleri gözlenmektedir. Kırşehir ve çevresi, Niğde ve Orta Anadolu fay zonları, güney batıda Akşehir Fay Zonu, kuzeyde ise İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Kuşağı ile sınırlanan bir bölgedir. Bu bölgede Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı, metamorfik, ofiyolit ve plütonik kayalardan oluşmaktadır.¹

Kırşehir'de 7 önemli jeotermal saha bulunmaktadır. Bu sahalar, Terme, Karakurt, Çiçekdağı-Mahmutlu, Çiçekdağı-Bulamaçlı, Kaman-Savcılı, Akpınar ve Mucur jeotermal alanlarıdır (Şekil 1 ve Tablo 1). Bu bölgelerde toplam 32 kuyu ve 6 adet kaynak bulunmaktadır. Bu kuyulardan bir kısmı kullanılmamaktadır. Terme ve Mahmutlu alanlarında 2 adet reenjeksiyon kuyusu mevcuttur. Kırşehir ilindeki bu jeotermal alanlarda rezervuar kayacı paleozoyik yaşlı şist ve gnayslar ile daha üste yer alan Bozçaldağ mermerleri oluşturmaktadır. Bölgede jeotermal sistemin ısı kaynağı jeotermal gradyan ve magmatik kayacın sokulumlarıdır. Sistemin örtü kayacını ise geçirimsiz özellikteki eosen, miyosen ve pliyosen birimler oluşturmaktadır.



Şekil 1: Kırşehir İli Jeotermal Kaynakların Konumları

1.1.Kırşehir İli Jeotermal Sistem Özellikleri

Kırşehir ilinde Merkez, Çiçekdağı, Bulamaçlı, Mahmutlu, Savcılı, Karakurt, Akpınar ve Kaman ilçelerinde bulunan 12 jeotermal kuyu ve 5 kaynaktan yeraltı suyu örneği alınmış ve kimyasal analizleri yapılmıştır.

¹ Kuşçu, İ. and Erler, A. 1998. Mineralization Events in a Collision-Related Setting: the central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. International Geology Review, Vol.40, p.532-565.

Kırşehir ilinde bulunan jeotermal alanlardan alınan kuyu suyu örneklerinin EC değerleri 796–7.430 $\mu\text{S/cm}$, kaynak sularının EC değerleri 584–7.400 $\mu\text{S/cm}$ arasında değişmektedir. İlde en yüksek EC değerlerinin Çiçekdağı jeotermal alanında açılan kuyu ve Bulamaçlı kaynağında olduğu görülmektedir. Suların pH değerleri kuyularda 6,64 – 8,33 arasında kaynaklarda ise 6,54 – 8,93 arasındadır. Bölgede “asidik karakterli” olan termal sular Bulamaçlı kaynağı ve Çiçekdağı jeotermal alanında bulunan ÇB-1 kuyu sularıdır. Diğer kuyular alınan su örneklerinin pH değerleri 7’den büyük olduğu için “bazik karakterli” olarak tanımlanmıştır.

Tablo 1: Kırşehir İli Jeotermal Kaynak Yerleri

İlçe	Mevki	İşletme Sahibi	Kuyu Adedi	Kaynak Adedi
Merkez	Terme	Kırşehir Termal Turizm ve San. AŞ.	14	
Çiçekdağı	Bulamaçlı	Belediye	2	1
Çiçekdağı	Mahmutlu	Farmco Tarım İşletmeleri	4	2
Merkez	Karakurt	İl Özel İdaresi	4	
Kaman	Savcılı	İl Özel İdaresi	5	1
Akpınar		İl Özel İdaresi	1	2
Mucur	Kıran K.	Kullanılmıyor	2	
TOPLAM			32	6

Kırşehir ilinde kuyu sularının sıcaklık değeri 30–78,3 °C arasında, kaynak sularının sıcaklıkları ise 32,1–39,6 °C arasındadır. Daha derin dolaşıma sahip akifer birimleri ile ilişkili olan kuyu sularını sıcaklıkları artmaktadır. En sıcak sular Mahmutlu ve Çiçekdağı bölgelerinden elde edilmiştir. Bölgede kuyu sıcaklıkları kuyuların derinlikleri ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

Kırşehir ilindeki jeotermal alanlardan alınan su örneklerinin kimyasal yapıları bölgesel olarak değişmektedir. Kırşehir Merkez-Terme Jeotermal alanındaki kuyularda baskın katyon Ca –Na, baskın anyon $\text{HCO}_3\text{-Cl}$ iken, Çiçekdağı, Mahmutlu, Akpınar, Savcılı ve Kaman bölgelerinde Na baskın katyon, Cl ve SO_4 ise baskın anyondur. Kırşehir ilinde termal suların su sınıfları Terme jeotermal alanında Ca-Na- $\text{HCO}_3\text{-Cl}$, Mahmutlu’da Na-Ca-Cl- SO_4 , Bulamaçlı’da Na-Cl, Karakurt’da Ca-Na- $\text{HCO}_3\text{-SO}_4$, Savcılı hamam kaynak suları Na-Cl- CO_3 , Akpınar jeotermal alanında ise su sınıfı Na-Ca-Cl’dür. Jeotermal alanlarda tespit edilen majör iyon analiz sonuçları “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”teki (İTASHY, 2005) limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeleri göre T-3, T-6 ve T-7 kuyu sularının Cl içeriklerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir. Bulamaçlı kaynak suyunun EC, Na ve Cl değerleri, Mahmutlu jeotermal kuyu sularının EC, Na, SO_4 ve Cl değerleri, Karakurt termal sularının SO_4 içerikleri ve Akpınar kaynak sularının Na ve Cl içeriklerinin limit değerlerin üzerindedir.

Kırşehir ili termal sularının ağır metal analiz sonuçlarına göre Terme kuyu sularının T-4 örneği dışında F ve Mn içerikleri; Bulamaçlı kaynak ve kuyu sularının As, B, Br, F, Fe ve Mn değerleri; Mahmutlu kuyu

sularının B, Br ve Fe değerleri; Karakurt sularının As, F, Fe ve Mn içerikleri; Savcılı kaynak sularının As ve F değerleri ile Akpınar sularının F içeriklerinin “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”te (İTASHY, 2005) verilen limit değerlerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Kırşehir ili termal sularının majör iyon ve ağır metal içerikleri dikkate alındığında suların uzun süreli içme kürü olarak kullanılması durumunda sağlık problemleri yaşanabilecektir. Termal su örneklerinin AquaChem programının PHREEQC ara yüzü ile hesaplanan doygunluk indisi değerlerinde genel olarak suların kullanıldığı taşıyıcı sistemlerde kalsit, aragonit, kuvars ve dolomit kabuklaşması görülebileceğini göstermektedir.

Jeotermometre uygulamaları, jeotermal sistemlerde rezervuar sıcaklıklarının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Farklı jeotermometre türleri olmasına karşın örnekleme, analizi ve değerlendirilmesi kolay olduğundan, genellikle rezervuar sıcaklığının tahmininde katyon ve silis jeotermometreleri tercih edilmektedir.² Terme jeotermal alanında kalsedon ve kuvars jeotermometreleri ile hesaplanan maksimum rezervuar sıcaklığı 218 °C olarak hesaplanmıştır. Sadece bir adet kuyuda yüksek derece elde edilmiştir. Genel olarak Terme jeotermal alanında rezervuar sıcaklıkları 130 °C'nin üzerindedir. Çiçekdağı-Bulamaçlı jeotermal alanında silis jeotermometreleri ile 82,46 – 147,29 °C arasında değişmektedir. Na/K katyon jeotermometreleri ile hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 164,59 – 225,94 °C arasındadır.

Çiçekdağı-Mahmutlu jeotermal alanında silis jeotermometrelerine göre hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 56,30 – 181,16 °C arasında, katyon (Na/K) jeotermometrelerine göre hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 95,77 – 171,99 °C arasında değişmektedir. Karakurt jeotermal alanında kalsedon ve kuvars jeotermometre hesaplamalarına göre beklenebilecek maksimum rezervuar sıcaklığı 109 °C olarak belirlenmiştir. Na/K jeotermometre hesaplamalarına göre Savcılı jeotermal alanında beklenebilecek maksimum rezervuar sıcaklığı 100 °C civarında hesaplanmıştır. Akpınar jeotermal alanında silis jeotermometrelerine göre hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 48,15 – 138,24 °C arasında değişirken, katyon jeotermometreleri ile belirlenen rezervuar sıcaklıkları 86,86 – 160,17 °C arasında değişmektedir.

İlde en yoğun jeotermal kuyu Terme jeotermal alanında bulunmaktadır ve bu bölgede yeni kuyuların açılmasında dikkatli davranılması gerekir. Bu bölgede bir adet reenjeksiyon kuyusu bulunmaktadır. Rezervuarın sürdürülebilir kullanımı ve doğal ortamın olumsuz etkilenmemesi için reenjeksiyon kuyu sayısının artırılması gereklidir. Çiçekdağı-Mahmutlu jeotermal alanında sıcaklıkları ve debileri oldukça yüksek üç adet kuyu bulunmaktadır. Bu jeotermal alanın önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. İlde bulunan jeotermal alanlarda yapılan önceki jeoloji-jeofizik araştırma sonuçları temin edilerek yeniden değerlendirilmelidir. Alanda, derinlikleri farklı çok sayıda açılan kuyular

² Doğdu, M.Ş., 2004. Jeotermal Suların Rezervuar Sıcaklığının Tahmininde Kullanılan Jeotermometre Hesaplamaları İçin Bilgisayar Programı. Jeoloji Mühendisliği Dergisi 28(2): 1-12

rezervuarın karakteristiklerini tam olarak yansıtmamaktadır. Yüzey jeolojisinde 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. Bu araştırmalar ile elde edilen veriler ışığında yeni kuyu yeri önerilebilir. Öncelikle mevcut durumda kullanılmayan kuyulardan faydalanılma olanaklarının gözden geçirilmesi daha ekonomik olacaktır.

1.2. Kırşehir İlindeki Jeotermal Kuyulara Ait Özellikler

Kırşehir ilinde yer alan kaynakların 18'inden su örneği alınmış ve sulardan 30 parametreye ilişkin laboratuvar analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 2: Jeotermal Kuyulara Ait Özellikler

ID	118	119	120	121	122	123	124	125	126
Rapor Numarası	ML-S-19-118	ML-S-19-119	ML-S-19-120	ML-S-19-121	ML-S-19-122	ML-S-19-123	ML-S-19-124	ML-S-19-125	ML-S-19-126
İlçe	MERKEZ	MERKEZ	MAHMUTLU	AKPINAR	ÇİÇEKDAĞ	MERKEZ	MERKEZ	SAVCILI	MERKEZ
Kuyu Adı	Kırşehir İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) T-5 (T-4 Yeni İsim)	Kırşehir İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-10 (T-7 Yeni İsim)	Kırşehir İl Özel İdaresi (Farmco Tarım İşl.) – ÇM-2 Kuyusu	Kırşehir İl Özel İdaresi – Erkekler Hamamı Kaynağı 1	Kırşehir İl Özel İdaresi (Çiçekdağ Belediyesi) – Bulamaçlı Kaynak 1	Kırşehir İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-1 Kuyusu	Kırşehir İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-11 (Yeni İsmi T-8)	Kırşehir İl Özel İdaresi – Savcılı Hamamı Kaynağı 1	Kırşehir İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-3 (T-2 Yeni İsmi)
Y	39,1314	39,1322	39,4578	39,5286	39,6097	39,136	39,1355	39,2159	39,137
X	34,1624	34,1499	34,4959	33,9466	34,4727	34,1521	34,1494	33,6989	34,1535
Bikarbonat (HCO ₃)	347,23	684,6	269,79	79,19	823,5	621,36	638,99	38,4	647,34
Karbonat (CaCO ₃)	1,75	1,2	2,3	3,6	2,2	0,83	0,9	44,4	0,86
Sülfat (SO ₄)	34,57	123,27	1329,94	113,07	503,01	97,13	89,63	50,08	87,58
Klorür (Cl)	35,23	279,55	1360,97	557,91	2333,28	244,81	200,21	101,3	216,87
Nitrat (NO ₃)	5,7	<0,27	<0,27	0,65	<0,27	<0,27	<0,2	<0,27	1,18
Florür (F)	0,98	2,99	4,1	5,08	3,98	2,8	3,18	7,75	2,38
Bromür (B)	<0,25	<0,25	1,33	0,27	2,58	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Sodyum (Na)	30,2	158,22	1016,44	289,14	1334,4	132,55	117,46	113,17	124,54
Magnezyum (Mg)	25	36,28	48,25	2,19	9,73	35,89	32,77	<0,1	33,64
Potasyum (K)	3,21	12,32	43,1	10,04	123,09	20,88	10,53	1,3	10,27
Kalsiyum (Ca)	127,94	253,57	339,58	80,86	257,52	229,03	224,46	4,09	224,11
Alüminyum (Al)	<0,005	0,013	0,012	0,009	0,031	0,008	0,017	0,014	<0,005
Demir (Fe)	0,024	1,501	0,489	0,015	3,126	1,1	1,426	0,006	0,742
Mangan (Mn)	0,0002	0,091	0,009	0,01	1,187	0,067	0,091	0,0006	0,06
Bor (B)	0,239	0,742	1,089	0,903	3,121	0,631	0,599	0,46	0,643
Krom (Cr)	<0,002	<0,002	<0,002	<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	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Bakır (Cu)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Çinko (Zn)	0,005	0,003	0,043	<0,002	<0,002	0,002	0,003	<0,002	0,002
Fosfor (P)	<0,01	<0,01	0,027	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Lityum (Li)	0,026	0,116	0,369	<0,01	1,092	0,1	0,096	0,062	0,093
Nikel (Ni)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Arsenik (As)	0,002	0,041	0,13	0,009	0,417	0,034	0,03	0,024	0,018
Silisyum (Si)	7,627	20,024	27,406	24,965	55,772	19,387	18,113	23,082	<0,250
Çözünmüş Oksijen	5,13	5,73	5,97	4,67	4,01	6,2	6,07	0,9	6,3
Tuzluluk	0,39	1,02	3,35	0,86	4,06	0,92	0,83	0,28	0,85
İletkenlik	796	2024	6,08	1701	7,4	1836	1645	585	1709
Toplam Ç.Madde	389	1015	3250	850	3970	923	828	284	845
Sıcaklık	30,8	54,2	76,1	32,6	39,6	66,3	56,3	34,6	51,1
pH	7,08	7,55	8,33	7,99	6,54	7,58	7,94	8,9	7,76

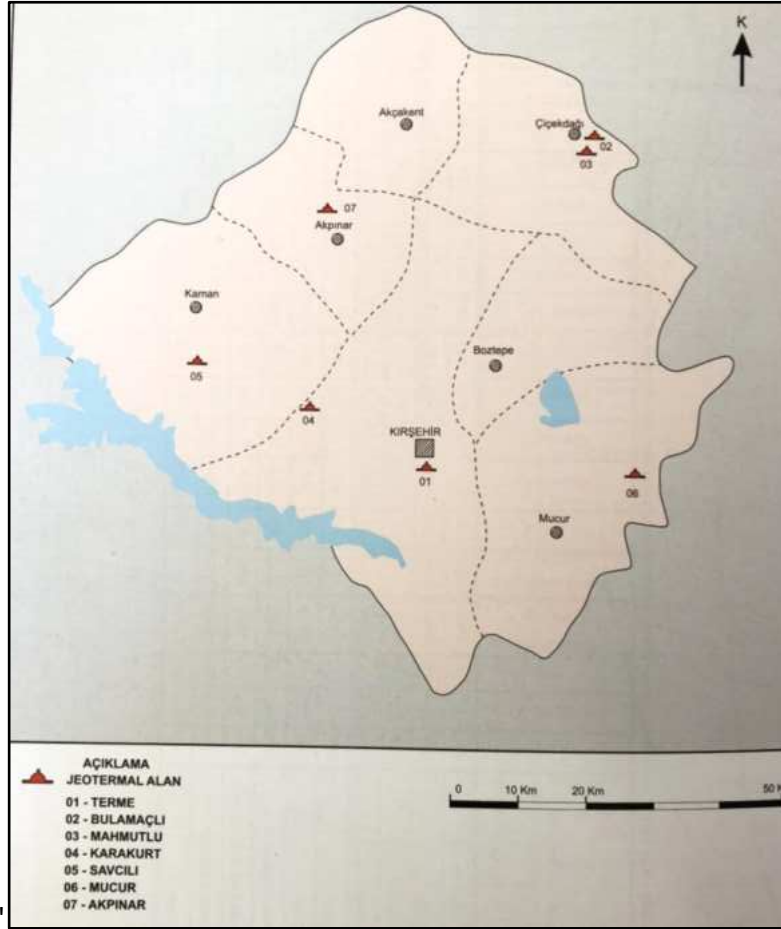
D	127	128	129	130	131	132	134	135	141
Rapor Numarası	ML-S-19-127	ML-S-19-128	ML-S-19-129	ML-S-19-130	ML-S-19-131	ML-S-19-132	ML-S-19-134	ML-S-19-135	ML-S-19-141
İlçe	ÇİÇEKDAĞ	MERKEZ	MERKEZ	ÇİÇEKDAĞ	ÇİÇEKDAĞ	ÇİÇEKDAĞ	KAMAN	AKPINAR	KARAKURT
Kuyu Adı	Kırşehir İl Özel İdaresi (ÇB-1 Kuyusu ve Bulamaçlı Kaynak-1 Karışım)	Kırşehir İl Özel İdaresi / T-9 (T-6 Yeni İsmi)	Kırşehir İl Özel İdaresi / T-4 (T-3 Yeni İsmi) 1993	Kırşehir İl Özel İdaresi / ÇM-1 Kuyusu (Artezyen)	Kırşehir İl Özel İdaresi / ÇM-4 Kuyusu (Artezyen)	Kırşehir İl Özel İdaresi / ÇB-1 Kuyusu	Kırşehir İl Özel İdaresi (Kadınlar Hamamı Kaynağı - 2)	Kırşehir İl Özel İdaresi (Savcılı Hamamı Kaynağı - 2)	Kırşehir İl Özel İdaresi – Karakurt Sera Tesisleri SSK-1 Kuyusu
Y	39,6098	39,1374	39,1363	39,6575	39,4627	39,6096	39,2159	39,5283	39,1119
X	34,473	34,1537	34,1527	34,4947	34,4982	34,4726	33,672	33,9463	33,9904
Bikarbonat (HCO ₃)	830,32	712,27	763,5	287,42	275,42	902,37	97,98	38,69	387,2
Karbonat (CaCO ₃)	1,8	0,77	1,36	0,54	2,06	3,5	6,67	38,08	0,94
Sülfat (SO ₄)	501,62	107,09	89,63	1381,53	1438,1	499,53	85,68	50,19	281,62
Klorür (Cl)	2238,48	288,99	200,21	1389,4	1434,26	2337,91	419,59	101,01	66,12
Nitrat (NO ₃)	<0,27	0,4	<0,27	<0,27	<0,27	<0,27	1	<0,27	<0,27
Florür (F)	3,88	2,85	3,18	3,98	4,03	3,95	5,35	7,83	3,41
Bromür (B)	2,52	<0,25	<0,25	1,31	1,37	2,57	<0,25	<0,25	<0,25
Sodyum (Na)	1457,92	163,78	117,46	1077,61	1020,67	1497,9	223,25	112,33	64,21
Magnezyum (Mg)	9,8	38,2	32,77	51,44	46,11	11,71	2,15	0,12	17,26
Potasyum (K)	123,91	<0,001	10,53	45,55	<0,001	<0,001	7,78	1,27	11,1
Kalsiyum (Ca)	259,02	269,41	224,46	349,33	318,41	286,8	59,31	4,11	179,42
Alüminyum (Al)	0,01	0,012	0,017	<0,005	0,009	0,015	0,014	0,015	0,007
Demir (Fe)	1,133	1,543	1,426	<0,002	1,384	2,86	0,025	0,01	15,672
Mangan (Mn)	1,057	0,085	0,091	0,045	0,051	1,199	0,057	0,001	0,218
Bor (B)	3,178	0,805	0,599	1,166	1,007	3,708	0,745	0,446	0,165
Krom (Cr)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Kurşun (Pb)	<0,0005	0,025	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Bakır (Cu)	<0,005	0,035	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Çinko (Zn)	0,002	0,011	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Fosfor (P)	<0,01	<0,01	<0,01	0,017	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01
Lityum (Li)	1,094	0,124	0,096	0,401	0,331	1,179	0,718	0,06	0,035
Nikel (Ni)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Arsenik (As)	0,206	0,029	0,03	0,073	0,109	0,168	0,008	0,024	0,022
Silisyum (Si)	53,346	19,106	18,113	30,646	25,967	43,424	21,75	22,999	19,845
Çözünmüş Oksijen	4,27	5,98	6,02	6	5,8	4,25	3,63	1,17	5,98
Tuzluluk	4,12	1,02	1,12	3,27	3,47	4,09	0,68	0,28	0,67
İletkenlik	7,48	1992	2175	6,14	6,33	7,43	1316	584	1345
Toplam Ç.Madde	4010	1011	1105	3200	3380	3990	680	285	669
Sıcaklık	46,9	56,4	58,3	73,1	78,3	43,7	32,1	34,6	61,3
pH	6,65	7,52	7,55	8,16	8,09	6,64	8,33	8,93	8,15

1.3. Kırşehir İlindeki Jeotermal Sahalar

Kırşehir İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak Bölümü'nde yer almaktadır. Kırşehir ve çevresinde genel olarak metamorfik kayalar, plütonik kayalar, mafik kayalar ve örtü birimleri gözlenmektedir. Kırşehir ve evresi, Niğde ve Orta Anadolu fay zonları, güney batıda Akşehir Fay Zonu, kuzeyde ise İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Kuşığı ile sınırlanan bir bölgedir. Bu bölgede Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı, metamorfik, ofiyolit ve plütonik kayalardan oluşmaktadır (Erlar vd., 1991; Kuşçu ve Erlar, 1998). Bu birimler farklı araştırmacılar tarafından Kırşehir Masifi (Seymen, 1981) veya Kırşehir Kristalen Masifi (Bailey ve McCallien, 1950; Egeran ve Lahn, 1951), Orta Anadolu Masifi veya Kızılırmak Masifi (Ketin, 1955, 1963; Erkan ve Ataman, 1981) gibi isimlerle adlandırılmıştır. Aynı kaya birimleri yerel olarak Akdağmadeni Masifi (Vache, 1963), Niğde Masifi (Göncüoğlu, 1977) olarak da isimlendirilmiştir. Bölgenin kuzeydoğusundaki Akdağmadeni Masifi ile güneyinde Niğde Masifi arasında kalan Kırşehir Masifini de içine alan bölgenin Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı (OAKK) olarak adlandırılması önerilmiştir (Göncüoğlu vd., 1991, 1992; Kır.Bel., 2014).

Kırşehir ve çevresinde, Akpınar ve Boztepe arasında yoğunlaşan normal fay ve sağ yanal atımlı doğrultu atımlı faylar yer almaktadır (Temiz, 2004). Kırşehir'in kuzeybatısında Hirfanlı Barajı'nın kuzeyinde yer alan birbirine paralel olarak uzanan birçok faydan oluşan Savcılı Fay Zonu (Oktay, 1981) bulunmaktadır (Çağlayan, 2010). Bu tektonik yapılar ilaveten Kaman ve Avanos ilçeleri arasında uzanan normal bir fay olan ve 20 km genişlikte 140 km uzunluğa sahip normal fay özelliğindeki Salanda Fay Zonu (Koçyiğit, 2003), 120 km uzunluğunda ve birkaç km genişliğinde sağ yanal doğrultu atımlı olan Kırşehir doğusunda yer alan Seyfe Fay Zonu, Kırşehir kuzeyinde ise Yerköy fayı mevcuttur (Koçyiğit, 2003; Temiz, 2004). Kırşehir'in doğusunda ise Taşkovan Köyü'nden başlayan ve Seyfe Gölü'nü sınırlayan Seyfe Fay Zonu'nda birbirine paralel birçok fay yer almaktadır. Kırşehir'in de içinde bulunduğu Naldöken Dağı ve doğuda Kervansaray Dağı ile sınırlanan normal fay özelliğine sahip Kırşehir Fayı ile Kırşehir'in batısında belirgin çizgisellikler sunan Karıncalı Fayı ve Gülütarla Fayları bölgede gözlenen diğer faylardır (Temiz, 2004).

Kırşehir'de 7 önemli jeotermal saha bulunmaktadır. Bu sahalarda, Terme, Karakurt, Çiçekdağı Mahmutlu, Çiçekdağı Bulamaçlı, Kaman Savcılı, Akpınar ve Mucur jeotermal alanlarıdır (Şekil 2 ve Tablo 3). Çalışma sahasının jeolojik özelliklerinin yorumlanmasında MTA Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan 1/100.000 ölçekli jeoloji haritaları (Dönmez vd., 2005a; Dönmez ve Akçay, 2005; Kara ve Dönmez, 1990) kullanılmıştır. Raporda MTA tarafından yapılan jeoloji haritalarında ayrılan birimler stratigrafik konumları ve formasyon adlamalarına bağlı kalınmıştır.



Şekil 2: Kırşehir İli Jeotermal Kaynakların Konumları

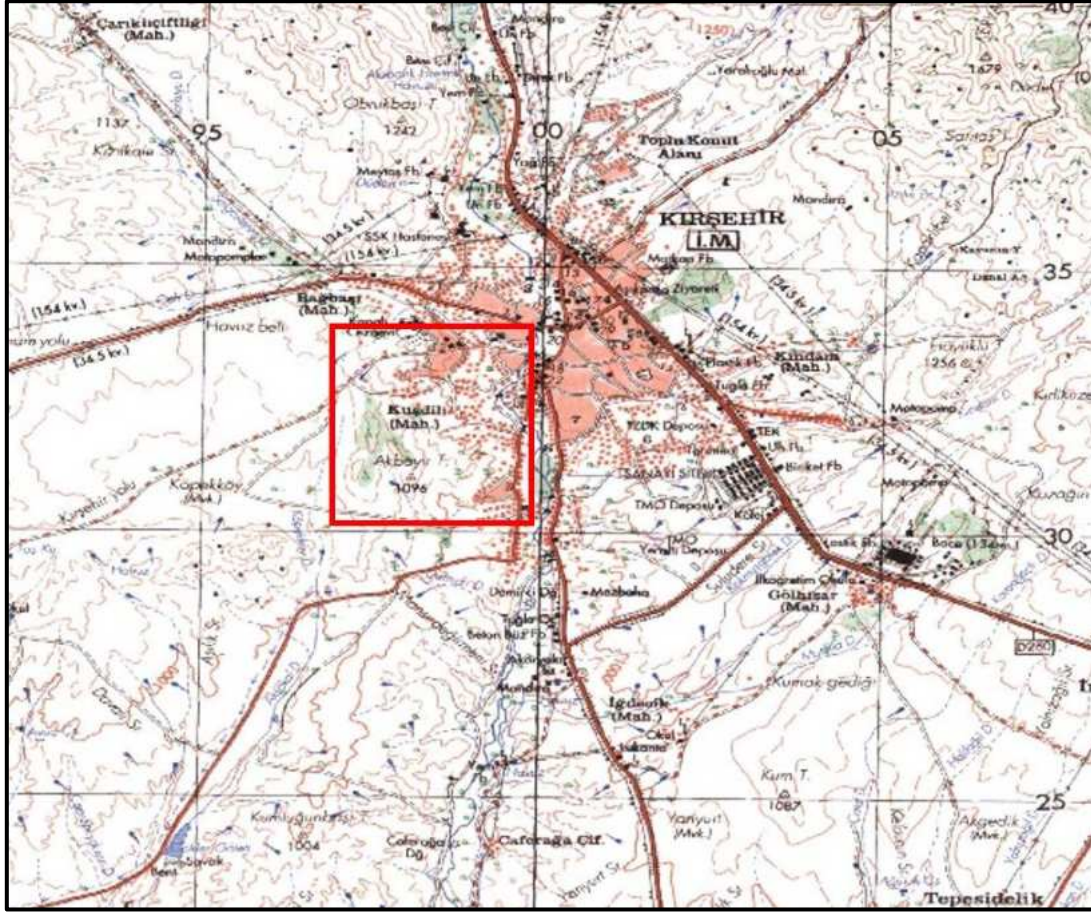
Tablo 3: Kırşehir İli Jeotermal Kaynak Yerleri

İlçe	Mevki	İşletme Sahibi	Kuyu Adedi	Kaynak Adedi
Merkez	Terme	Kırşehir Termal Turizm ve San. AŞ.	14	
Çiçekdağı	Bulamaçlı	Belediye	2	2
Çiçekdağı	Mahmutlu	Farmco Tarım İşletmeleri	3	3
Merkez	Karakurt	İl Özel İdaresi		7
Kaman	Savcılı	İl Özel İdaresi	5	1
Akpınar		İl Özel İdaresi	1	2
Mucur	Kıran k.	Kullanılmıyor	1	

1.4. Terme Jeotermal Alanı

Terme Jeotermal alanı Kırşehir il merkezinde bulunmaktadır (Şekil 3 ve Şekil 4). Kırşehir Merkez Terme Jeotermal alanında 14 adet jeotermal kuyu bulunmaktadır. Bu kuyulardan bir tanesi reenjeksiyon kuyusudur (T-13). Kuyulardan ısıtma, otel, kaplıca ve serada kullanılmaktadır (Tablo 4). Bazı kuyuların

(T-3, T-4, T-7) debi bilgilerine göre eski yıllarda yüksek iken günümüzde debi değerlerinin düştüğü görülmektedir.



Şekil 3: Terme jeotermal alanı konumu



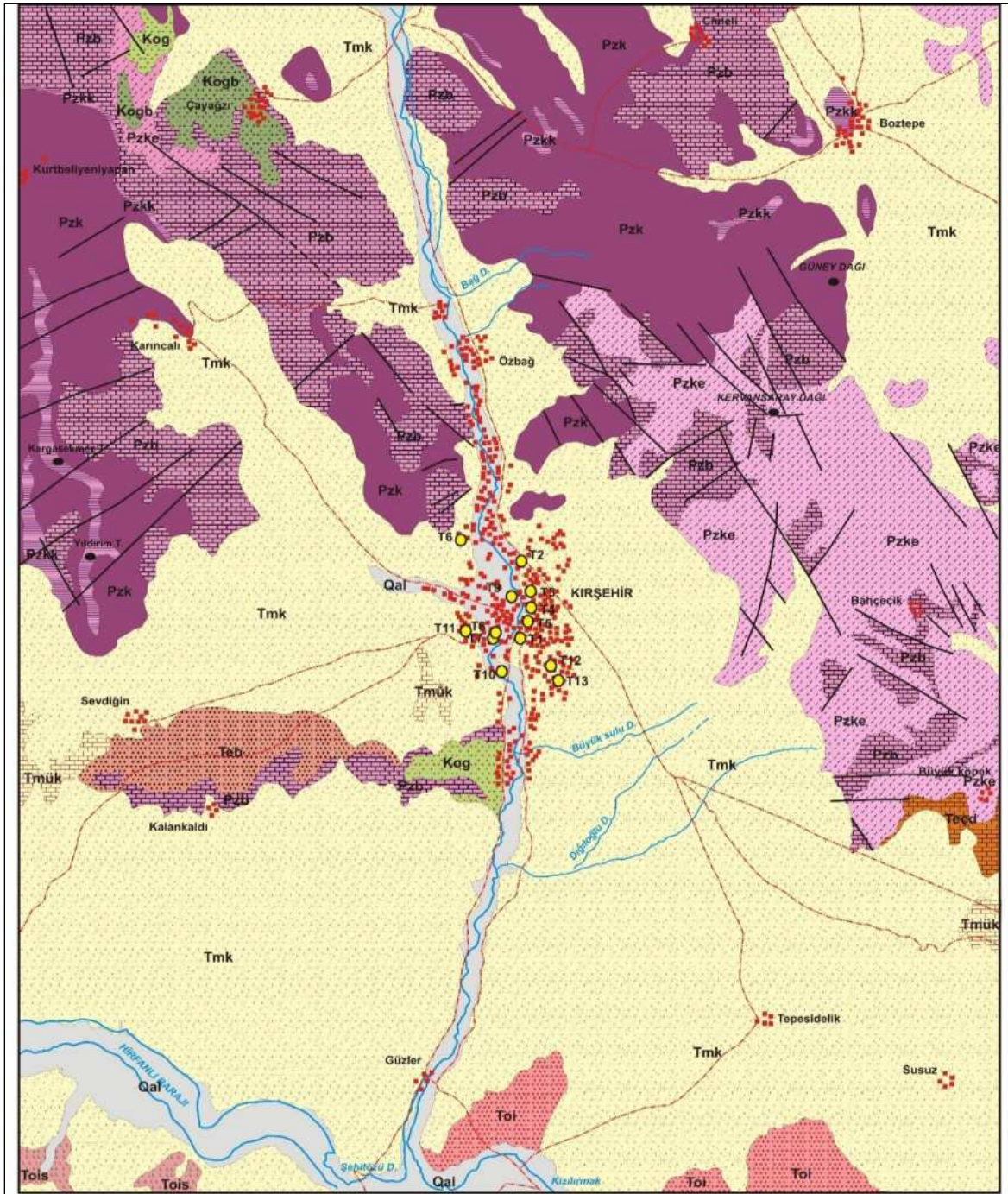
Şekil 4: Kırşehir jeotermal alanı kuyuların uydu görüntüsü üzerindeki konumu

Tablo 4: Terme Jeotermal alanında açılan kuyular

Kuyu Adı	Yeni Ad	Tarih	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi(l/sn)	Mevcut Durum
T-1		1974	500,5	57,0	4,2	
T-2		1986	333	34,3	24,3	Kullanılmıyor
T-3	T-2	1991	273,5	48,9	0,8	
T-4		1993	288	54,6	53,1	Isıtma
T-5	T-4	1993	134,6	36,5	8,8	
T-6		1995	600	30,3	65,0	Kullanılmıyor
T-7		1999	164	37,3	4,32	Kullanılmıyor
T-8		2000	550	52,6	9,8	
T-9	T-6	2002	280	52,5	49	
T-10	T-7	2010	409	51	12,3	
T-11	T-8	2011	430	51,3	26,7	Otel
T-12		2011	110	46,8	67,5	Isıtma
T-13		2015	183	45	150	Reenjeksiyon
T-14			540	59,5	10	

1.4.1. Jeolojik Özellikler

Bu bölgede MTA tarafından 1991 (Kırşehir-G18) yıllarında yapılmış bir rapor bulunmaktadır. Bu raporda verilen harita ve adlamalar hazırlanan raporda bütünlüğün sağlanması amacıyla komşu paftalarda yenilenen ve eşleştirilen adlamalar kullanılarak yeniden oluşturulmuştur. Bölgede yüzeyleyen en yaşlı kaya birimleri metamorfik kayalardan oluşmaktadır ve bu birimler Kırşehir masifi olarak adlandırılmaktadır. Kırşehir masifinin Kalkanlıdağ, Bozçaldağ ve Kaleboynu formasyonları Kırşehir il merkezi doğusu, kuzeydoğusu ve kuzey batısı ve batısında geniş alanlarda yüzeylemektedir (Şekil 5). *Kalkanlıdağ formasyonu (Pzk)* çoğunlukla gnays, az oranda şist, kuvarsit ve amfibolitten oluşmaktadır (Kara, 1991). Bu birim Kalkanlıdağ gnaysları ve Gümüşler formasyonu ile eşdeğerdir. Kırşehir masifinin alt düzeylerini oluşturan bu birim Kervansaray ve Bozçaldağ formasyonları ile düşey-yanal yönde geçişlidir. *Kervansaray formasyonu (Pzke)* mermer arakatkılı kuvarsit, kuvarsşist, kalkşist, gnays vb. kaya türlerinden oluşmaktadır (Göncüoğlu, 1977). Birim Kırşehir yerleşim merkezi batısında Kervansaray Dağı ve çevresinde geniş alanlarda yüzeylemektedir. Bu birim farklı MTA raporlarında Kervansaray şistleri olarak adlandırılmıştır. Kervansaray formasyonunun üzerinde yer yer erime boşluklu mermerler ve çok az oranda şistlerden oluşan *Bozçaldağ formasyonu (Pzb)* bulunmaktadır.



AÇIKLAMALAR

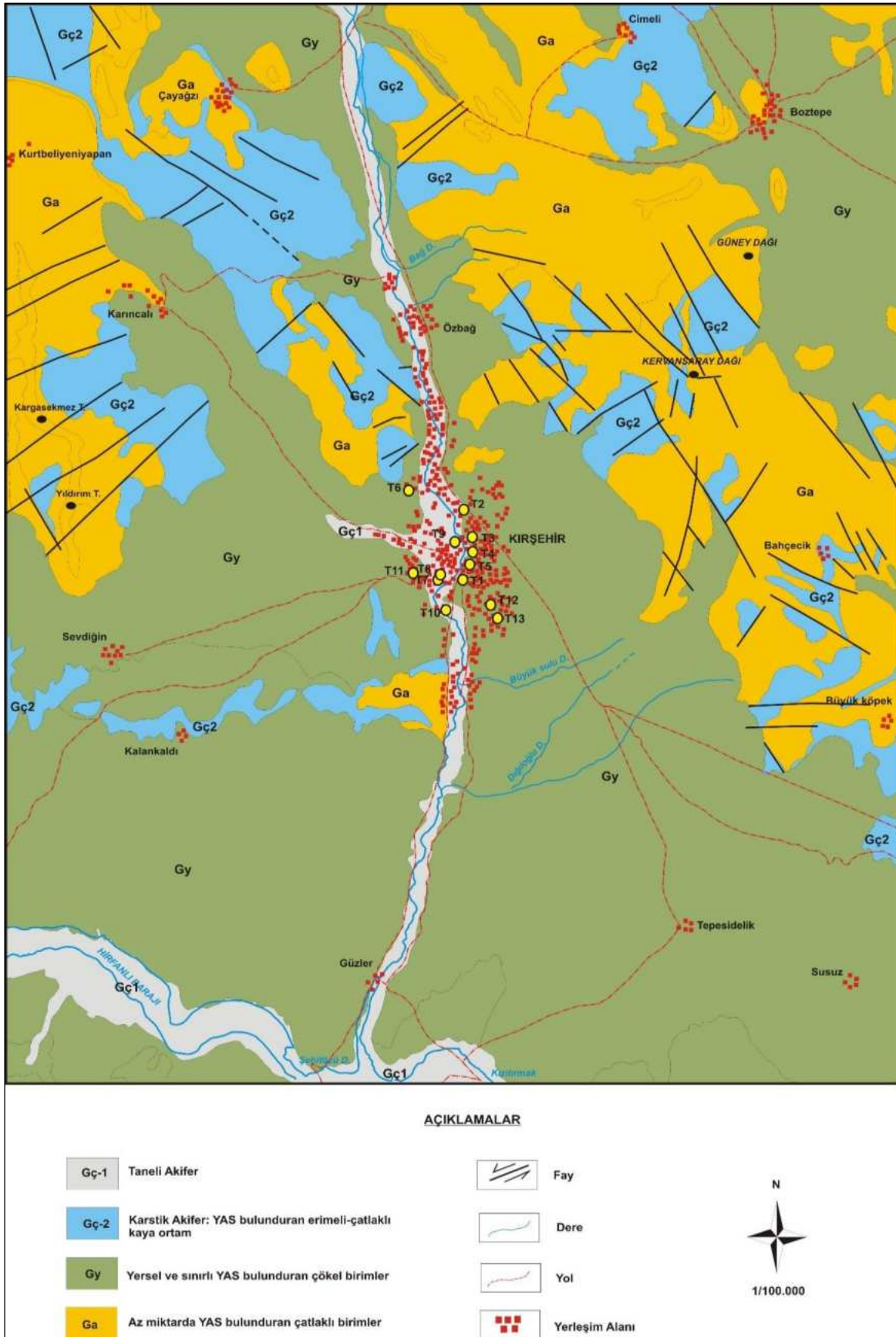
Qal Alüvyon	Keg Orta Anadolu Granitoyitleri:Granit, granodiyorit vb.	Tois Sekilli Evaporit Üyesi: Jips
Tmk Kızılırmak Formasyonu: Çakıltaş, kumtaşı, kireçtaşı, tuf, jips-anhidrit arabantlı karasal çamurtaşı	Kogb Buzlukdağ siyenitoyiti:Siyenit, mikrosiyenit, tarkit	Kaynak Kaynak
Tmük Kozaklı kireçtaşı üyesi:Gösel kireçtaşı	Pzk Kalkanıdağ Formasyonu: Gnays, şist, amfibolit, kuvarsit	Dere Dere
Toi İncik Formasyonu:Çakıltaş, kumtaşı, çamurtaşı, jips vb.	Pzke Kervansaray Formasyonu:Mermer, şist, gnays, amfibolit	Yol Yol
Kocd Duikadiri kireçtaşı üyesi	Pzb Bozçaldağ Formasyonu: Mermer	Yerleşim Alanı Yerleşim Alanı
Tmü Baraklı Formasyonu: Karasal çakıltaş, kumtaşı, çamurtaşı	Pzkk Kargasekmezdağ Kuvarsit üyesi: Kuvarsit	Fay Fay

Şekil 5: Terme jeotermal alanı ve çevresi jeoloji haritası (Kara, 1991)

Kırşehir il merkezi güneyinde yüzeyleyen Orta Anadolu Granitoyiti bölgede Baranadağ granitoyidi olarak adlandırılmıştır. *Orta Anadolu Granitoyitleri (Kog)* granit, granodiyorit, mikrodiorit bileşimindeki derinlik ve yer yer yarı derinlik kayalarından oluşmaktadır. Baraklı formasyonu Tersiyer öncesi temel üzerinde uyumsuzlukla yer alır. *Baraklı formasyonu (Teb)* çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşından oluşan linyitli karasal çökellerden oluşmaktadır. Kırşehir ili güneyinde gözlenen *İncik formasyonu (Toi)* kırmızı renkli, karasal çakıltası, kiltası, kumtaşı ve yeşil renkli jips seviyeleri içermektedir. Birim içerisindeki jips seviyeleri *Sekili evaporit üyesi (Tois)* olarak ayırtlanmıştır. Kırşehir il merkezi ve güneyinde çok geniş alanlarda yüzeyleyen *Kızılırmak formasyonu (Tmk)* genellikle kızıl renkli çamurtaşlarından oluşmaktadır. Kızılırmak formasyonu İç Anadolu grubu ile eşdeğerdir. Formasyonun kalınlığı yaklaşık olarak 150 m'dir (MTA, 2010). Kızılırmak formasyonu içinde yatay konumlu bant ve merceler şeklinde bulunan kireçtaşları *Kozaklı kireçtaşı üyesi (Tmkk)* olarak adlandırılmıştır.

1.4.2. Hidrojeolojik Özellikler

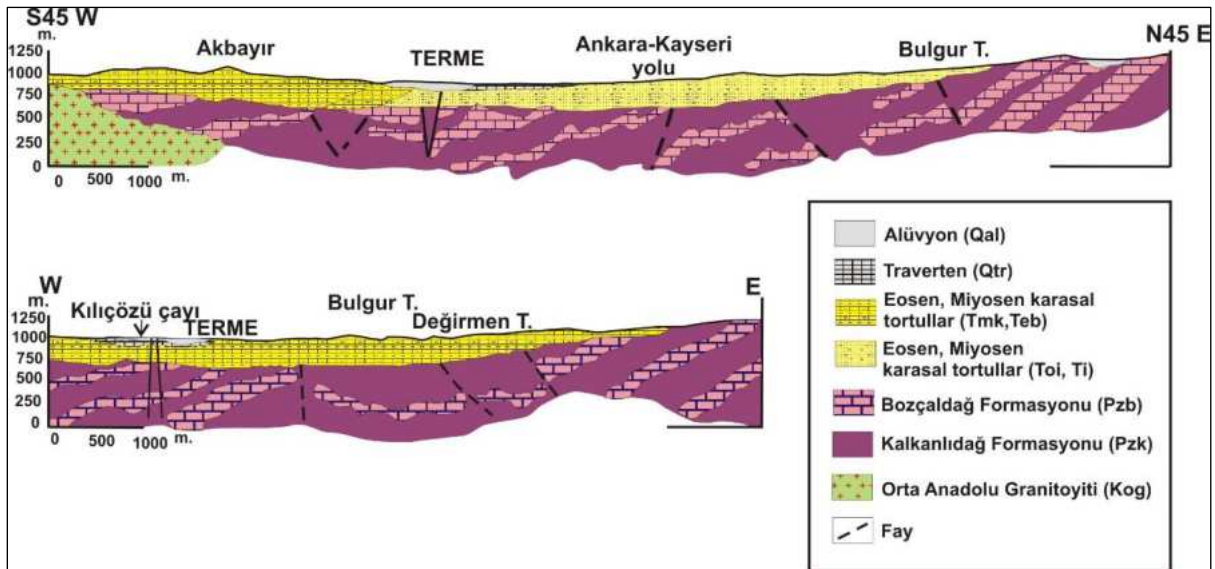
Genel olarak gnayslarda oluşan Kalkanlıdağ formasyonu, kuvarsit, kuvarşist, kalkışist, gnays vb. kaya türlerinden oluşan Kervansaray formasyonu ve granit, granodiyorit birimlerinden oluşan Orta Anadolu granitoyitleri genel olarak geçirimsiz özelliktedirler. Ancak, kırıklı-çatlaklı oldukları durumlarda bir miktar yeraltı sulyu bulundurabilirler. Bu nedenle bu birimler hidrojeoloji haritasında "*az miktarda yeraltı sulyu bulunduran çatlaklı birimler*" olarak adlandırılmıştır (Şekil 6). Kızılırmak, Baraklı ve İncik formasyonları ile Sekili evaporit üyesi birimleri genel olarak bünyelerinde yeraltı sulyu bulundurma kapasitelerinin sınırlı olması nedeniyle "*yersel ve sınırlı yeraltı sulyu bulunduran çökel birimler*" olarak adlandırılmışlardır. Ancak, Eosen ve Pliyosen konglomera ve kumtaşları gevşek çimentolu oldukları durumda yüksek gözeneklilik ve geçirimliliğe sahiptir (Canik ve Pasvanoğlu, 1993). Paleozoyik yaşlı Kırşehir masifinin en üst kesimini temsil eden Bozçaldağ mermerleri ve Kozaklı kireçtaşı üyesi "*karstik akifer*" olarak adlandırılmıştır. Bozçaldağ mermerlerindeki geçirimlilik kırıklar, çatlaklar ve kırık kontrollü karstlaşma ile artmaktadır. Bu mermerler genellikle çatlaklıdır ve çözünme kanalları içerirler. Çatlaklar beyaz renkli kalsit ile doldurulmuştur. Terme'nin batı kesiminde mağaralar, farklı boyutlarda ve geometride yüzey çözünme şekilleri gibi karstik yapılar yaygındır. Bu nedenle, mermerler önemli miktarda sıcak suyun depolanabildiği birincil akiferleri oluşturmaktadır (Pasvanoğlu ve Gültekin, 2012).



Şekil 6: Terme Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası

1.4.3. Kavramsal Model

Kırşehir-Terme jeotermal alanında Aksaray il genelinde olduğu gibi jeotermal suyun hazne kayacı Paleozoyik yaşlı Kırşehir masifine ait Bozçaldağ mermerleridir. Normal faylardan yeryüzüne çıkan termal ve mineralli sular kalsitçe aşırı doygun olduğundan, bu hidrotermal kanallar karbonat çökmesi ile tamamen kapanmış olabilir. Bu uzun süren olaylar, kaynak boşalmalarının kademeli olarak azalmasına ve bazılarının tükenmesine yol açmıştır (Pasvanoğlu ve Gültekin, 2012). Orta Anadolu'da Tersiyer girişinin varlığı (Akıman vd., 1993; Whitney vd., 2001) ve çalışma alanı içindeki Pliyosen volkanizması (Ercan, 1985) jeotermik gradyanın 33 m olan normal değerinin altına düşmesine neden olmuştur. Meteorik sular süzülme sırasında jeotermik gradyan ile ısıtılır. Bu ısıtılmış sular, basınçlı akiferleri oluşturan mermerlerin kırıkları, çatlakları ve karstik boşlukları içinde birikir. Aşağıya doğru süzülerek ısıtılan sular uygun kırıklar, çatlaklar ve karstik boşluklar vasıtasıyla yüze çıkar ve Terme kaynaklarını oluşturur (Pasvanoğlu ve Gültekin, 2012; Şekil 7). Uzun bir sürede yüze çıkan bu sular kalsit bakımından aşırı doygun oldukları için kaynak çıkış bölgesi etrafına traverten yığılmasına neden olmaktadır. Terme jeotermal alanında jeotermal sistemin örtü kayacı geçirimsiz özellikteki Eosen (Baraklı formasyonu, İncik formasyonu), Orta Miyosen ve Pliyosen (Kızılırmak formasyonu) yaşlı geçirimsiz birimlerdir.



Şekil 7: Terme jeotermal alanı kavramsal model (Pasvanoğlu ve Gültekin, 2012)

1.4.4. Hidrojeokimyasal Özellikler

Proje kapsamında Nisan-2019 ayında Terme jeotermal alanında bulunan 7 adet kuyundan su örneği alınmıştır. Örnek alım işlemleri sırasında yerinde ölçümler (pH, EC, Sıcaklık, çözülmüş oksijen ve tuzluluk) yapılmıştır. Kırşehir Terme jeotermal alanında bulunan kuyu suyu örneklerinin elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 796-2024 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sıcaklıkları 30,8-66,3 °C ve pH değerleri 7'nin üzerinde olup bazik karakterlidir. En düşük sıcaklık değeri T-4 kuyusunda en yüksek sıcaklık değeri ise T-1 kuyusunda ölçülmüştür. En yüksek EC değeri ise T-7 kuyusunda ölçülmüştür.

Terme jeotermal alanında termal suların Ca içerikleri 127,94 - 269,41 mg/l arasında, Na içerikleri ise 30,2-170,92 mg/l arasında değişmektedir. Terme jeotermal sularında baskın anyon HCO_3 olup daha sonra Cl gelmektedir. Suların HCO_3 içerikleri 347,23 - 763,5 mg/l arasında, Cl içerikleri 35,23 - 334,53 mg/l arasında değişmektedir (Tablo 5; Şekil 8). Schoeller yarı logaritmik diyagramında benzer kökenli, aynı hazneye ve beslenme alanına sahip sular benzer değişim gösterir. Terme jeotermal sularının Schoeller diyagramında görüldüğü gibi benzer majör iyon içeriğine sahip olduğu görülmektedir.(Şekil9).

Merkez Terme jeotermal alanında baskın su sınıfı Ca-Na- HCO_3 -Cl'dir (Tablo 5). Terme jeotermal alanında jeotermal sistemin hazne kayacı Paleozoyik yaşlı Kırşehir masifine ait Bozçaldağ mermerleridir. Terme jeotermal sularındaki Ca ve HCO_3 artışı mermerler ile ilişkili olarak kaya-su etkileşiminden kaynaklanmaktadır. Terme jeotermal alanında Na ikincil en baskın katyondur. Sodyum genellikle albit bakımından zengin volkanik kayalardan türetilir (Hem, 1970). Na artışı bölgede ikincil rezervuar özelliği gösteren şist ve kırıntılı sedimanter kayaçlarla ilişkilidir (Pasvanoğlu ve Gültekin, 2012). Potasyum Terme termal sularında en düşük konsantrasyona sahiptir. Jeotermal sistemler için karakteristik bir iyon olan Cl, Terme jeotermal sularında en baskın ikinci anyondur. Terme jeotermal alanında T-4 jeotermal kuyusundan alınan örneğin Ca-Mg- HCO_3 'dir (Tablo 5). Sıcaklığı düşük olan bu kuyu bölgede sığı dolaşım ve karışım sularını temsil etmektedir. Tespit edilen majör iyon analiz sonuçları "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" (İTASHY, 2005)'teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeleri göre T-3, T-6 ve T-7 kuyu sularının Cl içeriklerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir.

Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi Projesi

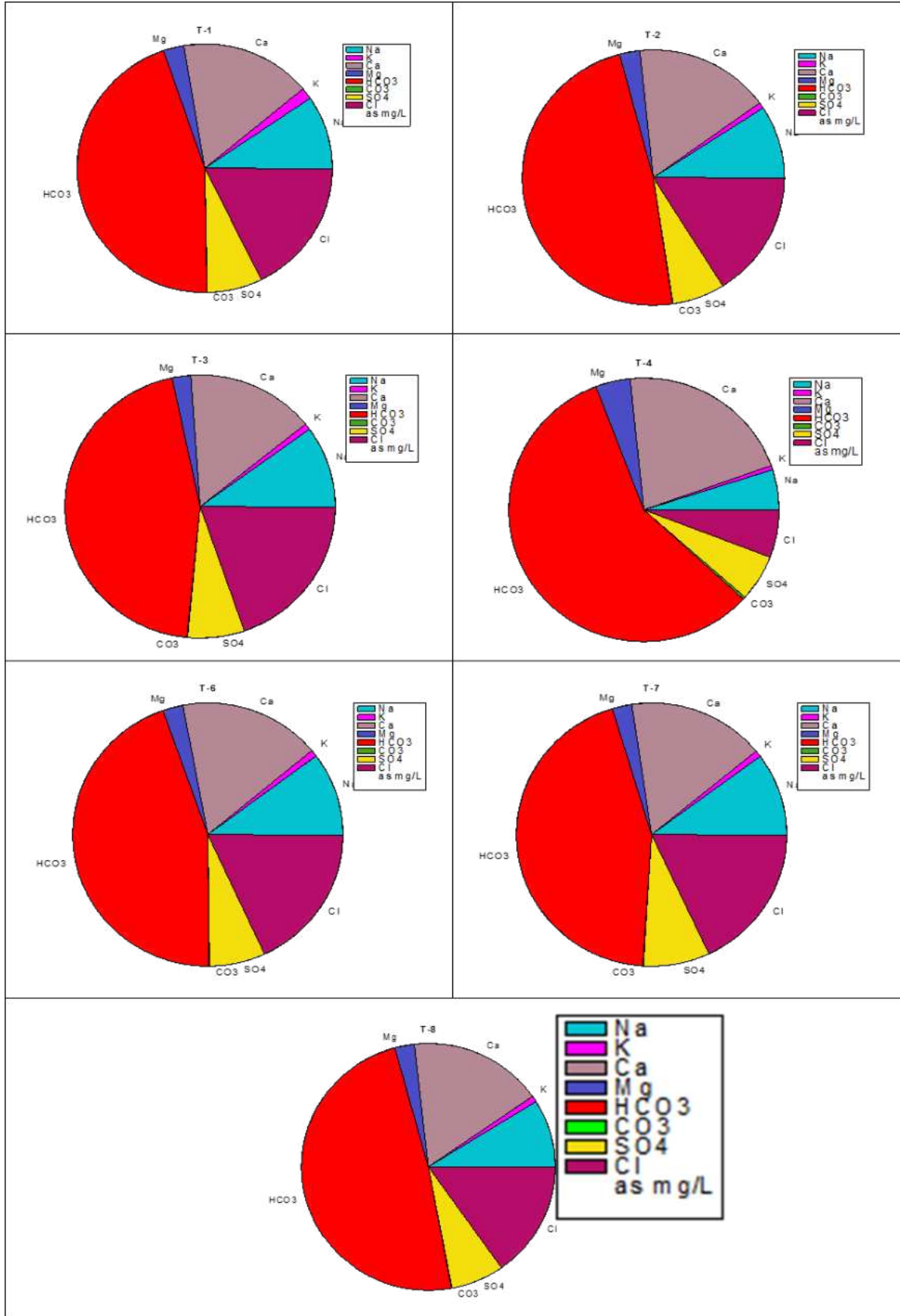
Tablo 5: Terme jeotermal alanı sularının majör iyon dizilimi, yerinde ölçüm ve su sınıfları

Majör İyon ve Yerinde Ölçüm Sonuçları

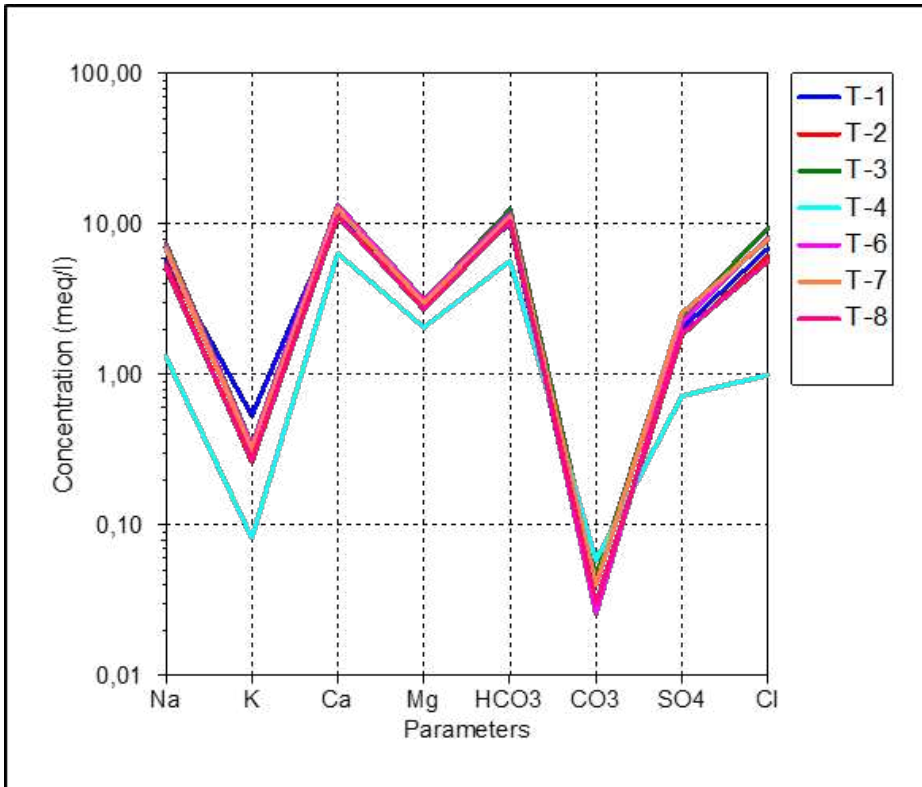
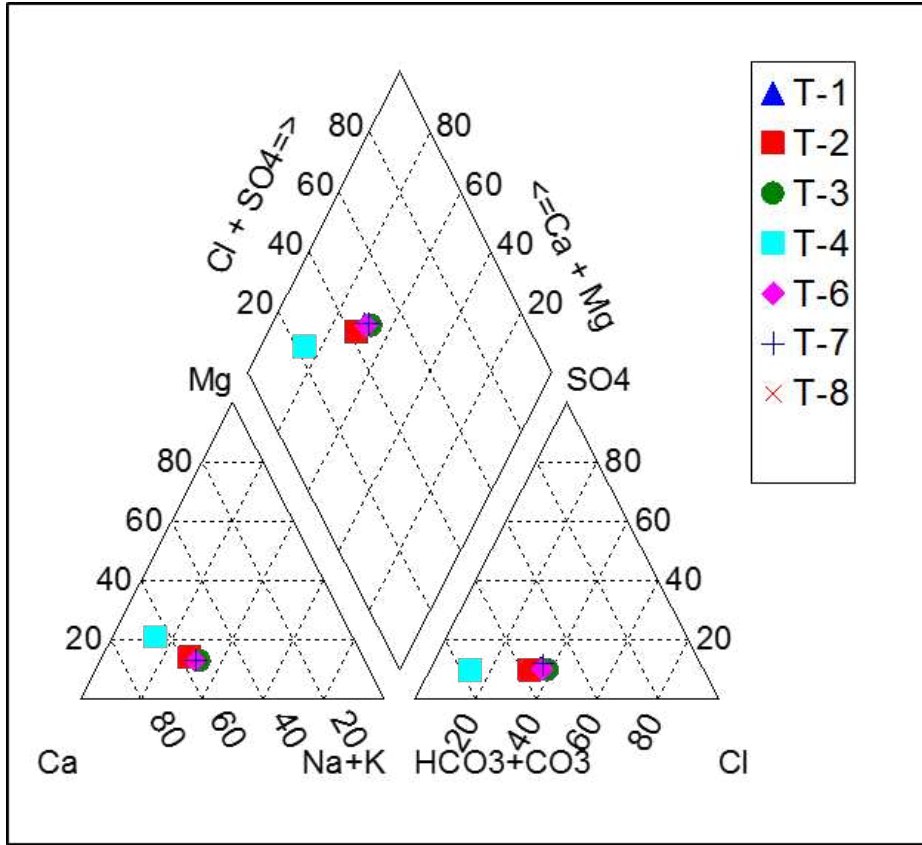
Simge	İlçe	Tanım	EC μS/cm	pH	T°C	Tuz	ÇO mg/l	TDS mg/l	Ca mg/l	Na mg/l	K mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg/l	CO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	SAR
T-1	Merkez	İl Özel İdare	1836	7,58	66,3	0,92	6,2	923	229,03	132,55	20,88	35,89	621,36	0,83	97,13	244,81	2,15
T-2	Merkez	T-3 (T-2 Yeni İsmi)	1709	7,76	51,1	0,85	6,3	845	224,11	124,54	10,27	33,64	647,34	0,86	87,58	216,87	2,05
T-3	Merkez	T-4 (T-3 Yeni İsmi)	2175	7,55	58,3	1,12	6,02	1105	259,55	170,92	13,28	37,42	763,5	1,36	115,57	334,53	2,62
T-4	Merkez	T-5 (T-4 Yeni İsim)	796	7,08	30,8	0,39	5,13	389	127,94	30,2	3,21	25	347,23	1,75	34,57	35,23	0,64
T-6	Merkez	T-9 (T-6 Yeni İsmi)	1992	7,52	56,4	1,02	5,98	1011	269,41	163,78	13,2	38,2	712,27	0,77	107,09	288,99	2,47
T-7	Merkez	T-10 (T-7 Yeni İsim)	2024	7,55	54,2	1,02	5,73	1015	253,57	158,22	12,32	36,28	684,6	1,2	123,27	279,55	2,46
T-8	Merkez	T-11 (Yeni İsmi T-8)	1645	7,94	56,3	0,83	6,07	828	224,46	117,46	10,53	32,77	638,99	0,9	89,63	200,21	1,94
İTASHY 2005			2500							200					250	250	

Majör İyon Dizilimi ve Su Sınıfı

İlçe	Örnek No	Katyon Dizilimi	Anyon Dizilimi	Su Sınıfı
Merkez	T-1	Ca>Na>Mg>K	HCO ₃ >Cl >SO ₄ >CO ₃	Ca-Na-HCO ₃ -Cl
Merkez	T-2	Ca>Na>Mg>K	HCO ₃ >Cl >SO ₄ >CO ₃	Ca-Na-HCO ₃ -Cl
Merkez	T-3	Ca>Na>Mg>K	HCO ₃ >Cl >SO ₄ >CO ₃	Ca-Na-HCO ₃ -Cl
Merkez	T-4	Ca>Na>Mg>K	HCO ₃ >Cl >SO ₄ >CO ₃	Ca-Mg-HCO ₃
Merkez	T-6	Ca>Na>Mg>K	HCO ₃ >Cl >SO ₄ >CO ₃	Ca-Na-HCO ₃ -Cl
Merkez	T-7	Ca>Na>Mg>K	HCO ₃ >Cl >SO ₄ >CO ₃	Ca-Na-HCO ₃ -Cl
Merkez	T-8	Ca>Na>Mg>K	HCO ₃ >Cl >SO ₄ >CO ₃	Ca-Na-HCO ₃ -Cl



Şekil 8: Pie Diyagramları



Şekil 9: Sırası ile Piper ve Schoeller diyagramları

1.4.4.1. Doymunluk İndisleri

(CO₃)₂, florit (CaF₂), jips (CaSO₄ + 2H₂O), halit (NaCl), kuvars (SiO₂) ve talk (3MgO₄SiO₂H₂O) mineralleri ele alınmıştır. Terme jeotermal suları aragonit, kalsit, dolomit, kuvars (T-1 ve T-2 hariç) ve talk (T-2 ve T-4 hariç) minerallerine doymundur. Anhidrit, kalsedon, florit, jips ve halit mineralleri ise doymunluk altındadır (Tablo 6). Bu durum Terme kuyularında suların kullanıldığı taşıyıcı sistemlerde kalsit, aragonit ve dolomit kabuklaşması görülebileceğini göstermektedir.

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 NO₃ 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 Terme kuyu sularının T-4 örneği dışında Florür (F) ve mangan (Mn) içeriklerinin sınır değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 6). Yüksek florür konsantrasyonları pH, yüksek sodyum ve düşük Ca konsantrasyonları ile ilişkilidir (Handa, 1975). Florapatit, plajiyoklaz, ortoklaz, biyotit, hornblend ve kuvars mineralleri granitlerde bulunan alkalın ortamda su-kaya etkileşimleri yoluyla yeraltı sularında florürün ana kaynakları olarak tanımlanmaktadır (Fantong vd., 2010; Yurteri ve Şimşek, 2017). Yeraltı sularında Mn artışı kaya-su etkileşiminden kaynaklanmaktadır. Yüksek Mn içeriği cevherleşmelerle de ilişkili olabilir.

Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi Projesi

Tablo 6: Terme jeotermal alanı sularının ağır metal ve doygunluk indisi değerleri

Doygunluk İndisi (SI) Değerleri

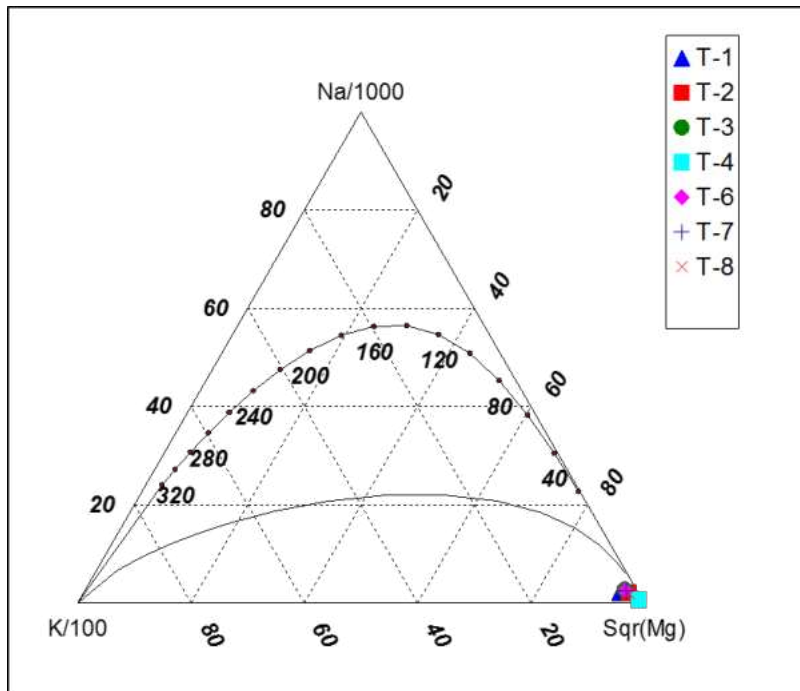
Kuyu Adı	Anhidrit	Aragonit	Kalsit	Kalsedon	Dolomit	Florit	Jips	Halit	Kuvars	Talk
T-1	-1,3117	1,4483	1,566	-0,3662	2,8225	-0,2435	-1,3913	-6,2094	-0,0502	4,6837
T-2	-1,5078	1,4589	1,5847	-1,415	2,8727	-0,2587	-1,4489	-6,2549	-1,0607	-0,4136
T-3	-1,31	1,4442	1,5664	-0,0399	2,8114	-0,1252	-1,3134	-5,9571	0,0152	3,5756
T-4	-2,1037	0,1524	0,292	-0,4104	0,2865	-0,9146	-1,9097	-7,58	0,0009	-3,4807
T-6	-1,3412	1,3866	1,5117	-0,2781	2,6931	-0,1076	-1,3287	-6,0335	0,0624	3,4877
T-7	-1,3151	1,3524	1,477	-0,2369	2,6292	-0,0636	-1,2822	-6,056	0,1093	3,4764
T-8	-1,4532	1,6655	1,7889	-0,3108	3,2747	-0,0575	-1,4384	-6,3245	0,03	5,7156

Ağır Metal İçerikleri

Kuyu Adı	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
T-1	0,008	0,034	0,631	<0,25	<0,005	<0,002	2,8	1,1	0,1	<0,002	0,067	<0,01	<0,0005	19,387	0,002	<0,27
T-2	<0,005	0,018	0,643	<0,25	<0,005	<0,002	2,38	0,742	0,093	<0,002	0,06	<0,01	<0,0005	<0,250	0,002	1,18
T-3	0,0019	0,03	0,837	<0,25	<0,005	<0,002	3,18	1,445	0,096	<0,002	0,079	<0,01	<0,0005	18,113	0,003	<0,27
T-4	<0,005	0,002	0,239	<0,25	<0,005	<0,002	0,98	0,024	0,026	<0,002	0,0002	<0,01	<0,0005	7,627	0,005	5,7
T-6	0,012	0,029	0,805	<0,25	0,035	<0,002	2,85	1,543	0,124	<0,002	0,085	<0,01	0,002	19,106	0,011	0,4
T-7	0,013	0,041	0,742	<0,25	<0,005	<0,002	2,99	1,501	0,116	<0,002	0,091	<0,01	<0,0005	20,024	0,003	<0,27
T-8	0,017	0,03	0,599	<0,25	<0,005	<0,002	3,18	1,426	0,096	<0,002	0,091	<0,01	<0,0005	18,113	0,003	<0,2
İTASHY 2005	0,20	0,01	1	0,01	2	0,05	1,5	0,2			0,05					50

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 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, Terme jeotermal alanından alınan sular su-kayaç dengesini kuramamış "ham sular" bölgesinde yer almaktadır (Şekil 10). Terme jeotermal alanında kalsedon ve kuvars jeotermometreleri ile hesaplanan maksimum rezervuar sıcaklığı 218 °C olarak hesaplanmıştır. Sadece bir adet kuyuda yüksek derece elde edilmiştir. Genel olarak Terme jeotermal alanında rezervuar sıcaklıkları 130 °C'nin üzerindedir (Tablo 7).



Şekil 10: Terme jeotermal akışkanının Na-K-Mg üçgeninde denge durumları

Tablo 7: Terme jeotermal sahasındaki akışkanda hesaplanan jeotermometre değerleri

Uygulanan Jeotermometreler		Hazne Sıcaklığı (°C)						
		T-1	T-2	T-3	T-4	T-6	T-7	T-8
SiO ₂ (Kalsedon)	Fournier, 1977	62,76	75,28	92,56	23,62	62,07	64,30	59,56
SiO ₂ (Kuvars)	Fournier, 1977	93,28	104,97	120,90	55,96	92,63	94,73	90,28
SiO ₂ (Kuvars buhar kyb)	Fournier, 1977	95,17	105,28	118,93	62,28	94,61	96,43	92,56
SiO ₂ (Kuvars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	69,19	79,74	94,09	35,34	68,60	70,49	66,47
SiO ₂ (Kuvars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	93,80	104,00	117,78	60,67	93,23	95,07	91,17
SiO ₂	Fournier, Potter, 1982	107,22	138,47	218,88	55,81	105,88	110,34	101,25

1.4.4.4. İzotop İçerikleri

Pasvanoğlu ve Gültekin (2012) yaptıkları araştırmada Terme termal sularının çevresel izotop analizlerini de incelenmişlerdir. Çevresel izotop sonuçları ile termal suların meteorik bir kökene sahip olduğu belirlenmiştir. İzotop içerikleri termal suların soğuk sulara kıyasla daha yüksek kotlardan beslendiğini göstermektedir.

1.4.5. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen Çalışmalar

Terme 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. Çiçekdağı-Bulamaçlı Jeotermal Alanı

Çiçekdağı Kırşehir ilinin yaklaşık olarak 70 km kuzeydoğusunda bulunmaktadır. Bulamaçlı jeotermal alanı Çiçekdağı doğusu ve Yozgat-Yerköy güneyinde Kötüdağ eteklerinde bulunmaktadır (Şekil 11, 12). Bulamaçlı jeotermal alanında iki adet doğal kaynak çıkışı ve iki adet jeotermal sondaj kuyusu bulunmaktadır (Tablo 8). Kaynak çıkışlarından bir tanesinde günümüzde akış mevcut değildir. Açılan

kuyulardan ÇB-2 kuyusu kullanılmamaktadır. Bulamaçlı Kaplıcası 2011 yılında 10 yıllığına Çiçekdağı Belediyesi'ne kiraya verilmiş olup belediye tarafından işletilmektedir.



Şekil 11: Bulamaçlı jeotermal alanı konumu



Şekil 12: Bulamaçlı jeotermal alanı kaynak ve kuyuların uydu görüntüsü üzerinde konumu

Tablo 8: Bulamaçlı jeotermal alanında kaynaklar ve açılan kuyular³

Kuyu Adı	Tarih	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/sn)
ÇB-1	2001	143	39.0	7-8
ÇB-2	2002	250	32.0	1.5
Kaynak Adı	Bulamaçlı Kaynak-1		38.4	~1
	Bulamaçlı Kaynak-2		45.2	~1

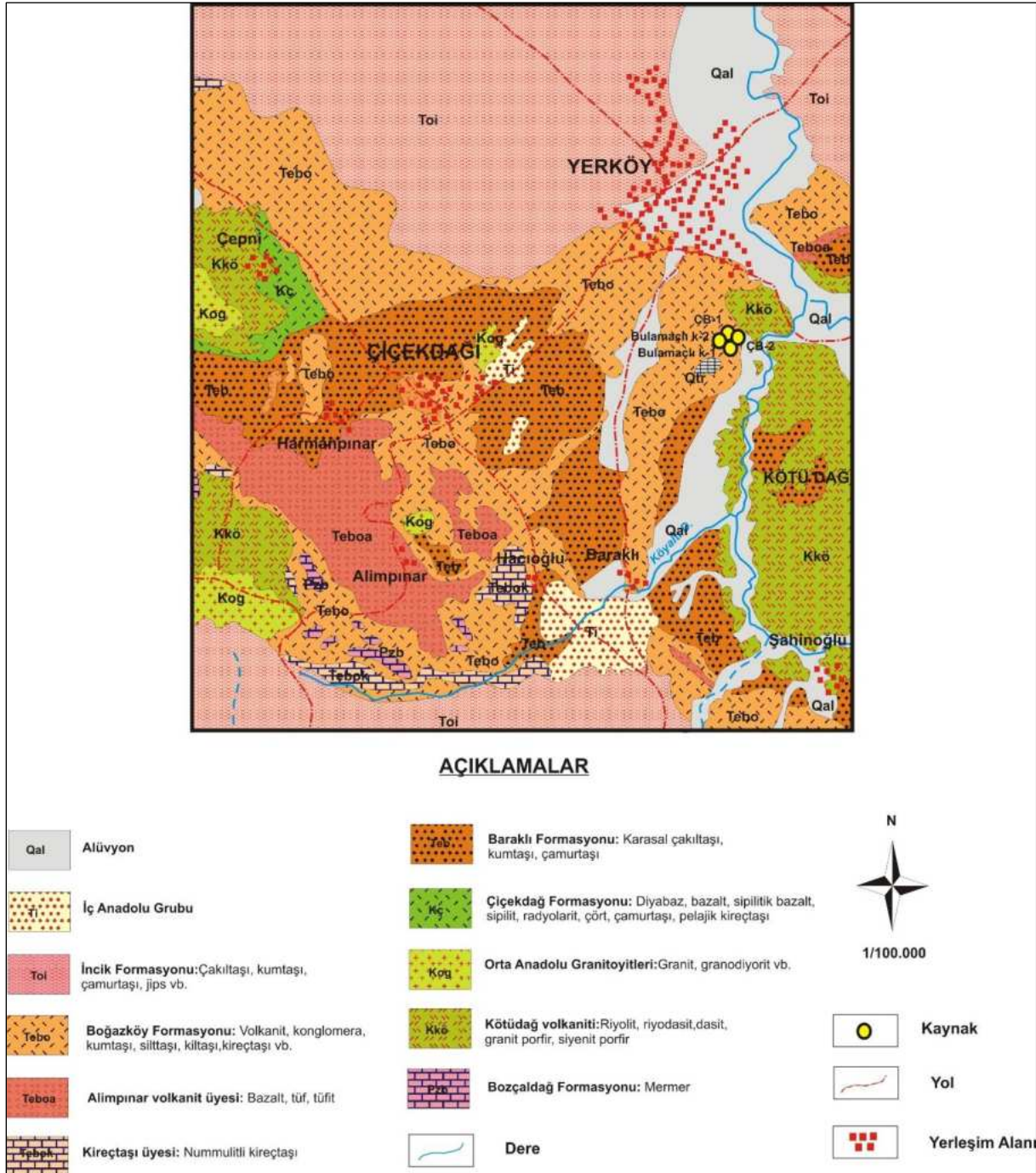
1.5.1. Jeolojik Özellikler

Bölgede yüzeyleyen en yaşlı birim Kırşehir masifine ait olan Paleozoyik yaşlı Bozçaldağ formasyonudur. *Bozçaldağ formasyonu (Pzb)* açık gri, beyaz, nadiren pembe renkli holokristalen mermerlerden oluşmaktadır (Dönmez vd., 2005b). Bölgede Kırşehir masifine ait olan birimleri tektonik olarak üzerleyen Üst Kretase yaşlı Çiçekdağı formasyonu Çiçekdağı ilçesinin batısında çok geniş alanlarda gözlenmektedir (Şekil 13). *Çiçekdağı formasyonu (Kç)* altta diyabaz dayakları, ortada bazalt, spilitik bazalt ve bunlarla ardalanarak radyolarit, çört, pelajik çamurtaşı, kireçtaşı, kumtaşı ve silttaşından oluşan volkano-tortul bir istiftir (Dönmez vd., 2005b). Orta Anadolu granitoyidi Çiçekdağı merkez, güney ve batıda küçük alanlarda yüzeylenmektedir. *Orta Anadolu granitoyitleri (Kog)* granit, granit-porfir, granodiyorit, granodiyorit porfir, kuvarsdiyorit ve kuvarsmonzonit birimlerinden oluşmaktadır. Kötüdağ volkaniti Çiçekdağı doğusunda Bulamaçlı kaplıcası doğusunda 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.

Çiçekdağı ve çevresinde geniş alanlarda Eosen yaşlı Baraklı formasyonu yüzeylenmektedir. *Baraklı formasyonu (Teb)* kumtaşı, çakıltaşı ve çamurtaşından oluşan karasal çökeltilerdir. Çiçekdağı ve çevresinde geniş alanlarda yüzeyleyen diğer bir Eosen birim ise Boğazköy formasyonudur. *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. Boğazköy formasyonu içerisinde çoğunlukla ara düzeyler halinde bulunan bazalt, tüf, tüfit ve volkanik elemanlı kumtaşlarından oluşan birim *Alımpınar volkanit üyesi (Teboa)* olarak ayırtlanmıştır. Bu birim Çiçekdağı güneyinde geniş alanlarda gözlenmektedir. Yerköy batısı ve Çiçekdağı güneyinde geniş alanlarda İncik formasyonu bulunmaktadır. Üst Eosen-Alt Miyosen yaşlı *İncik formasyonu (Toi)* karasal çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşmaktadır (Dönmez vd., 2005b). Baraklı köyü güneyinde İç Anadolu Grubu

³ (www.kirsehirthermal.com.tr/kirsehirde-jeotermal)

yüzelemektedir. 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.



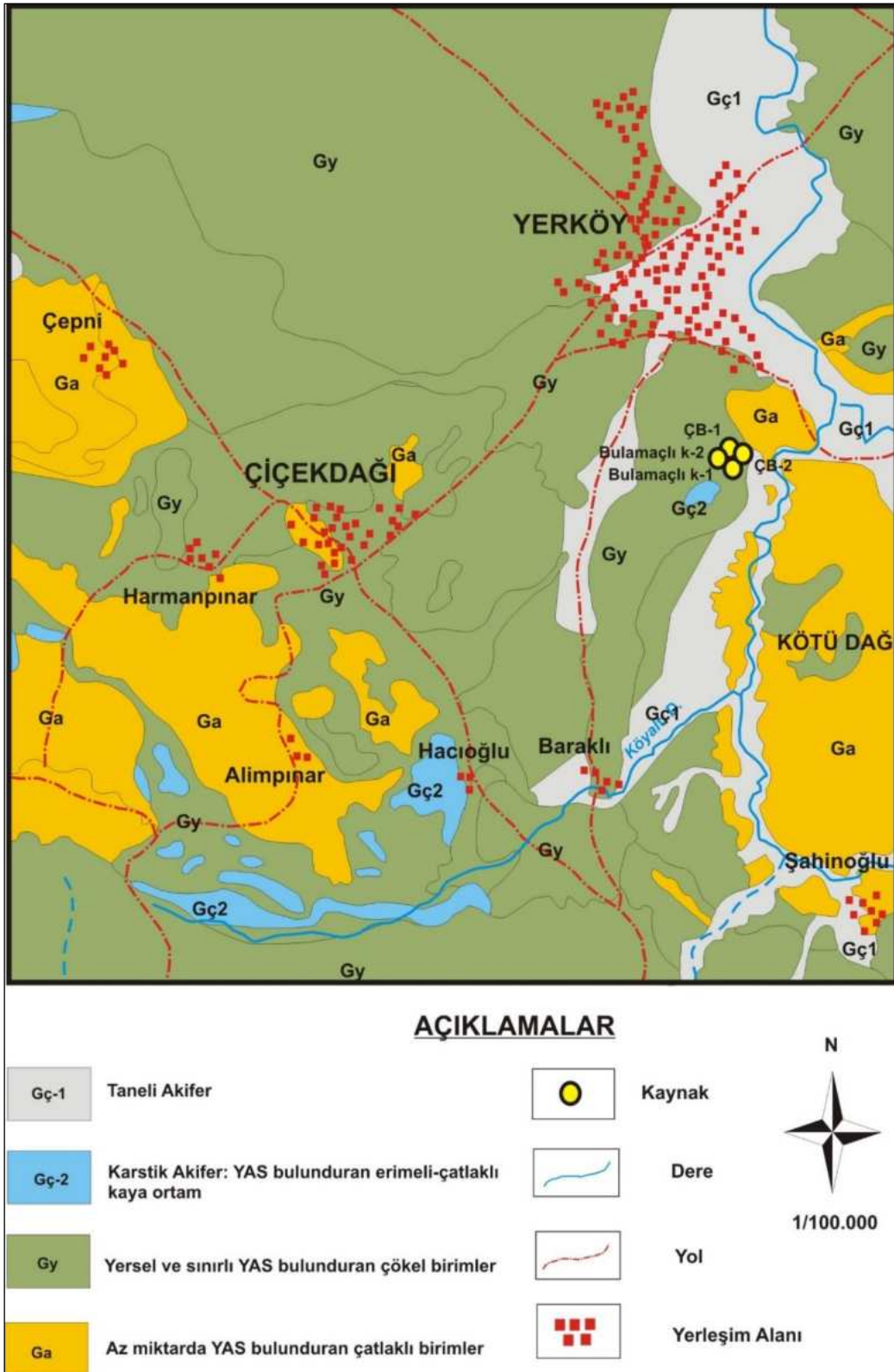
Şekil 13: Çiçekdağı-Bulamaçlı jeotermal alanı ve çevresi jeoloji haritası (Dönmez vd., 2005b).

1.5.2. 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 çakıltası seviyeleri kalınlıkları ve yayılımları oranında yeraltı sulyu bulundurabilmektedir. Ancak, bu formasyonlar içerisinde bu birimler ardalanmalı durumda çamurtaşı birimleri içerisinde bant ve mercekler şeklinde buldukları için yeraltı sulyu bulundurma olasılıkları düşüktür. Bu nedenle İç Anadolu grubu ile İncik, Baraklı ve Boğazköy formasyonları hidrojeoloji haritasında *“yersel ve sınırlı yeraltı sulyu bulunduran çökel birimler”* olarak adlandırılmıştır (Şekil 14). Volkanik kayalardan oluşan Çiçekdağ formasyonu, Kötüdağ volkaniti, Orta Anadolu granitoyitleri ve Alimpınar volkanit üyesi birimleri oluştukları litolojilerin sadece kırıklı-çatlaklı oldukları durumda sınırlı miktarda yeraltı sulyu bulundurma özelliklerinin olması nedeniyle *“az miktarda yeraltı sulyu bulunduran çatlaklı birimler”* olarak gruplandırılmıştır. Bozçaldağ formasyonu, kireçtaşı üyesi ve traverten birim karstik erime boşlukları ve kırık-çatlak sistemine bağlı olarak yeraltı sulyu bulundurabilmektedir. Bu birimler *“karstik akifer”* olarak adlandırılmıştır. Alüvyon ise gözenekli yapıları nedeniyle önemli miktarda yeraltı sulyu bulundurabilmektedir. Alüvyon *“taneli akifer”* olarak adlandırılmıştır.

1.5.3. Kavramsal Model

Kaplıca alanı ve çevresinde geniş alanlarda Kötüdağ volkaniti yüzeylemektedir. Genel olarak bölgede riyolit ve granitten oluşan bu kayaların kırık ve çatlaklarında Bulamaçlı jeotermal kaynakları boşalmaktadır. Debisi oldukça düşük olan bu kaynaklardan Bulamaçlı-2 kaynağının günümüzde akışı yoktur. Genel olarak geçirimsiz özelliğe sahip bu kayalarda bölgede gelişen aktif tektonikler eklem ve kırılma sistemlerinin gelişmesine ve çalışma alanındaki granitoidler gibi magmatik kayalara ikincil geçirgenliğin artmasına neden olmuştur. Meteorik kökenli vadoz sular derinlere süzülerek jeotermik gradyanla ısınmışlardır. Sıcak su derinde, granit ve riyolitin yarık ve çatlakları içinde depolanmıştır. Bu bölgede Kötüdağ volkanitlerinin riyolit ve granit seviyeleri derinde rezervuar kayacını oluşturmaktadır. Sıcak su, bu birime kadar ulaşan fay boyunca yükselerek yeryüzüne çıkmaktadır. Bölgede Eosen, Miyosen ve Pliyosen birimler jeotermal sistemin örtü kayacını oluşturmaktadır (Şekil 15).



Şekil 14: Çiçekdağı-Bulamaçlı jeotermal alanı ve çevresi hidrojeoloji haritası

Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi Projesi

Tablo 9: Çiçekdağı-Bulamaçlı jeotermal alanı sularının majör iyon, yerinde ölçüm, ağır metal, doygunluk indisi değerleri ve su sınıfı

Majör İyon ve Yerinde Ölçüm Sonuçları

Kuyu Adı	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
Bulaky-1	Çiçekdağ	Bulamaçlı kaynağı	7400	6,54	39,6	4,06	4,01	3970	257,52	1334,4	123,09	9,73	823,5	2,2	503,01	2333,28	22,21
ÇB-1	Çiçekdağ	İl Özel İdare-kuyu	7430	6,64	43,7	4,09	4,25	3990	286,8	1497,9	126,02	11,71	902,37	3,5	499,53	2337,91	23,57
İTASHY 2005			2500							200					250	250	

Ağır Metal İçerikleri

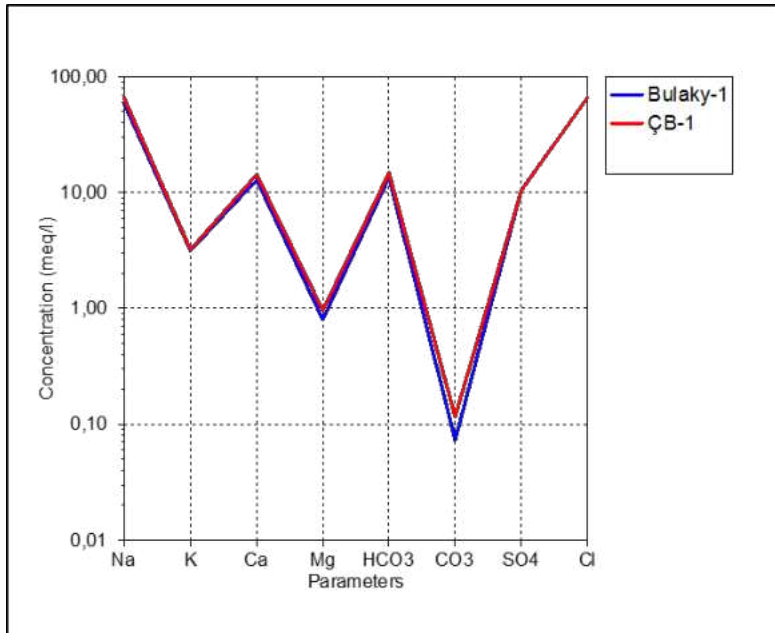
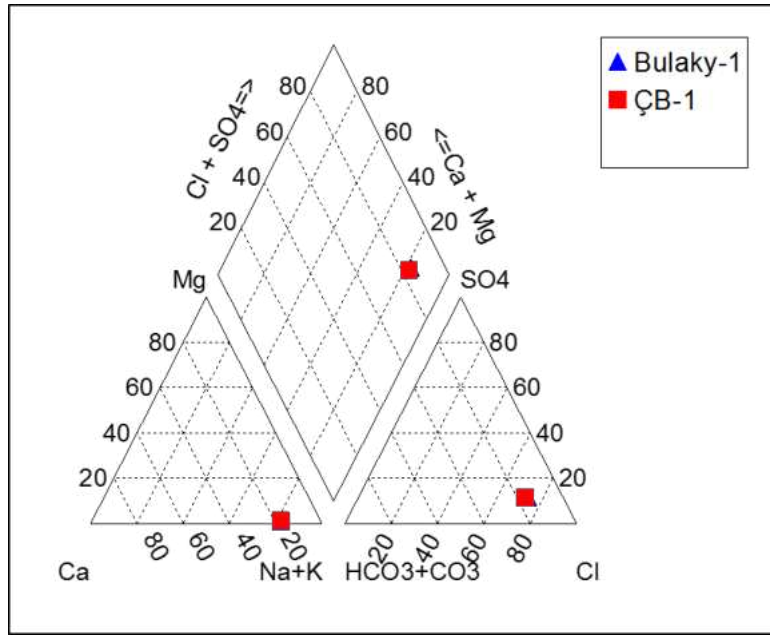
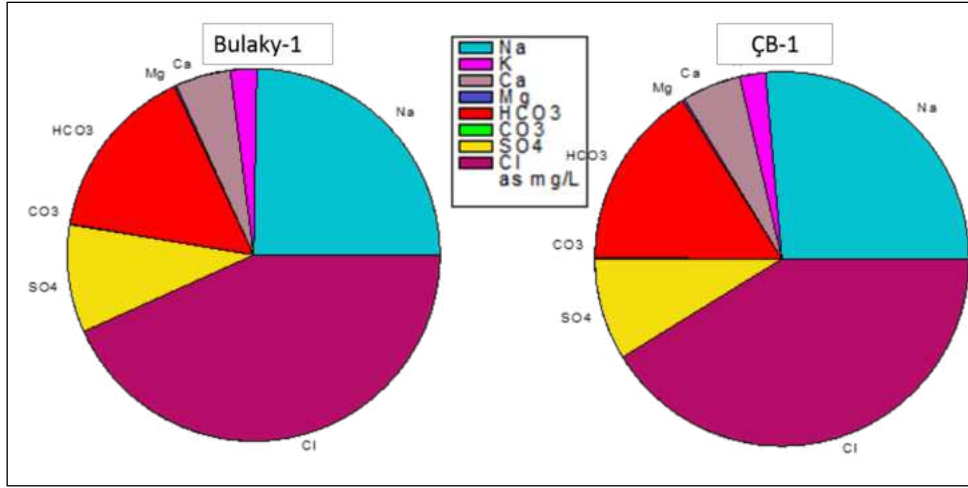
Kuyu Adı	Al mg/l	As mg/l	B mg/l	Br mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	F mg/l	Fe mg/l	Li mg/l	Ni mg/l	Mn mg/l	P mg/l	Pb mg/l	Si mg/l	Zn mg/l	NO ₃ mg/l
Bulaky-1	0,031	0,417	3,121	2,58	<0,005	<0,002	3,98	3,126	1,092	<0,002	1,187	<0,01	<0,0005	55,772	<0,002	<0,27
ÇB-1	0,015	0,168	3,708	2,57	<0,005	<0,002	3,95	2,86	1,179	<0,002	1,199	<0,001	<0,0005	43,424	<0,002	<0,27
İTASHY 2005	0,20	0,01	1	0,01	2	0,05	1,5	0,2			0,05					50

Doygunluk İndisi (SI) Değerleri

Kuyu Adı	Albit	Anhidrit	Aragonit	Kalsit	Kalsedon	Dolomit	Florit	Jips	Halit	Kuvars	Talk
Bulaky-1	-0,0507	-1,0474	0,0926	0,2255	0,3707	-0,5016	0,131	-0,9061	-4,2527	0,7564	-4,3239
ÇB-1	-0,4095	-1,0018	0,3225	0,4511	0,2199	0,0023	0,1186	-0,8885	-4,2148	0,5938	-3,534

Majör İyon Dizilimi ve Su Sınıfı

İlçe	Örnek No	Katyon dizilimi	Anyon dizilimi	Su sınıfı
Çiçekdağ	Bulaky-1	Na>Ca>K>Mg	Cl > HCO ₃ > SO ₄ >CO ₃	Na-Cl
Çiçekdağ	ÇB-1	Na>Ca>K>Mg	Cl > HCO ₃ > SO ₄ >CO ₃	Na-Cl



Şekil 16: Sırası ile Pie, Piper ve Schoeller diyagramları

1.5.4.1. Doğunluk İndisleri

Termal su örneklerinin doğunluk indisi değerleri AquaChem programının PHREEQC arayüzü ile hesaplanmıştır. Program ile suların anhidrit (CaSO_4), aragonit (CaCO_3), kalsit (CaCO_3), kalsedon (SiO_2), dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), florit (CaF_2), jips ($\text{CaSO}_4+2\text{H}_2\text{O}$), halit (NaCl), kuvars (SiO_2) ve talk ($3\text{MgO}_4\text{SiO}_2\text{H}_2\text{O}$) mineralleri ele alınmıştır. Bulamaçlı kaynak suları aragonit, kalsit, kalsedon, florit ve kuvars minerallerine doğun, anhidrit, dolomit, jips, halit ve talk mineralleri doğunluk altındadır. Bulamaçlı kuyusu da benzer doğunluk indisine sahiptir. Bu durum Bulamaçlı sıcak sularının kullanıldığı taşıyıcı sistemlerde kalsit, aragonit ve kuvars kabuklaşması görülebileceğini göstermektedir (Tablo 9).

1.5.4.2. Ağır Metaller

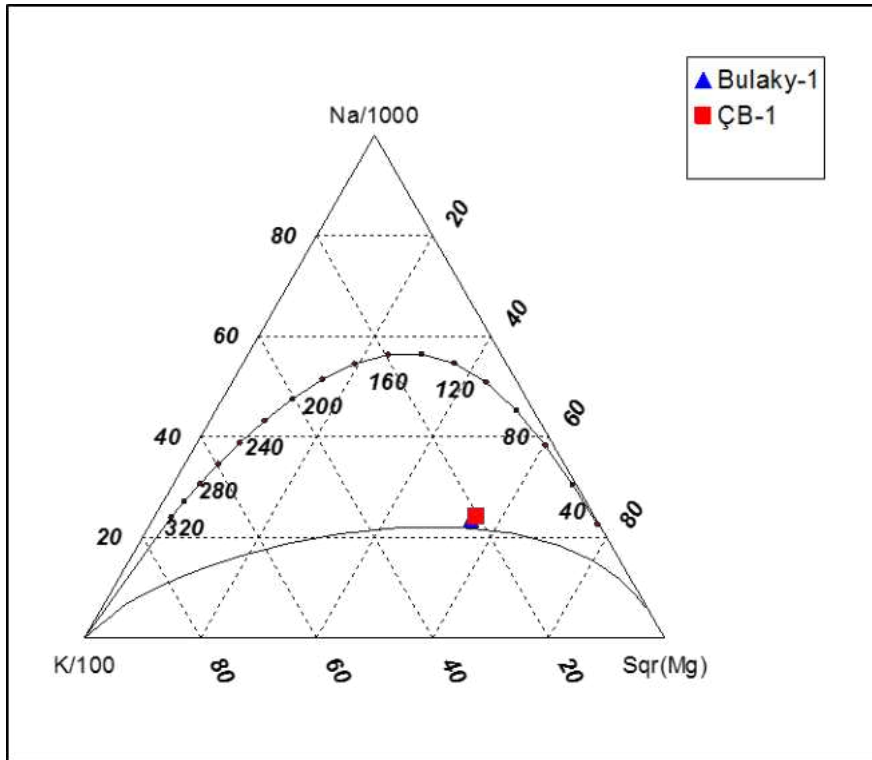
Proje kapsamında suların Al, As, B, Br, Cr, Cu, F, Fe, Li, Ni, Mn, P, Pb, Si, Zn ve NO_3 içeriklerinin analizleri de yapılmıştır. Termal sular kaplıcalarda kullanılması durumunda içme kürü olarak da değerlendirilmektedir. Bu suların içilmesi özellikle ağır metal içeriklerinin yüksek olması nedeniyle 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 Bulamaçlı kaynak ve kuyu sularının arsenik (As), bor (B), bromür (Br), florür (F), demir (Fe) ve mangan (Mn) değerleri yönetmelikte verilen sınır değerlerin oldukça üstündedir (Tablo 9). Kalkofil bir element olan arsenik, hidrotermal damarlarda Au, Ag, Cu, Ni, Co, Fe gibi elementlerle, Ni-Cu sülfid yataklarında, bazı uranyum damarlarında, bakırlı şeyl ve kumtaşlarında (Cu, V, U, Ag gibi elementlerle), fosfatlı kayalarda, oksitlerde gözlenmektedir. İnorganik arsenik doğal olarak bazı kaya, çökelti ve birçok mineral türünde bulunmaktadır. Yüksek florür konsantrasyonları pH, yüksek sodyum ve düşük Ca konsantrasyonları ile ilişkilidir (Handa, 1975). Floropatit, plajiyoklaz, ortoklaz, biyotit, hornblend ve kuvars mineralleri granitlerde bulunan alkalin ortamda su-kaya etkileşimleri yoluyla yeraltı sularında florürün ana kaynakları olarak tanımlanmaktadır (Fantong vd., 2010; Yurteri ve Şimşek, 2017). Bu nedenle Bulamaçlı kaynak ve kuyu sularının içilmesi sağlık açısından önemli problemlere neden olabilecektir.

Bulamaçlı jeotermal alanında reenjeksiyon kuyusu bulunmamaktadır. Suların kullanımdan sonra ortaya çıkan geri dönüşüm sularının doğal ortama deşarj edilmesi çevre açısından da önemli problemlere neden olabilecektir. Suların özellikle yüksek bor, demir ve arsenik içerikleri hem tatlı su kaynaklarının hem de toprağın kirlenmesine neden olabilecektir. Bu nedenle, kullanımdan dönen suların doğaya deşarj edilmemesi gerekmektedir.

1.5.4.3. Çözünürlük Jeotermometreleri

Jeotermal suların rezervuar sıcaklığının belirlenmesinde kullanılan en önemli yöntemlerden biri jeotermometrelerdir. Jeotermometre eşitliklerinde termal suyun rezervuar kayaç etkileşimi ile kazandığı kimyasal içerik kullanılmaktadır. Rezervuar sıcaklığının kaç derece olabileceğini belirlemek, termal suyun ekonomik olarak işletilmesi ve geliştirilmesi açısından oldukça önemlidir. Katyon, silis, gaz, izotop vb. bir çok jeotermometre türü olmasına karşın örnekleme, analizi ve değerlendirilmesi kolay olduğundan dolayı genellikle rezervuar sıcaklığının tahmininde katyon ve silis jeotermometreleri tercih edilmektedir (Doğdu, 2004). Su-kayaç etkileşimi dengesine bağlı olarak Giggenbach (1983, 1986) tarafından katyon ve silis jeotermometrelerin kullanılabilirliğinin tespiti için üçgen şekilli diyagram geliştirilmiştir.

Çiçekdağı-Bulamaçlı termal suları Giggenbach (1988) diyagramında “su-kayaç ilişkisinin kısmen dengede olduğu (karışım suları)” bölümünde yer almaktadır (Şekil 17). Çiçekdağı-Bulamaçlı jeotermal alanında silis jeotermometreleri ile 82.46-147.29°C arasında değişmektedir. Na/K katyon jeotermometreleri ile hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 164.59-225.94°C arasındadır (Tablo 10).



Şekil 17: Çiçekdağı-Bulamaçlı jeotermal akışkanının Na-K-Mg üçgeninde denge durumları

Tablo 10: Çiçekdağı-Bulamaçlı jeotermal sahasındaki akışkanda hesaplanan jeotermometre değerleri

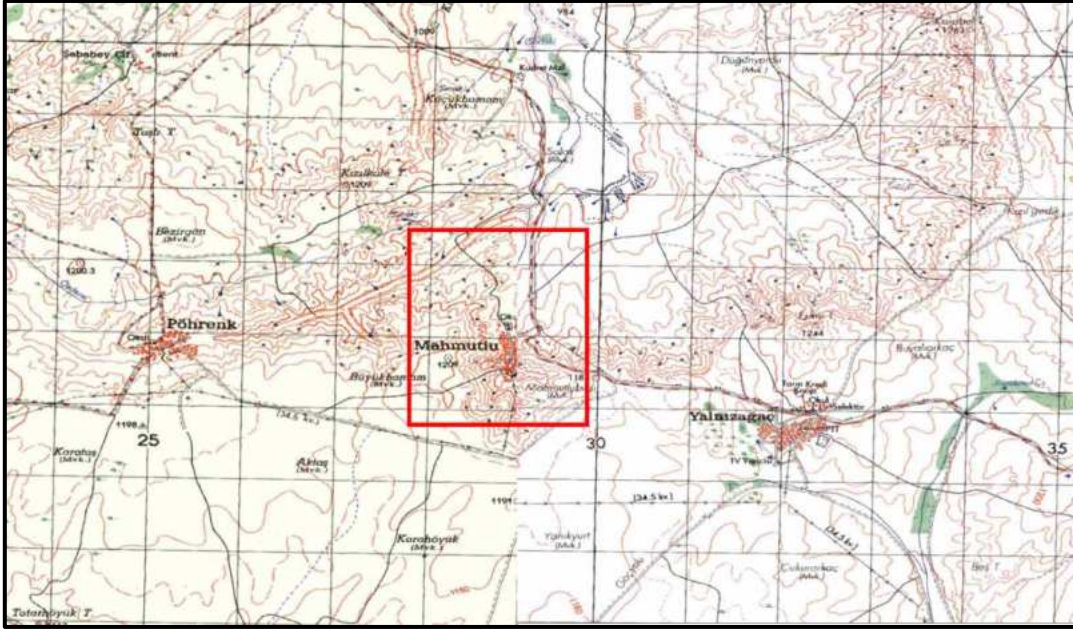
Uygulanan Jeotermometreler		Hazne Sıcaklığı (°C)	
		Bulaky-1	ÇB-1
SiO ₂ (α-Kristobalit)	Fournier 1977	96,76	82,46
SiO ₂ (Kalsedon)	Fournier 1977	121,74	105,97
SiO ₂ (Kuars)	Fournier 1977	147,29	133,11
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Fournier 1977	141,18	129,28
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	117,77	105,06
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	140,28	128,24
Na/K	Arnorsson vd. 1983	209,28	202,33
Na/K	Arnorsson vd. 1983	174,67	164,59
Na/K	Truesdell 1976	194,91	185,22
Na/K	Fournier 1979	210,16	202,60
Na/K	Giggenbach 1988	225,94	218,88
Na/K	Nieva ve Nieva 1987	197,10	189,71

1.5.5. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen Çalışmalar

Çiçekdağı-Bulamaçlı jeotermal alanında iki adet kuyu ve 1 adet kaynaktan termal su elde edilmektedir. Bir adet kaynak ise kurumuştur. Bir adet kuyunun ise debisi düşüktür ve kullanılmamaktadır. Bölgede yapılan jeolojik, jeofizik araştırma sonuçları ve kuyu logları temin edilmelidir. Elde edilen bu verilerin ışığında sahada yeniden yapılacak ayrıntılı jeoloji araştırmaları ve jeofizik ölçümler ile termal akışkanı yüzeye ulaştıran fay hattının konumu, boyutları vb. özellikleri tespit edilebilecektir. Yüzeysel jeolojisinde 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. Bu araştırmalar ile elde edilen verilerin ışığında yeni kuyu yeri önerilebilir. Ancak, mevcut durumda da bir adet kuyu kullanılmamaktadır. Bölgede yeni termal suların uygun kullanım alanları dikkate alınarak yeni kuyu açılması düşünülmelidir.

1.6. Çiçekdağı-Mahmutlu Jeotermal Alanı

Çiçekdağı-Mahmutlu köyü jeotermal alanı Kırşehir'in yaklaşık olarak 31 km kuzeydoğusunda bulunmaktadır (Şekil 18). Alanda Mahmutlu köyünün kuzeyinde yüzeye çıkan 3 adet doğal kaynak bulunmaktadır (Şekil 19). Debileri 1-5 l/sn arasında değişen bu kaynaklardan günümüzde Küçükhamam kaynağı akmamaktadır. Diğer kaynakların akışı ise mevsimsel olarak gerçekleşmektedir. Ayrıca, Mahmutlu jeotermal alanında 3 adet jeotermal kuyu bir adette reenjeksiyon kuyusu bulunmaktadır (Tablo 11). Kuyular artezyen olarak boşalmaktadır.



Şekil 18: Çiçekdağı-Mahmutlu jeotermal alanı konumu

Tablo 11: Mahmutlu jeotermal alanı kaynak ve kuyu bilgileri⁴

Kuyu Adı	Tarih	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/sn)	
ÇM-1	2005	311,2	73,2	40	Artezyen
ÇM-2	2006	1.149	76,5	80	Artezyen
ÇM-3 (Reenjeksiyon)	2011	220	65	50	
ÇM-4	2011	800	75	35	Artezyen
Büyükhamam kaynağı-1			63,0	~1,0	
Büyükhamam kaynağı-2			62,5	~5,0	
Küçükhamam kaynağı-3			61,5	1,5	

⁴ www.kirsehirtermal.com.tr/kirsehirde-jeotermal

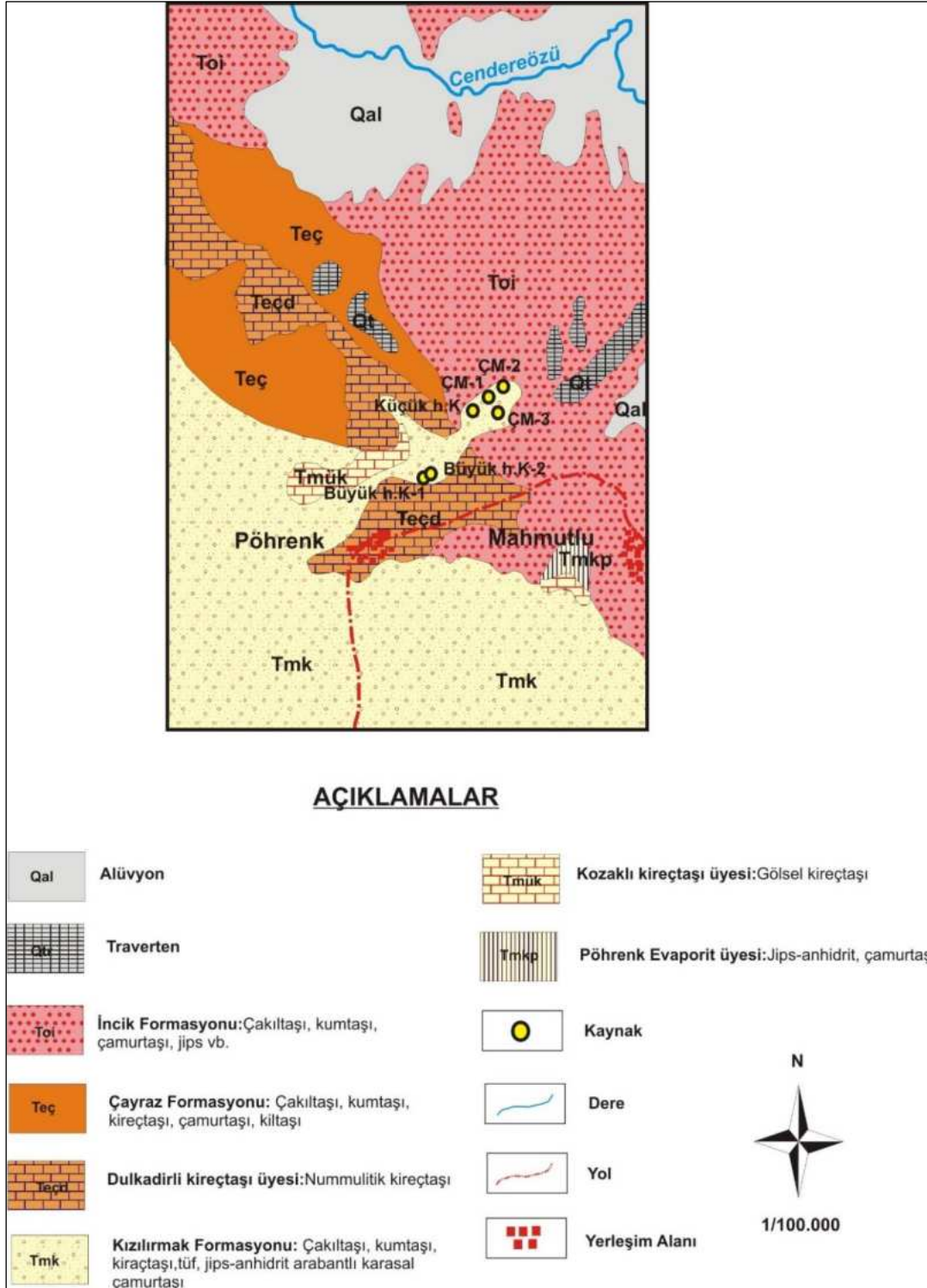


Şekil 19: Mahmutlu Jeotermal Alanı Kaynak Ve Kuyuların Uydu Görüntüsü Üzerinde Konumu

1.6.1. Jeolojik Özellikler

Bu bölgede MTA (Kara, 1991) yılında yapılmış rapor bulunmaktadır. Bu raporda bulunan jeolojik adlamalar uyum sağlanması açısından yan pafta olan MTA (2010) raporu ile eşleştirilerek verilmiştir. Mahmutlu köyü ve çevresinde Eosen'den Pliyosen'e kadar sedimanter kayalar yüzeylenmektedir. Eosen yaşlı Çayraz formasyonu Mahmutlu köyünün batı-kuzeybatısında gözlenmektedir. Çayraz formasyonu (Teç) çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltası, kireçtaşı, marn, aglomera ve bazaltdan oluşmaktadır (Şekil 20). Çayraz formasyonu Kara (1991) tarafından verilen Çevirme formasyonu ile eşdeğerdir. Çayraz formasyonunun üst seviyelerinde çamurtaşı-kiltası düzeyleri ile yanal ve düşey yönde geçişli olarak gözlenen kireçtaşı seviyeleri *Dulkadirli kireçtaşı üyesi (Teçd)* olarak ayırtlanmıştır. Mahmutlu köyü çevresi ve kuzeyinde geniş alanlarda İncik formasyonu yüzeylenmektedir. İncik formasyonu (Toi) karasal çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşmaktadır. İncik formasyonu bölgede Çayraz formasyonu üzerinde uyumlu olarak bulunmaktadır. İncik formasyonu üzerine uyumsuz olarak Kızılırmak formasyonu gelmektedir. Kızılırmak formasyonu İç Anadolu grubu ile eşdeğerdir. Kızılırmak formasyonu Mahmutlu köyü güneyinde geniş alanlarda yüzeylenmektedir. *Kızılırmak formasyonu (Tmk)* genellikle kızıl renkli çamurtaşlarından oluşmaktadır. Formasyonun kalınlığı yaklaşık olarak 150 m'dir (MTA, 2010). Kızılırmak formasyonu içinde yatay konumlu bant ve mercekler şeklinde bulunan kireçtaşları *Kozaklı kireçtaşı üyesi (Tmkk)* olarak adlandırılmıştır. Kızılırmak formasyonunun *Pöhrenk*

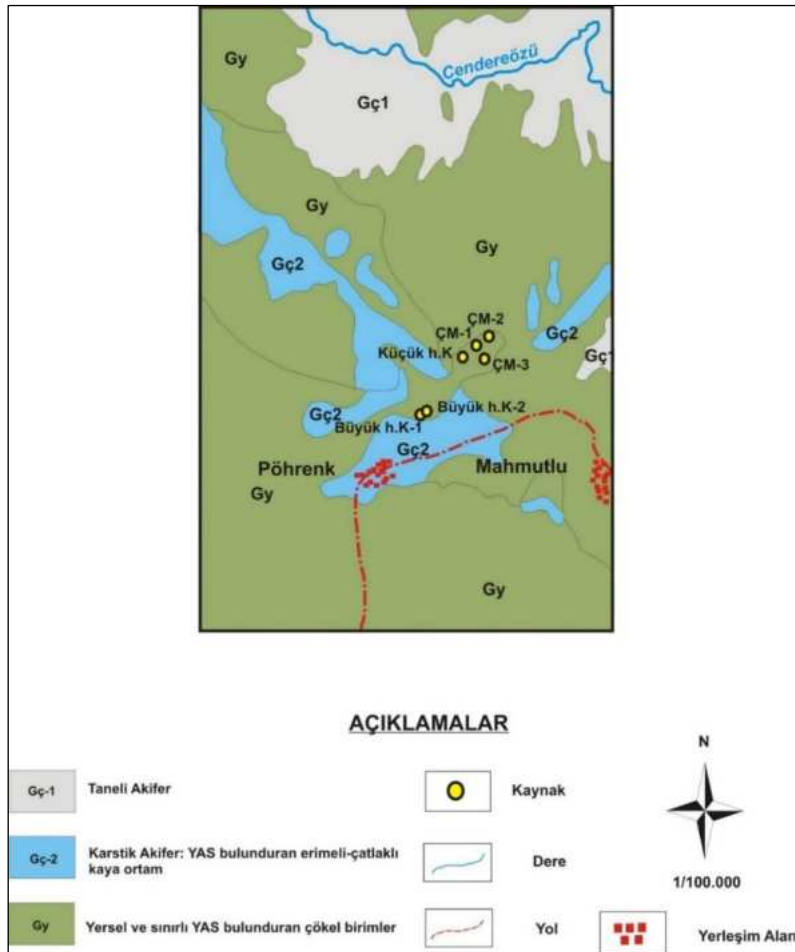
evaporit üyesi (Tmkp) killi jips ve anhidrit düzeylerinden oluşmaktadır. Pöhrenk evaporit üyesi Mahmutlu köyünde küçük alanlarda yüzeylenmektedir.



Şekil 20: Çiçekdağı-Mahmutlu jeotermal alanı ve çevresi jeoloji haritası (Kara, 1991; MTA, 2010)

1.6.2. Hidrojeolojik Özellikler

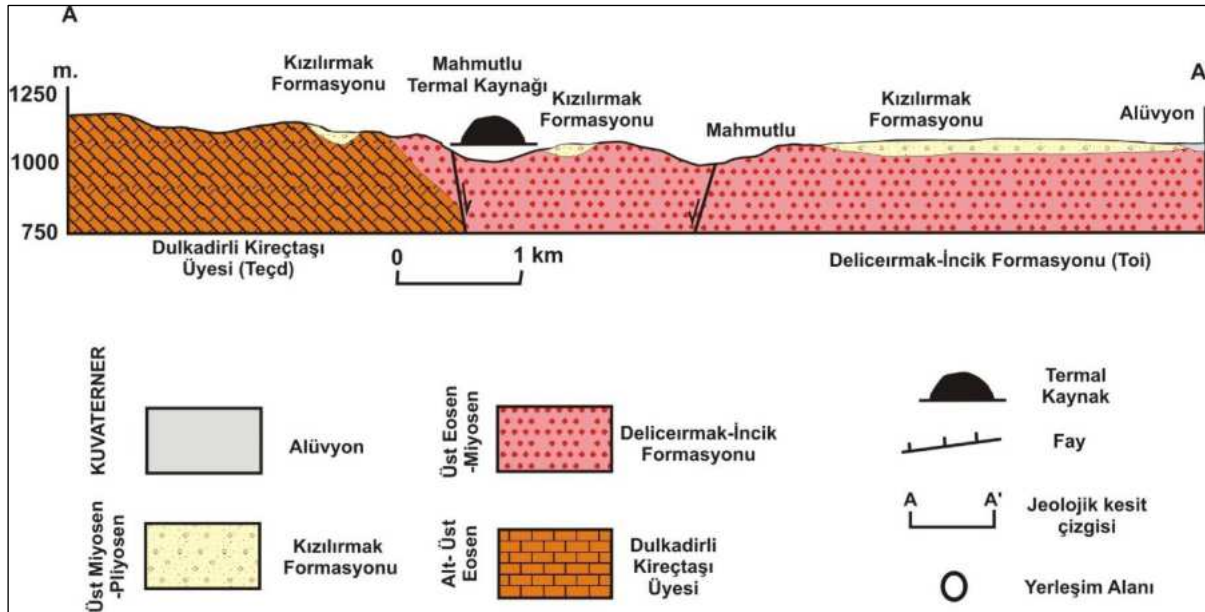
Benzer litolojilerden (çakıltaşı, kumtaşı, kiltası, çamurtaşı vb.) oluşan İncik, Çayraz ve Kızılırmak formasyonları benzer hidrojeolojik özellikler taşıdıkları için aynı hidrojeolojik birim içerisinde değerlendirilmiştir. Bu birimler içerisinde bulunan kumtaşı ve çakıltaşı seviyeleri kalınlıkları ve yayılımları oranında yeraltı sulyu bulundurabilmektedir. Ancak, bu formasyonlar içerisinde bu birimler ardalınamalı durumda çamurtaşı birimleri içerisinde bant ve mercekler şeklinde buldukları için yeraltı sulyu bulundurma olasılıkları düşüktür. Bu nedenle bu formasyonlar hidrojeoloji haritasında “*yersel ve sınırlı yeraltı sulyu bulunduran çökel birimler*” olarak adlandırılmıştır (Şekil 21). Kireçtaşları birbiriyle bağlantılı kırık çatlak sistemleri ve erime boşlukları vasıtasıyla önemli miktarda yeraltı sulyu bulundurabilmektedirler. Mahmutlu jeotermal alanı ve çevresinde gözlenen Dulkadirli ve Kozaklı kireçtaşı üyeleri hidrojeoloji haritasında “*karstik akifer*” olarak adlandırılmıştır.



Şekil 21: Çiçekdağı-Mahmutlu jeotermal alanı ve çevresi hidrojeoloji haritası

1.6.3. Kavramsal Model

Çalışma alanında Alpin orojenezinin Laramiyen fazı sırasında gözlenen deformasyon ile temelde bulunan masif kırılarak graben havzalarını oluşturan fay sistemleri gelişmiştir. Ünsal ve Afşin (1999) tarafından yapılan çalışmada tespit edilen bu faylardan biri Pöhrenk köyünden Mahmutlu köyüne doğrudur ve kuzeybatıya doğru eğimli olan diğer büyük fayı kesmektedir. Sıcak akışkan KD - GD uzanımlı kırık çizgisine bağlı olarak yüzeylenmektedir. Bölgede iki rezervuar kayaçtan bahsedilmektedir. Bunlardan biri bu bölgede temel kayacı oluşturan (Bal, 1987) gnays, şist ve mermerlerden oluşan Kervansaray formasyonu, diğer ise Çayraz formasyonunun Dulkadirli kireçtaşı üyesidir. Kervansaray formasyonuna kadar uzanan derin sondaj kuyusu bulunmamaktadır. Ancak, Kervansaray formasyonunun derin rezervuar olabileceği jeofizik çalışma sonuçlarından tahmin edilmiştir (Bal, 1987; Ünsal ve Afşin, 1999). Bölgede örtü kayacı İncik ve Kızılırmak formasyonları oluşturmaktadır (Şekil 22).



Şekil 22: Kavramsal model (Ünsal ve Afşin, 1999)

1.6.4. Hidrojeokimyasal Özellikler

Proje kapsamında Nisan-2019 ayında Çiçekdağı-Mahmutlu jeotermal alanında bulunan 3 adet kuyudan su örneği alınmıştır. Bu bölgeden alınan suların sıcaklıkları 73.1-78.3 °C, elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 6080-6330 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve pH değerleri 8.09-8.33 bazik karakterlidir (Tablo 12). Mahmutlu jeotermal alanında baskın katyon Na^+ olup 1016.44-1077.61 mg/l arasındadır. Na artışı granit ve şistlerdeki plajiyoklaz ve alkali feldispatlar gibi minerallerle kaya-su etkileşimi ile ilişkilidir (Ünsal ve

Afşin, 1999). Sodyumdan sonra gelen katyon kalsiyum (Ca^{+2}) olup 318.41-349.33 mg/l arasında değişmektedir.

Baskın anyonlar ise sülfat (SO_4^{-2}) ve klorür (Cl)'dür. Suların SO_4^{-2} içerikleri 1329.94-1438.1 mg/l ve Cl içerikleri 1360.97-1434.26 mg/l arasında değişmektedir (Tablo 12). Cl artışı ise bu bölgede gözlenen evaporitik birimler ile kaya-su etkileşimine bağlı olarak iyon değişimi ile gerçekleşmektedir. Yüksek SO_4 içerikleri Neojen sedimentler içerisindeki jips gibi minerallerin çözünmesi ile açıklanabilir. Schoeller yarı logaritmik diyagramında benzer kökenli, aynı hazneye ve beslenme alanına sahip sular benzer değişim gösterir. Mahmutlu kuyu sularının Schoeller diyagramında da benzer majör iyon içeriğine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 23). Piper diyagramında görüldüğü gibi Mahmutlu termal sularının su sınıfı Na-Ca-Cl- SO_4 'dır (Şekil 23). Tespit edilen majör iyon analiz sonuçları "*İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik*" (İTASHY, 2005)'teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeleri göre Mahmutlu jeotermal kuyu sularının EC, Na, SO_4 ve Cl değerlerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir.

1.6.4.1. Doymunluk İndisleri

Termal su örneklerinin doymunluk indisi değerleri AquaChem programının PHREEQC arayüzü ile hesaplanmıştır. Program ile suların anhidrit ($CaSO_4$), aragonit ($CaCO_3$), kalsit ($CaCO_3$), kalsedon (SiO_2), dolomit ($CaMg(CO_3)_2$), florit (CaF_2), jips ($CaSO_4 + 2H_2O$), halit (NaCl), kuvars (SiO_2) ve talk ($3MgO_4SiO_2H_2O$) mineralleri ele alınmıştır. Mahmutlu kaynak suları aragonit, kalsit, dolomit ve talk minerallerine doymun; anhidrit, kalsedon, jips ve halit mineralleri doymunluk altındadır. Kuvars minerali boşalım sıcaklığı olarak 73 °C civarında doymundur. Mahmutlu kuyu sularında aragonit, kalsit ve dolomit kabuklaşması görülebilecektir (Tablo 12).

1.6.4.2. 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 değerlendirmeleri göre Mahmutlu kuyu sularının bor (B), bromür (Br) ve demir (Fe) değerleri yönetmelikte verilen sınır değerlerin oldukça üstündedir (Tablo 12). Termal sulardaki bu ağır metal içerikleri kaya-su etkileşimi ile ilişkilidir. Mahmutlu jeotermal alanında reenjeksiyon kuyusu mevcuttur. Geri dönüşüm sularının reenjeksiyon kuyusu ile rezervuara geri deşarj edilmesi bu suların doğaya deşarjında oluşabilecek çevre problemlerinin önüne geçilmiş olunacaktır.

Tablo 12: Çiçekdağı-Mahmutlu jeotermal alanı sularının majör iyon, yerinde ölçüm, ağır metal, doygunluk indisi 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
ÇM-1	Çiçekdağ	İl Özel İdare-kuyu	6140	8,16	73,1	3,27	6	3200	349,33	1077,61	45,55	51,44	287,42	0,54	1381,53	1389,4	14,24
ÇM-2	Mahmutlu	İl Özel İdare-kuyu	6080	8,33	76,1	3,35	5,97	3250	339,58	1016,44	43,1	48,25	269,79	2,3	1329,94	1360,9	13,67
ÇM-4	Çiçekdağ	İl Özel İdare-kuyu	6330	8,09	78,3	3,47	5,8	3380	318,41	1020,67	40,06	46,11	275,42	2,06	1438,1	1434,2	14,15
İTASHY 2005			2500							200					250	250	

Ağır metal içerikleri

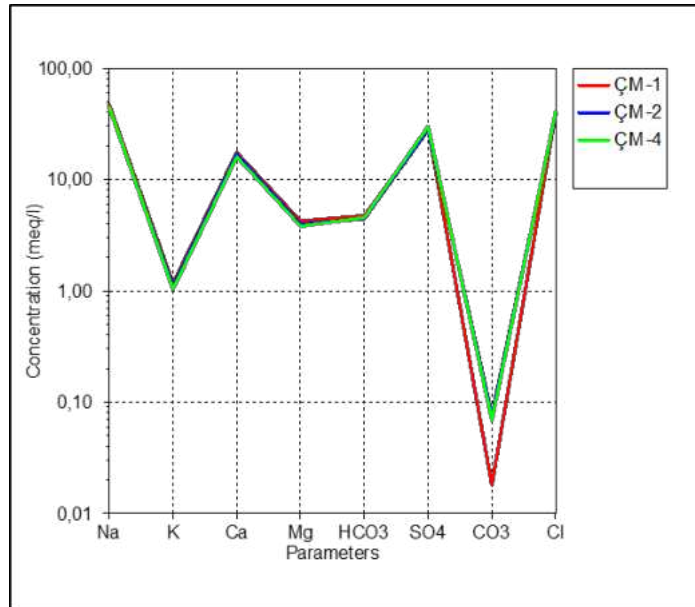
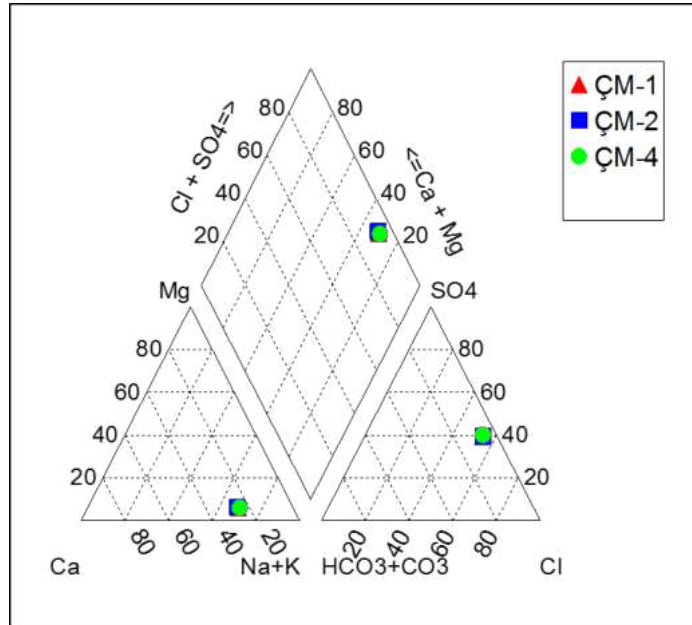
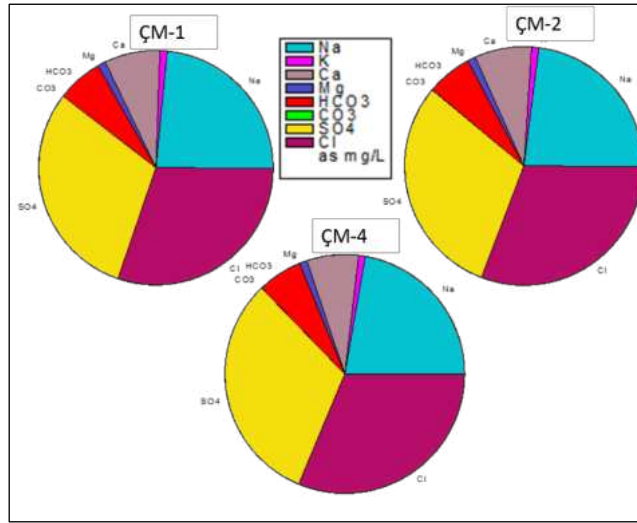
Simge	Al mg/l	As mg/l	B mg/l	Br mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	F mg/l	Fe mg/l	Li mg/l	Ni mg/l	Mn mg/l	P mg/l	Pb mg/l	Si mg/l	Zn mg/l	NO ₃ mg/l
ÇM-1	<0,005	0,073	1,166	1,31	<0,005	<0,002	3,98	<0,002	0,401	<0,002	0,045	0,017	<0,0005	30,646	<0,002	<0,27
ÇM-2	0,012	0,13	1,089	1,33	<0,005	<0,002	4,1	0,489	0,369	<0,002	0,009	0,027	<0,0005	27,406	0,043	<0,27
ÇM-4	0,009	0,109	1,007	1,37	<0,005	<0,002	4,03	1,384	0,331	<0,002	0,051	<0,001	<0,0005	25,967	<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	Jips	Halit	Kuvars	Talk
ÇM-1	-2,1873	-0,2285	1,5639	1,6778	-0,2508	2,866	-0,1026	-0,3797	-4,6464	0,0492	8,8459
ÇM-2	-2,8815	-0,2084	1,6719	1,7827	-0,3466	3,0341	-0,1005	-0,3922	-4,6845	-0,0535	9,7283
ÇM-4	-3,1082	-0,1756	1,5082	1,6195	-0,3647	2,6814	-0,1602	-0,3819	-4,667	-0,0765	8,3266

Majör iyon dizilimi ve su sınıfı

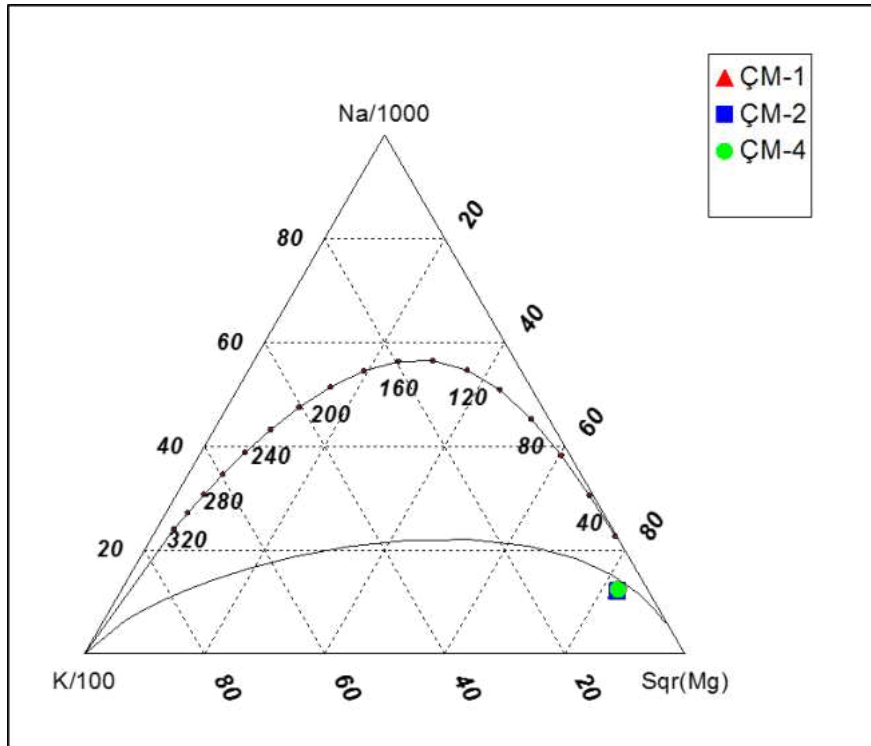
İlçe	Örnek no	Katyon dizilimi	Anyon dizilimi	Su sınıfı
Çiçekdağ	ÇM-1	Na>Ca>Mg>K	Cl > SO ₄ > HCO ₃ > CO ₃	Na-Ca-Cl-SO ₄
Mahmutlu	ÇM-2	Na>Ca>Mg>K	Cl > SO ₄ > HCO ₃ > CO ₃	Na-Ca-Cl-SO ₄
Çiçekdağ	ÇM-4	Na>Ca>Mg>K	Cl > SO ₄ > HCO ₃ > CO ₃	Na-Ca-Cl-SO ₄



Şekil 23: Sırası İle Pie, Piper ve Schoeller diyagramları

1.6.4.3. 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. Mahmutlu termal suları Giggenbach diyagramında su-kayaç ilişkisinin dengede olmadığı “ham sular” ve “su-kayaç ilişkisinin kısmen dengede olduğu (karışmış sular)” bölümünde yer almaktadır (Şekil 24). Bu nedenle katyon ve silis jeotermometrelerinin her ikisi de hesaplanmıştır. Çiçekdağı-Mahmutlu jeotermal alanında silis jeotermometrelerine göre hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 56.30-181.16 °C arasında, katyon (Na/K) jeotermometrelerine göre hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 95.77-171.99 °C arasında değişmektedir (Tablo 13).



Şekil 24: Çiçekdağı-Mahmutlu jeotermal akışkanının Na-K-Mg üçgeninde denge durumları

Tablo 13: Çiçekdağı-Mahmutlu jeotermal sahasındaki akışkanda hesaplanan jeotermometre değerleri

Uygulanan Jeotermometreler		Hazne Sıcaklığı (°C)		
		ÇM-1	ÇM-2	ÇM-3
SiO ₂ (Kalsedon)	Fournier 1977	64,30	58,86	56,30
SiO ₂ (Kuars)	Fournier 1977	86,00	80,04	77,23
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Fournier 1977	114,88	109,38	106,78
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	113,79	109,08	106,84
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	88,67	83,72	81,37
SiO ₂	Fournier, Potter, 1982	112,59	107,83	105,58
Na/K	Arnorsson vd. 1983	156,08	156,27	151,62
Na/K	Arnorsson vd. 1983	101,49	101,74	95,77
Na/K	Truesdell 1976	123,81	124,05	118,16
Na/K	Fournier 1979	152,83	153,03	148,08
Na/K	Giggenbach 1988	171,80	171,99	167,26
Na/K	Nieva ve Nieva 1987	141,06	141,26	136,42

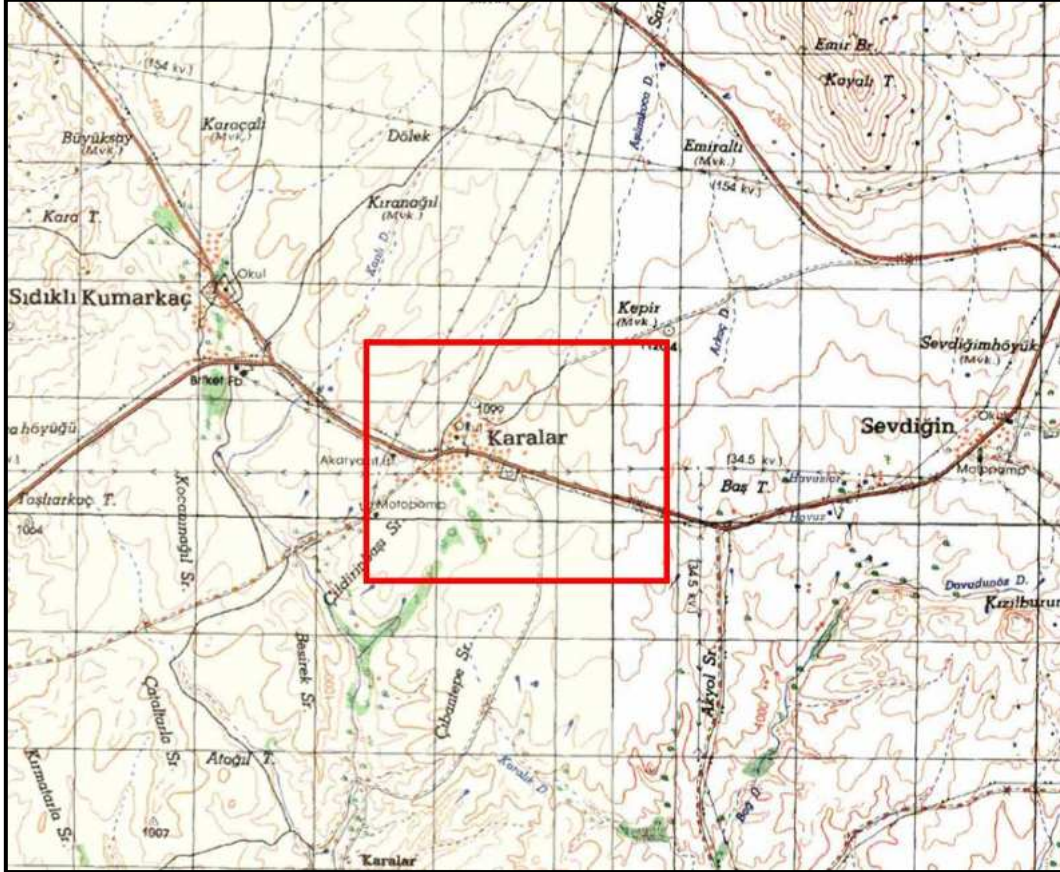
1.6.5. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen alışmalar

Çiçekdağı-Mahmutlu jeotermal alanında sıcaklıkları ve debileri oldukça yüksek üç adet kuyu bulunmaktadır. Bu jeotermal alanın önemli bir potansiyele sahip olduğunun göstermektedir. Bölgede bulunan kuyunun sahada ne tür çalışma yapılarak kuyu açılması kararının verildiği, kuyu derinliği, kuyuda kesilen birimler gibi bilgilerin bulunmaması nedeniyle saha ile ilgili belirsizlikler oldukça fazladır. Bu nedenle sahada ulaşılabilecek potansiyeli belirlemeye yönelik olarak jeofizik-rezistivite (DES) ve MT yönteminin uygulanmasıyla elde edilecek bulguların değerlendirilmesi, hem jeotermal aktiviteyi yansıtan anomali zonlarının saptanması, hem de yeni kuyuların yer seçiminde önemli bilgiler sağlayacaktır. 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. Bölgede 1 adet reenjeksiyon kuyusu bulunmaktadır. Termal kuyu sayısının artırılması durumunda reenjeksiyon kuyu sayısının artırılması rezervuarın sürdürülebilir kullanımı için oldukça önemlidir.

1.7. Karakurt Jeotermal Alanı

Karakurt jeotermal alanı Kırşehir'in 19 km batısında bulunmaktadır (Şekil 25). MTA (2005) tarafından yapılan raporda bu alanda sıcaklıkları 31-50 °C ve debileri 0,15-3 l/sn arasında değişen üç adet kaynaktan bahsedilmektedir. Karakurt jeotermal alanında ilk sondaj kuyusu 1994 yılında açılmıştır. Günümüzde bölgede 4 adet jeotermal kuyu bulunmaktadır (Tablo 14; Şekil 26). Bu kuyulardan

Jeotermal Isıtma Merkezi (Özel İdare ve Belediye ortaklığında 2011-2012 yılında yapıldı) ve Jeotermalle sebze-meyve kurutma tesisi (Özel İdare ve Belediye ortaklığında) için faydalanılmaktadır. Jeotermal seracılık işi ile ilgili ihale işlemleri devam etmektedir. (www.kirsehirtermal.com.tr/kirsehirde-jeotermal).

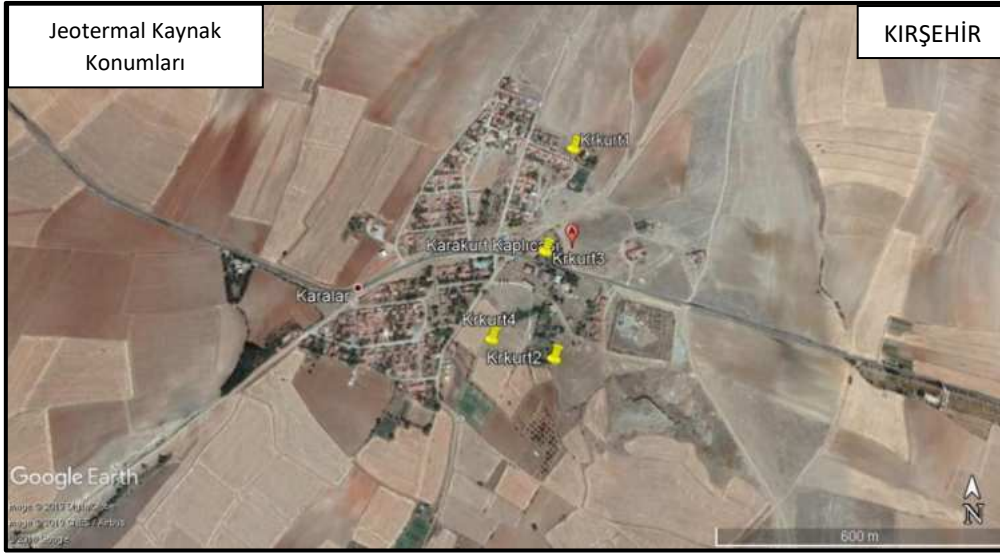


Şekil 25:Karakurt jeotermal alanı konumu

Tablo 14: Karakurt jeotermal alanında açılan kuyular⁵

Kuyu Adı	Tarih	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi(l/sn)
Karakurt-1 (S)	1994	147,65	52,0	12
Karakurt-2	2010	336	57,8	73
Karakurt-3	2011	151	48,6	68
Karakurt-4	2011	450	46,1	6,7

⁵ (www.kirsehirtermal.com.tr/kirsehirde-jeotermal)

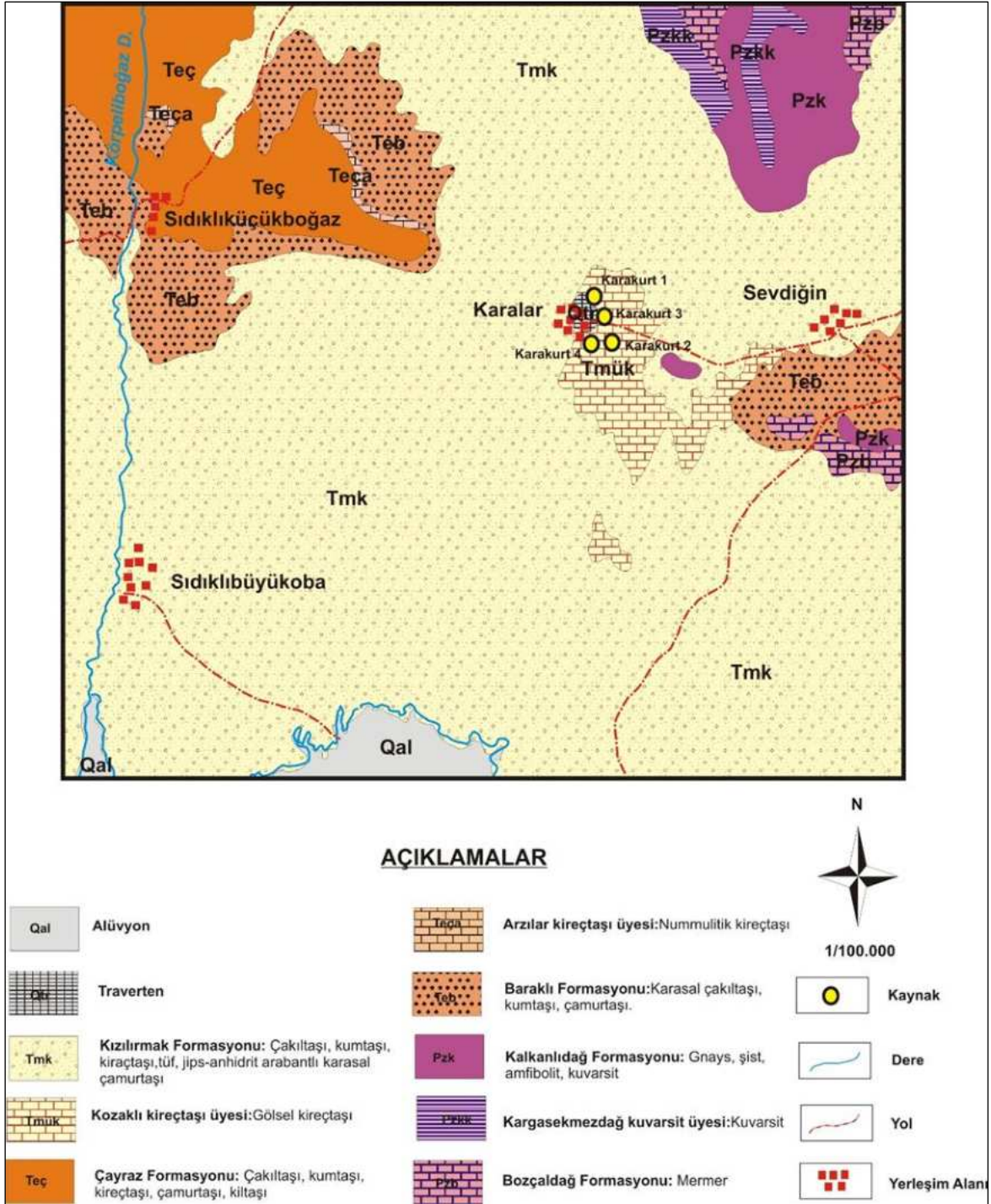


Şekil 26: Karakurt jeotermal alanı kuyuların uydu görüntüsü üzerinde konumu

1.7.1. Jeolojik Özellikler

Karakurt jeotermal alanının doğusunda bulunan Sevdğin köyü kuzeyi ve güneyinde Kırşehir masifine ait Paleozoyik yaşlı Kalkanlıdağ formasyonu, Kargasekmezdağ kuvarsit üyesi Bozçaldağ formasyonu bulunmaktadır (Şekil 27). *Kalkanlıdağ formasyonu (Pzk)* çoğunlukla gnays, az oranda şist, kuvarsit ve amfibolitten oluşmaktadır (Kara, 1991). Bu birim Kalkanlıdağ gnaysları ve Gümüşler formasyonu ile eşdeğerdir. Kalkanlıdağ formasyonu içinde ara düzeyler şeklinde yüzeyleyen kuvarsitler *Kargasekmezdağ kuvarsit üyesi (Pzkk)* olarak adlandırılmıştır. *Bozçaldağ formasyonu (Pzb)* mermerlerden oluşmaktadır. Mermerler ince çört ve amfibolit-amfibolitşist ara düzeyleri içermektedir. Masife ait olan bu metamorfikler, Üst Paleosen – Alt Eosen'e ait kırmızı renkli konglomera, kumtaşı ve çamurtaşından oluşan *Baraklı formasyonu (Teb)* tarafından uyumsuzlukla örtülür.

Bu birimin de üzerinde yaklaşık 30 m kalınlığında Lütesiyan yaşlı gri renkli, fosilli kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı aralanmasından oluşan *Çayraz formasyonu (Teç)* bulunur. Çayraz formasyonu önceki çalışmalarda verilen Meşeköy formasyonu ile eşdeğerdir. Çayraz formasyonu içinde bol nummulitli, mercanlı, gastropodlu, kumlu-siltli kireçtaşı ve masif kireçtaşlarından oluşan birim *Arzılar kireçtaşı üyesi (Teça)* olarak adlandırılmıştır. En üstte ise Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı kırmızımsı-pembe renkli, kahverengi konglomera, kumtaşı, kumlu kil ve çamurtaşı ile sarımsı-beyaz renkli gösel kireçtaşından oluşan *Kızılırmak formasyonu (Tmk)* yer alır (Şekil 27). Kızılırmak formasyonu içinde yatay konumlu bant ve mercekler şeklinde yeralan, beyaz, bej renkli, masif, kırıntılı, boşluklu kireçtaşı düzeyleri *Kozaklı kireçtaşı üyesi (Tkk)* olarak adlandırılmaktadır. Kozaklı kireçtaşı üyesi Karakurt kaplıcası çevresinde gözlenmektedir. Karakurt merkezde küçük bir alanda sıcak sulara bağlı olarak çökelen *traverten (Qtr)* birimi gözlenmektedir.

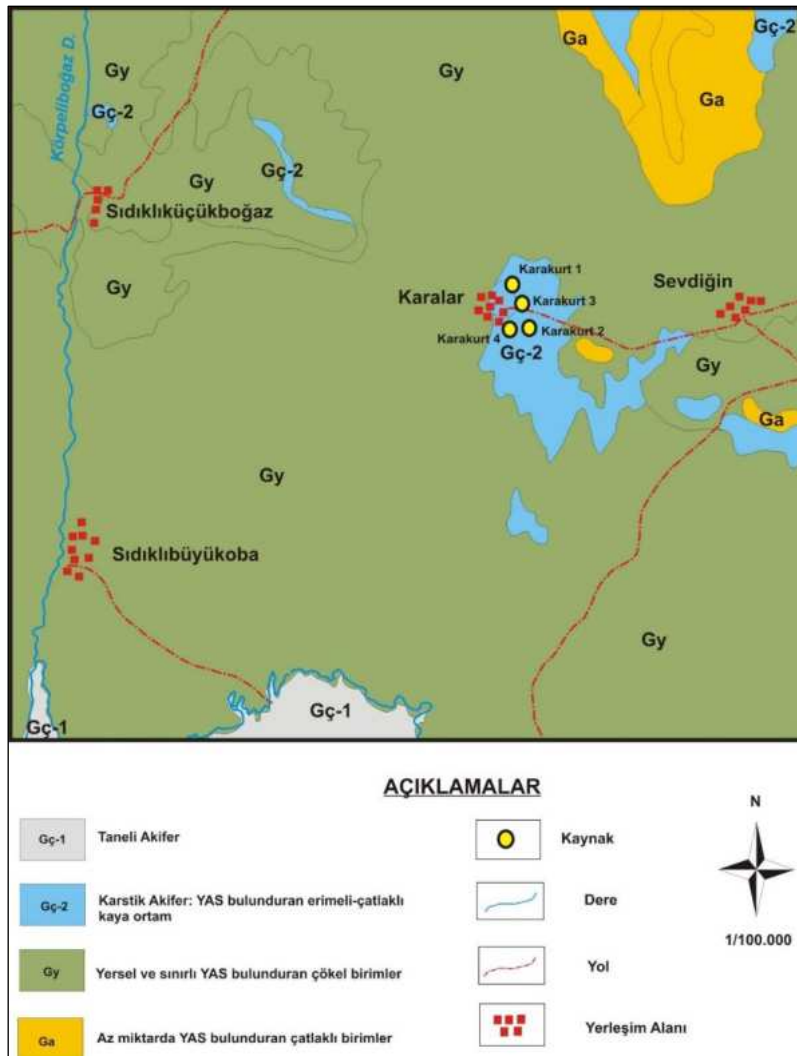


Şekil 27: Karakurt jeotermal alanı ve çevresi jeolojisi haritası (Kara ve Dönmez, 1990; Kara, 1991)

1.7.2. Hidrojeolojik Özellikler

Bölgede bulunan Bozçaldağ kireçtaşı, Kozaklı kireçtaşı üyesi, Arzılar kireçtaşı üyesi ve traverten birim hidrojeoloji haritasında "karstik akifer" olarak adlandırılmıştır (Şekil 28). Kireçtaşı ve mermerler kırıklı-çatlaklı yapıları ve birbirini kesen kırık çatlak sistemine bağlı olarak önemli miktarda yeraltı sulu içerebilmektedir. Benzer litolojilerden (çakıltaşı, kumtaşı, kiltası, çamurtaşı vb.) oluşan Kızılırmak,

Baraklı ve Çayraz formasyonları benzer hidrojeolojik özellikler taşıdıkları için aynı hidrojeolojik birim içerisinde değerlendirilmiştir. Bu birimler içerisinde bulunan kumtaşı ve çakıltası seviyeleri kalınlıkları ve yayılımları oranında yeraltı sulyu bulundurabilmektedir. Ancak, bu formasyonlar içerisinde bu birimler ardalanmalı durumda çamurtaşı birimleri içerisinde bant ve mercekler şeklinde buldukları için yeraltı sulyu bulundurma olasılıkları düşüktür. Bu nedenle bu formasyonlar hidrojeoloji haritasında “yersel ve sınırlı yeraltı sulyu bulunduran çökel birimler” olarak adlandırılmıştır. Gnayslarda oluşan Kalkanlıdağ formasyonu ile Kargasekmezdağ kuvarsit üyesi tek bir birim olarak değerlendirilmiştir. Gnayslar kırık-çatlaklarında yeraltı sulyu bulundurabilmektedir. Bu birimlerin bölgedeki yapıları nedeniyle “az miktarda yeraltı sulyu bulunduran çatlaklı birimler” olarak adlandırılmıştır.

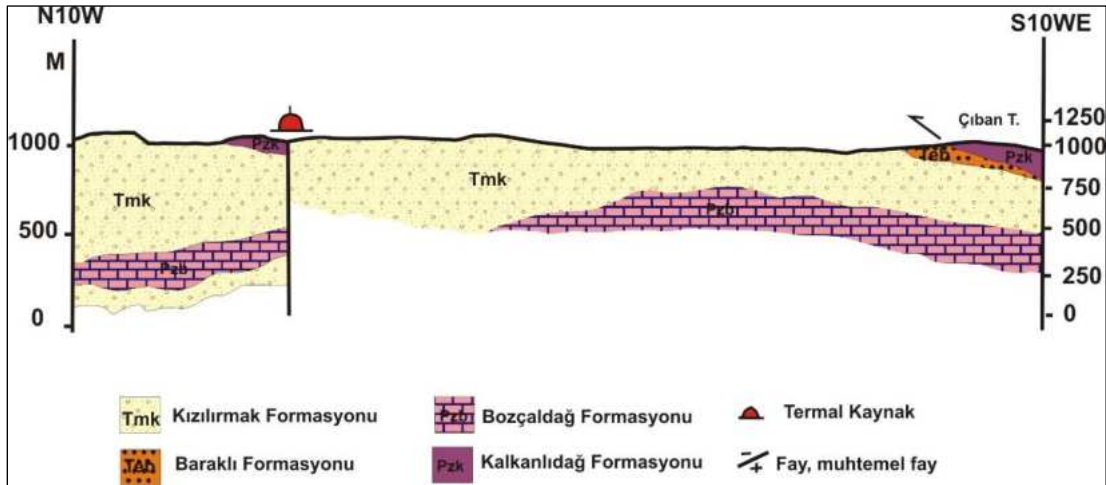


Şekil 28: Karakurt jeotermal alanı ve çevresi hidrojeoloji haritası

1.7.3. Kavramsal Model

Jeotermal sistem üç ana unsurdan oluşmaktadır: Isı kaynağı, rezervuar ve ısıyı taşıyan akışkan. Isı kaynağı yüksek sıcaklıklı (>600 °C) ve yüzeye 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. Karakurt jeotermal alanında ısı kaynağı magmatik sokulumlar ve jeotermal gradyandır. Rezervuar ise ısıyı taşıyan sıvının devir-daim edebileceği çatlaklı (permeable) kayalardır. Karakurt bölgesi ve çevresinde yapılan sondaj çalışmalarını, Kırşehir Masifinin mermerlerinin (Bozçaldağ formasyonu) termal suların rezervuar kayaları olduğunu göstermiştir (Pasvanoğlu ve Gültekin, 2012). Bu mermerlerin çatlak ve karstik boşlukları geçirgenliğini arttırmış ve bölgedeki önemli akiferlerden biri olmalarını sağlamıştır. Karakurt bölgesindeki termal sular KD-GB yönlü uzanan bir normal faydan sağlanmaktadır. Rezervuarların üzerinde genellikle geçirimsiz tabakalar bulunmaktadır. Bölgede Eosen, Miyosen ve Pliyosen birimler (Kızılırmak, Çayraz ve Baraklı formasyonları) jeotermal sistemin örtü kayacını oluşturmaktadır (Şekil 29). Jeotermal akışkan ise çoğu durumda meteorik sudur ve rezervuarda sıcaklık ve basınca bağlı olarak buhar veya sıvı haldedir.



Şekil 29: Karakurt jeotermal alanı kavramsal model (Pasvanoğlu ve Gültekin, 2012)

1.7.4. Hidrojeokimyasal Özellikler

Karakurt jeotermal alanında bir adet kuyudan Nisan 2019 tarihinde yeraltı suyu örneği alınmıştır. SSK-1 nolu kuyuda su örneği alım işlemleri sırasında arazide ölçülen parametreler olan sıcaklık 61,3°C, elektriksel iletkenlik (EC) 1.345 µS/cm, pH 8,15, tuzluluk değeri 0,67 ve toplam çözünmüş katı madde (TDS) değeri 699 mg/l'dir (Tablo 15). Sular bazik karakterlidir. Karakurt SSK-1 kuyu sularının kimyasal analiz sonuçlarına göre baskın katyon kalsiyum (Ca²⁺) olup değeri 179,42 mg/l'dir. Bu katyonu sodyum (Na⁺) takip etmektedir. Termal suda en yüksek gözlenen anyonlar bikarbonat (HCO₃⁻) ve sülfat (SO₄²⁻)'tır. Jeotermal sularındaki Ca ve HCO₃ artışı mermerler ile ilişkili olarak kaya-su etkileşiminden kaynaklanmaktadır. Sodyum genellikle albit bakımından zengin volkanik kayalardan türetilir (Hem 1970). Karakurt jeotermal alanında SO₄ artışı Eosen yaşlı sedimanter kayalardaki jips gibi sülfat içeren minerallerin ayrışmasından kaynaklanmaktadır (Pasvanoğlu ve Gültekin, 2012).

SSK-1 kuyu suları Piper diyagramına göre karışım sularını temsil etmektedir ve su sınıfı Ca-Na-HCO₃-SO₄'tır (Şekil 30). Karakurt 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 sadece SO₄ içeriklerinin sınır değer olarak verilen 250 mg/l'nin üzerinde olduğu görülmektedir (Tablo 15).

1.7.4.1. Doymuluk İndisleri

Termal su örneklerinin doymuluk indisi değerleri AquaChem programının PHREEQC arayüzü ile hesaplanmıştır. Program ile suların anhidrit (CaSO₄), aragonit (CaCO₃), kalsit (CaCO₃), kalsedon (SiO₂), dolomit (CaMg(CO₃)₂), florit (CaF₂), jips (CaSO₄+2H₂O), halit (NaCl), kuvars (SiO₂), ve talk (3MgO₄SiO₂H₂O) mineralleri ele alınmıştır. SSK-1 kuyu suları aragonit, kalsit, dolomit ve talk minerallerine doygundur. Bu durum SSK-1 kuyusunda suların kullanıldığı taşıyıcı sistemlerde kalsit, aragonit ve dolomit kabuklaşması görülebileceğini göstermektedir (Tablo 15).

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 NO₃ 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 SSK-1 kuyu sularının arsenik, florür, demir ve mangan ağır metallerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir (Tablo 15). Bu suların uzun süreli içme kürü olarak kullanımında önemli sağlık problemleri yaşanabilecektir.

Karakurt jeotermal alanında reenjeksiyon kuyusu bulunmamaktadır. Suların kullanımdan sonra ortaya çıkan geri dönüşüm sularının doğal ortama deşarj edilmesi çevre açısından da önemli problemlere neden olabilecektir. Karakurt jeotermal alanındaki suların özellikle yüksek demir, mangan ve arsenik içerikleri hem tatlı su kaynaklarının hem de toprağın kirlenmesine neden olabilecektir. Bu nedenle, kullanımdan dönen suların doğaya deşarj edilmemesi gerekmektedir.

Tablo 15: Karakurt jeotermal alanı sularının majör iyon, yerinde ölçüm, ağır metal, doygunluk indisi değerleri ve su sınıfı

Majör İyon ve Yerinde Ölçüm Sonuçları

Kuyu Adı	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
SSK-1	Karakurt	İl Özel İdare-kuyu	1345	8,15	61,3	0,67	5,98	669	179,42	64,21	11,1	17,26	387,2	0,94	281,62	66,12	1,23
İTASHY 2005			2500							200					250	250	

Ağır Metal İçerikleri

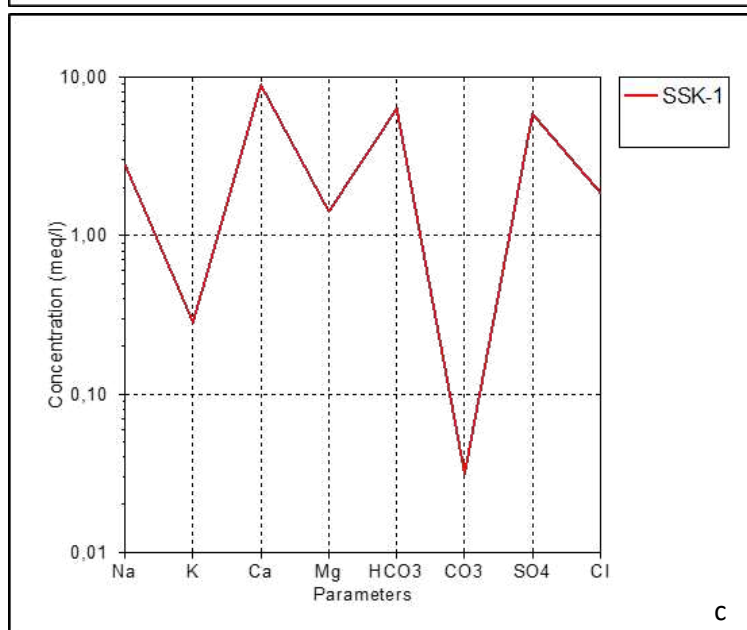
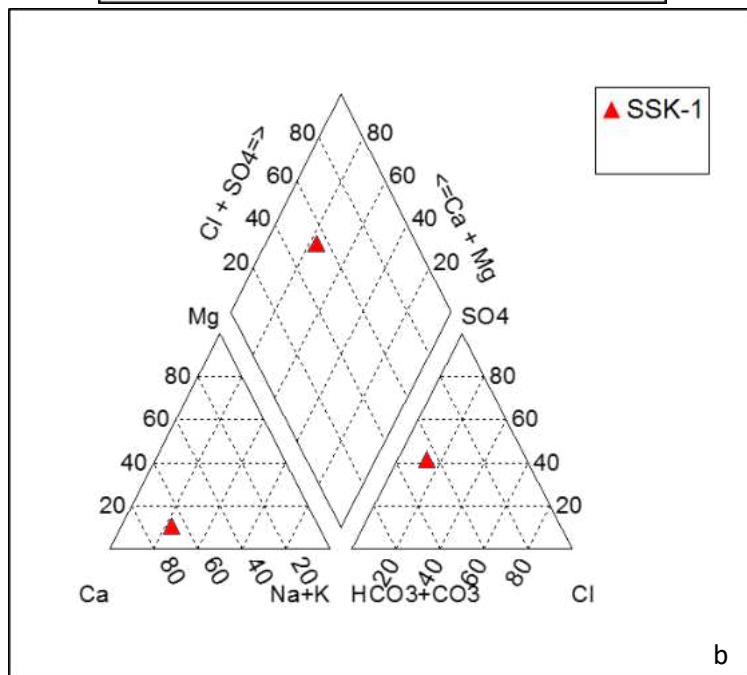
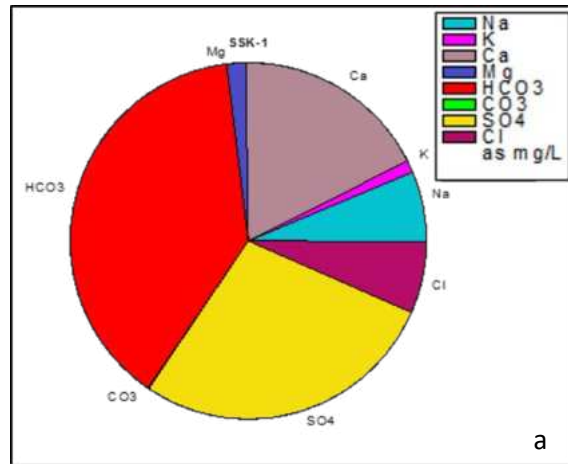
Kuyu Adı	Al mg/l	As mg/l	B mg/l	Br mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	F mg/l	Fe mg/l	Li mg/l	Ni mg/l	Mn mg/l	P mg/l	Pb mg/l	Si mg/l	Zn mg/l	NO ₃ mg/l
SSK-1	0,007	0,022	0,165	<0,25	<0,005	<0,002	3,41	15,672	0,035	<0,002	0,218	<0,01	<0,0005	19,845	<0,002	<0,27
İTASHY 2005	0,20	0,01	1	0,01	2	0,05	1,5	0,2			0,05					50

Doygunluk İndisi (SI) Değerleri

Kuyu Adı	Anhidrit	Aragonit	Kalsit	Kalsedon	Dolomit	Florit	Jips	Halit	Kuvars	Talk
SSK-1	-0,9421	1,5962	1,7166	-0,3308	2,8955	-0,0953	-0,9729	-7,0649	-0,0026	6,5079

Majör İyon Dizilimi ve Su Sınıfı

İlçe	Örnek No	Katyon dizilimi	Anyon dizilimi	Su sınıfı
Karakurt	SSK-1	Ca>Na>Mg>K	HCO ₃ >SO ₄ > Cl > CO ₃	Ca-Na-HCO ₃ -SO ₄

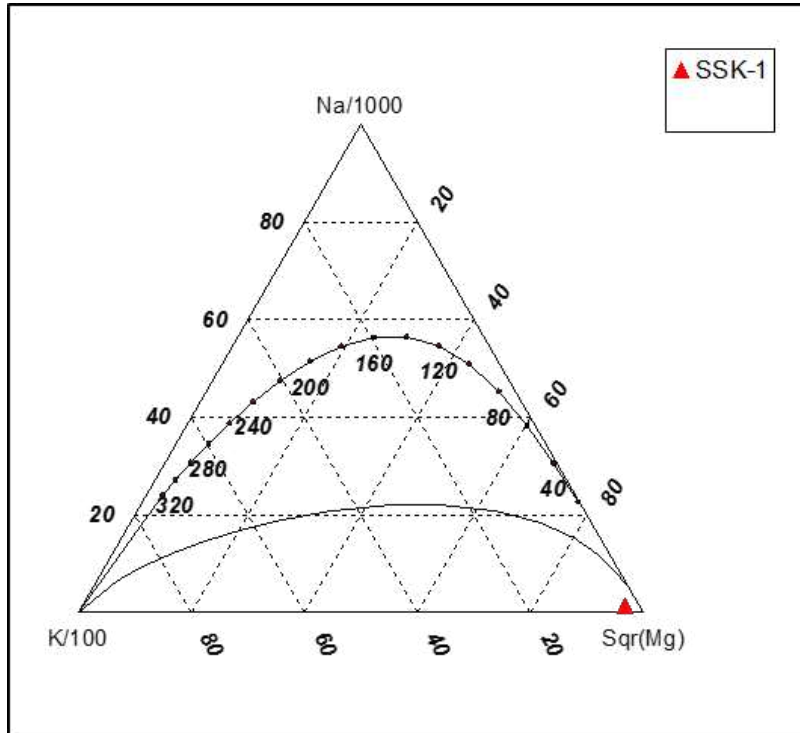


Şekil 30: Sırası ile a) Pie, b) Piper ve c) Schoeller diyagramları

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 bölüme ayrılmaktadır (Tarcan vd., 2000). Giggenbach (1988) ham sular bölgesinde yer alan suların katyon jeotermometre sonuçlarının güvenilir olmayacağına dikkat çekmektedir.

Giggenbach (1988) katyon olgunluk diyagramına göre, Karakurt jeotermal alanından alınan sular su-kayaç dengesini kuramamış ham sular bölgesinde yer almaktadır (Şekil 31). Bu nedenle, rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında katyon jeotermometreleri hatalı sonuç verecektir. Karakurt jeotermal alanında suların rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında silis jeotermometreleri kullanılmıştır. Kalsedon ve kuvars jeotermometre hesaplamalarına göre beklenebilecek maksimum rezervuar sıcaklık 109 °C arasında belirlenmiştir (Tablo 16).



Şekil 31: Karakurt jeotermal akışkanının Na-K-Mg üçgeninde denge durumları

Tablo 16: Karakurt jeotermal sahasındaki akışkanda hesaplanan jeotermometre değerleri

Uygulanan Jeotermometreler		Hazne Sıcaklığı (°C)
		SSK-1
SiO ₂ (Kalsedon)	Fournier 1977	63,87
SiO ₂ (Kuars)	Fournier 1977	94,33
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Fournier 1977	96,08
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	70,13
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	94,72
SiO ₂	Fournier, Potter, 1982	109,46

1.7.4.4. İzotop içerikleri

Pasvanoğlu ve Gültekin (2012) yaptıkları araştırmada Karakurt termal sularının çevresel izotop analizlerini de incelenmişlerdir. Çevresel izotop sonuçları ile termal suların meteorik bir kökene sahip olduğu belirlenmiştir. İzotop içerikleri termal suların soğuk sulara kıyasla daha yüksek kotlardan beslendiğini göstermektedir.

1.7.5. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen Çalışmalar

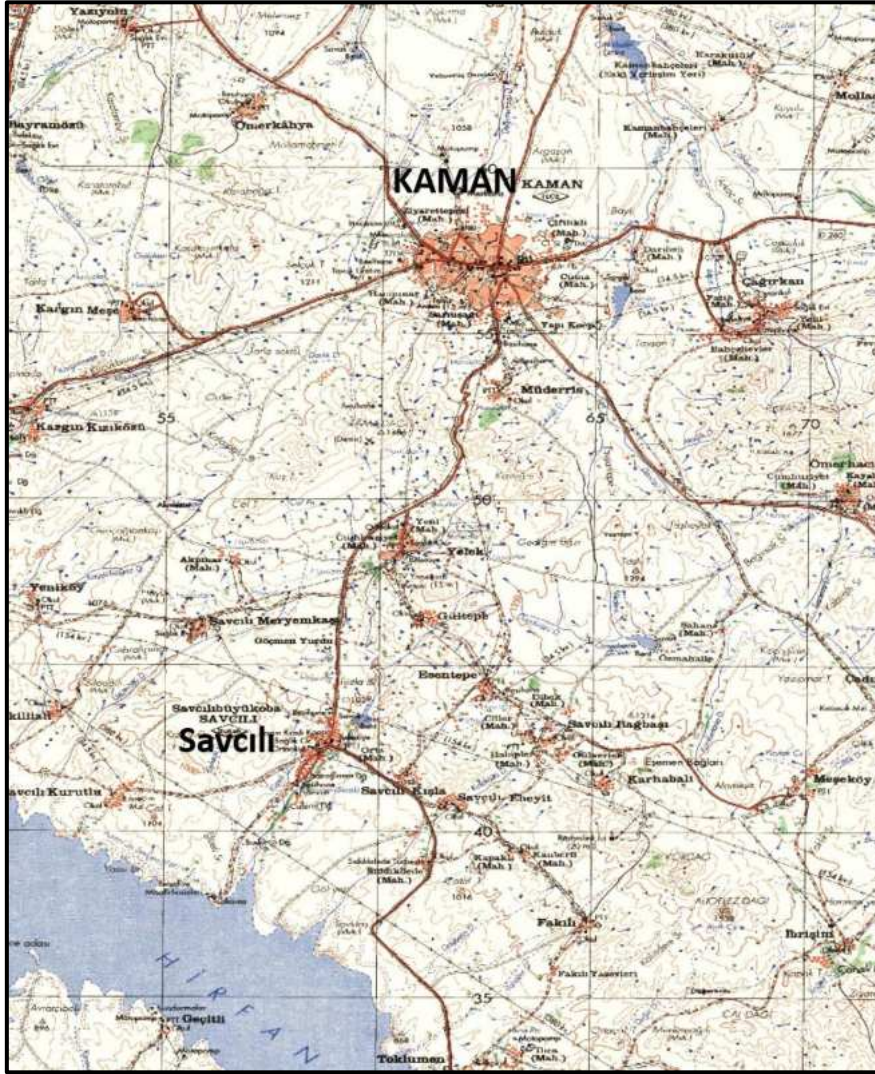
Karakurt jeotermal alanında düşük derinlikte nispeten yüksek sıcaklıkta su elde edilmektedir. Bölgenin önemli bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Ancak, kuyuların derinliği, kesilen kaya birimleri vb. bilgiler elde edilememiştir. Kuyu bilgileri jeotermal potansiyelin göstergesidir. Ancak jeolojik potansiyel sınırları belli olan alanda, rezervuarın dikey/yanal yayılımı ve karakteristikleri bilinmemektedir. Karakurt jeotermal alanında açılan bu kuyu loğları temin edilerek jeolojik saha çalışmaları ile ön değerlendirmeler yapıp elde edilecek sonuçlara göre jeofizik yöntemler uygulanmalıdır. Jeofizik-rezistivite (DES) ve 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. Bu araştırmalar ile elde edilen veriler ışığında yeni kuyu yeri önerilebilir.

1.8.Kaman-Savcılı Jeotermal Alanı

Kaman-Savcılı jeotermal alanı İç Anadolu'da, Ankara'nın yaklaşık 150 km güneybatısında, Kırşehir'in 56 km batısında ve Hirfanlı Barajının 5 km kuzeyinde yer almaktadır (Şekil 32). Savcılı- Büyükoba kaplıcaları Kırşehir'in batısında ve Kaman'ın 18 km uzağındadır. Savcılı jeotermal alanında MTA tarafından yapılan sınırlı ve sığ bir jeofiziksel direnç araştırması bulunmaktadır (Önder, 1986). Bölgede 4,5 l/sn debiye ve 34,5 °C sıcaklığa sahip olan Savcılı Büyükoba kaplıca kaynağı bölgedeki tek doğal kaynak çıkışıdır. Savcılı

Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi Projesi

jeotermal alanında 5 adet sıcak su arama (SB-1, SB-2, SB-3, SB-4, SB-5) kuyusu bulunmaktadır (Tekin ve Tekin, 1986). İlk derin kuyu (SB-1) 1986 yılında MTA tarafından açılmış ve daha sonra SB-2, SB-3, SB-4 ve SB-5 sondajları yapılmıştır (MTA, 2005). Bu kuyuların derinlikleri 37-510 m arasında değişmektedir (Tablo 17). Sondaj kuyuları Savcılı-Büyükoba mevkiinin güneyinde olup sadece SB-2 kuyusu verimlidir (Yurteri vd., 2015).



Şekil 32: Kaman-Savcılı jeotermal alanı konumu

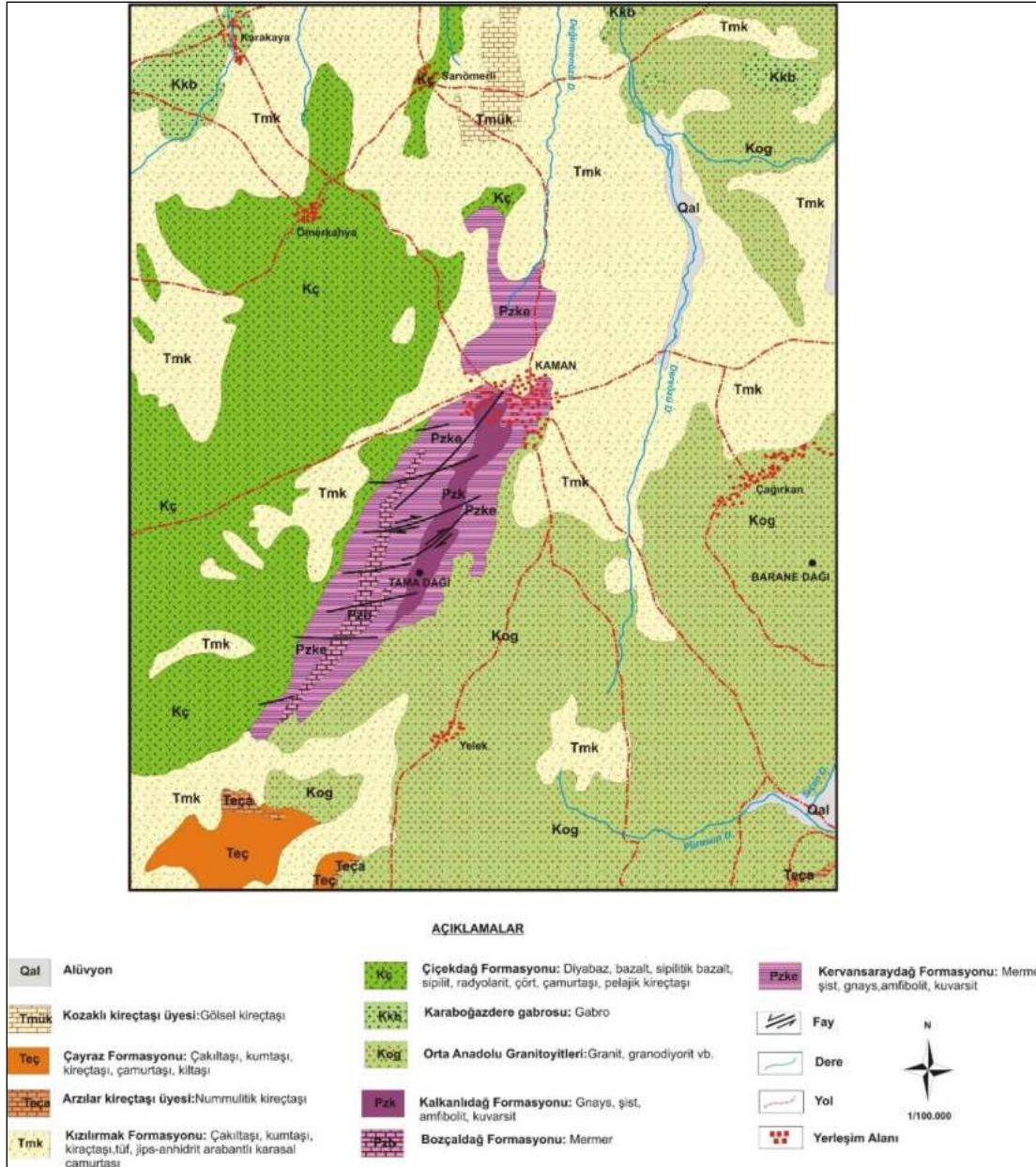
Tablo 17: Savcılı jeotermal alanında açılan kuyular

Kuyu Adı	Tarih	Derinlik(m)	Sıcaklık(°C)	Debi(l/sn)	Üretim Şekli
SB-1	1986	510	–	–	Üretim yok
SB-2	1986	55	34.5	5.0	A
SB-3	1986	57.70	25	0.3	A
SB-4	1986	40	19	0.1	A
SB-5	1986	37	20	0.028	A

1.8.1. Jeolojik Özellikler

Savcılı jeotermal alanı ve çevresinde Paleozoik Metamorfik kayalar, Geç Kretase-Paleosen (?) granitoidleri, Eosen birimleri, Miyosen-Pliyosen? tortul birimler ve Kuvaterner birimler yüzeylenmektedir (Şekil 32). Bölgede temel kaya çoğunlukla gnays, az oranda da şist, kuvarsit ve amfibolden oluşan metamorfik kayalardan yapıları *Kalkanlıdağ formasyonu* (Pzk). *Kalkanlıdağ formasyonu* (Gümüşler formasyonu) içinde ara düzeyler şeklinde yüzeyleyen kuvarsitler *Kargasekmezdağ kuvarsit üyesi* (Pzkk) olarak adlandırılmıştır. *Kervansaray formasyonu* (Pzke) mermer arakatlı kuvarsit, kuvarsışist, kalkışist, gnays vb. kaya türlerini içermektedir (Göncüoğlu, 1977). Kaman güneyinde gözlenen *Bozçaldağ formasyonu* (Pzb) mermerlerden oluşmaktadır. Mermerler ince çört ve amfibolit-amfibolitişist ara düzeyleri içermektedir. Yine Kaman güneyinde bir şerit halinde Bozçaldağ mermerlerinin batısında Karaboğazdere gabrosu yüzeylenmektedir. *Karaboğazdere gabrosu* (Kkb) açık-koyu yeşil, siyahımsı yeşil renkli, masif metagabro, metadiyabaz ve amfibolitten oluşan bazik kayalardan oluşmaktadır. Karaboğazdere gabrosu Haciselimli formasyonu ile eşdeğerdir. Kaman'ın batı ve güneybatısında geniş alanlarda Çiçekdağı formasyonu bulunmaktadır. *Çiçekdağı formasyonu* (Kç) altta diyabaz daykları, ortada bazalt, spilitik bazalt ve bunlarla ardalanmış radyolarit, çört, pelajik çamurtaşı, kireçtaşı, kumtaşı ve silttaşından oluşan volkano-tortul bir istiftir (Dönmez vd., 2005b). Kaman güneyinde çok geniş alanlarda Orta Anadolu granitoidleri yüzeylenmektedir. *Orta Anadolu Granitoidleri* (Kog) granit, granodiyorit, mikrodiorit bileşimindeki derinlik ve yer yer yarı derinlik kayalarından oluşmaktadır. Masife ait olan bu metamorfikler, Üst Paleosen – Alt Eosen'e ait kırmızı renkli konglomera, kumtaşı ve çamurtaşından oluşan *Baraklı formasyonu* (Teb) tarafından uyumsuzlukla örtülür. Bu birimin de üzerinde yaklaşık 30 m kalınlığında Lütesiyen yaşlı gri renkli, fosilli kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı ardalanmasından oluşan *Çayraz formasyonu* (Teç) bulunur. Çayraz formasyonu önceki çalışmalarda (Kara, 1990) verilen Çevirme formasyonu ile eşdeğerdir.

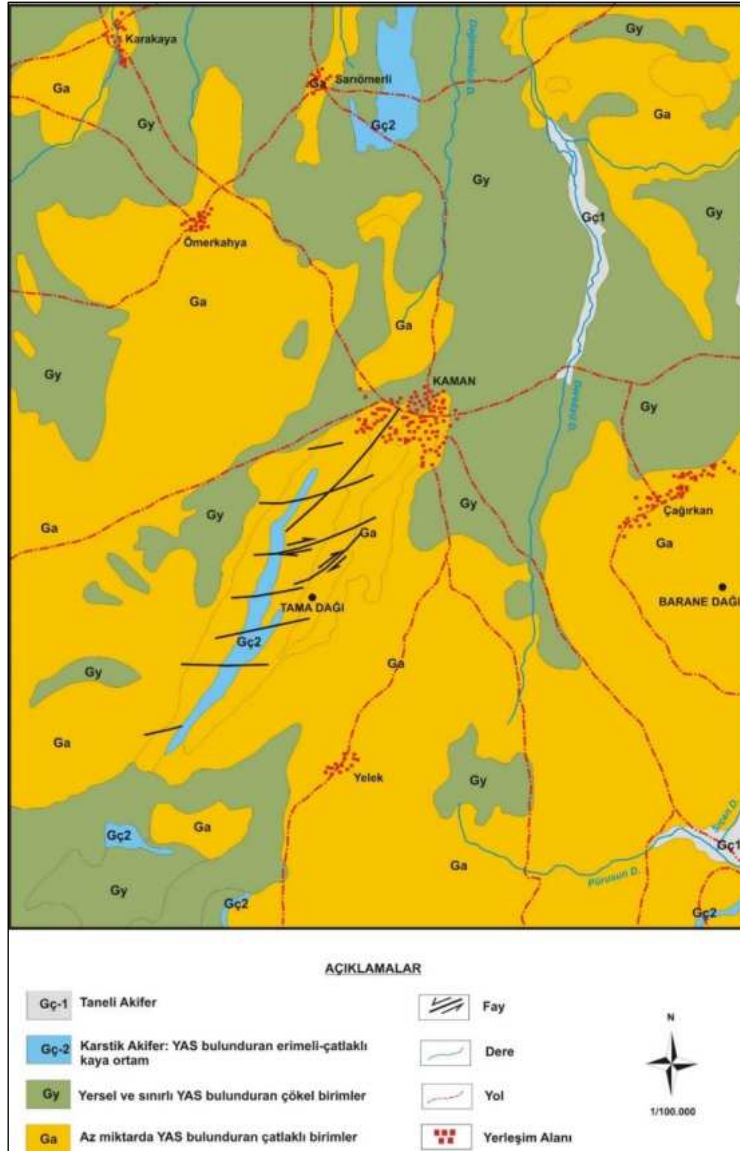
Çayraz formasyonu içinde bol nummulitli, mercanlı, gastrapodlu, kumlu-siltli kireçtaşı ve masif kireçtaşlarından oluşan birim *Arzılar kireçtaşı üyesi* (Teça) olarak adlandırılmıştır. Miyosen-Pliyosen (?) Kızılırmak Formasyonu, Eosen sedimanlarını uyumsuz bir şekilde örter. *Kızılırmak formasyonu* (Tmk) kırmızımsı-pembe renkli, kahverengi konglomera, kumtaşı, kumlu kil ve çamurtaşı ile sarımsı-beyaz renkli gölsel kireçtaşından oluşmaktadır. Kuvaterner alüvyon, çalışma alanındaki en genç birim olan ve bölgenin ortasında Hamamözü deresi boyunca yer alan eski oluşumların üzerine uyumsuz olarak gelir. Savcılı Büyükoba jeotermal alanı esas olarak NE-SW, N-S ve E-W faylar ile kontrol edilmektedir.



Şekil 33: Savcılı jeotermal alanı ve çevresi jeoloji haritası (Kara, 1991)

1.8.2. Hidrojeolojik Özellikler

Genel olarak bölgede yüksek kesimlerde yüzeyleyen Paleozoyik yaşlı metamorfik birimler (Kalkanlıdağ ve Kervansaray formasyonları, Karaboğazdere gabrosu) ile Çiçekdağı formasyonu ve Orta Anadolu granitoyitleri birimleri benzer hidrojeolojik özellikler taşıdıkları için hidrojeoloji haritasında “az miktarda yeraltı sulyu bulunduran çatlaklı birimler” olarak adlandırılmıştır (Şekil 34). Bu birimler düşük geçirimsiliğe sahiptir. Ancak, aktif tektonik eklem ve kırılma sistemlerinin gelişmesine ve çalışma alanındaki granitoidler gibi magmatik kayalarda ikincil geçirgenliğin artmasına neden olmuştur. Granitoidlerin üst yüzeyi ayrılmıştır ve bu birim taze yüzeylerde eklem ve kırıklara sahiptir. Derinlere doğru bu çatlaklar daralır ve bu birim masif yapı kazanır (Yurteri vd. 2015; Yurteri ve Şimşek, 2017).



Şekil 34: Savcılı jeotermal alanı ve çevresi hidrojeoloji haritası

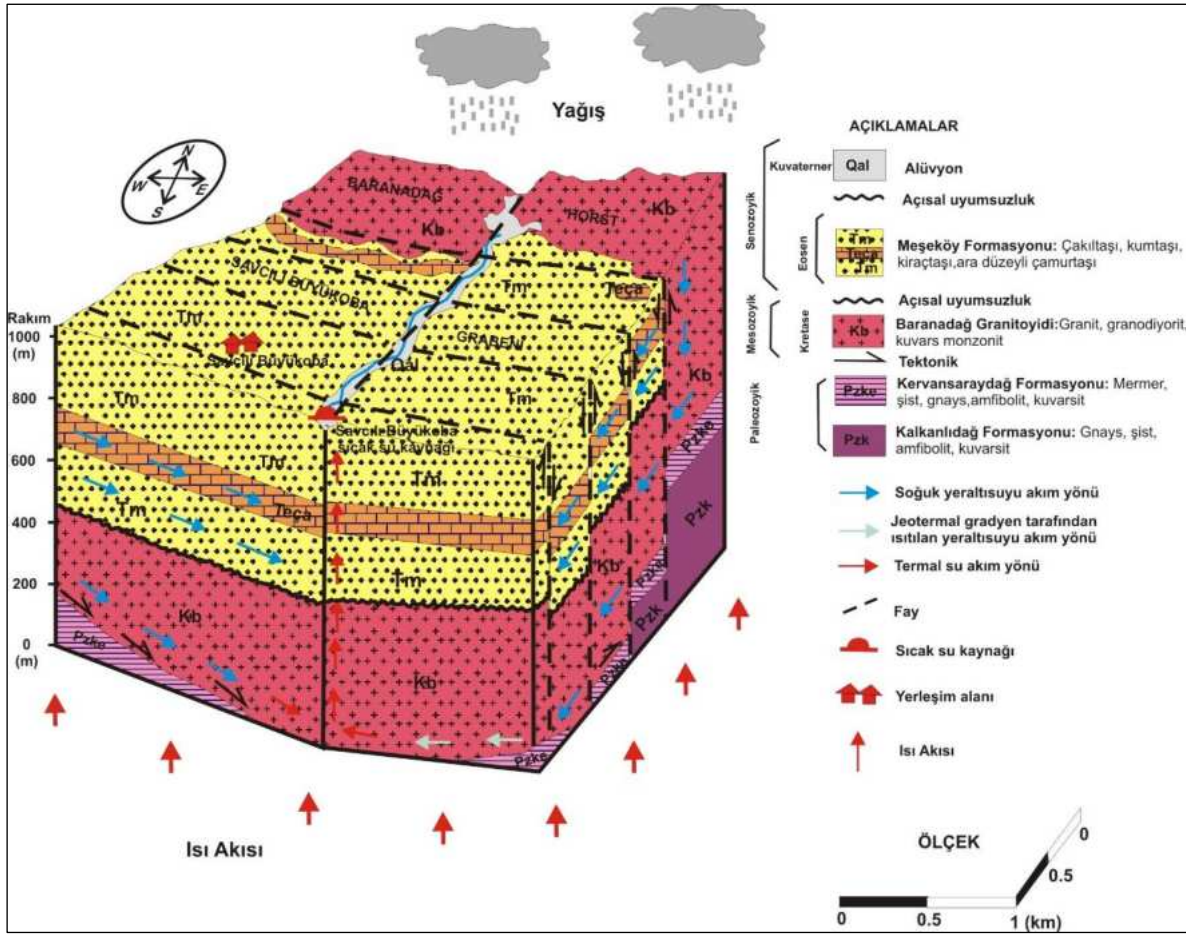
Bozçaldağ formasyonu, Arzılar kireçtaşı üyesi ve traverten birimlerde aktif tektonizmaya bağlı olarak gelişen ikincil permeabilite nedeniyle mermer ve kireçtaşlarının faylı ve çatlaklı seviyeleri geçirimlidir. Bu birimler hidrojeoloji haritasında “karstik akifer” olarak adlandırılmıştır. Konglomera, kumtaşı, kiltası, çamurtaşı ve marndan oluşan Kızılırmak, Çayraz ve Baraklı formasyonları genellikle geçirimsizdir. Bu formasyonlardaki kireçtaşı, konglomera ve kumtaşı seviyeleri gevşek çimentolu veya kırıklı-çatlaklı oldukları durumlarda geçirimlidir ve yersel olarak yeraltı suyu bulundurabilir. Kiltası, marn ve çamurtaşı seviyeleri geçirimsizdir. Bu nedenle bu formasyonlar “yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran çökel birimler” olarak adlandırılmaktadır. Savcılı jeotermal alanının Hamamözü çayı bölümündeki alüvyon soğuk yeraltı suyu akiferlerini oluşturmaktadır.

1.8.3. Kavramsal Model

Savcılı Büyükoba jeotermal sahasının kavramsal hidrotermal modeline göre, meteorik sular (yağmur ve kar) yeraltına sızmakta, jeotermal gradyan ile ısınmakta ve kırık- fay hatları ile yüzeye taşınmaktadır (Şekil 35). Bölgede genç tektoniklerin varlığı, alanın jeotermal gradyanının diğer bölgelerden daha yüksek olduğunu göstermektedir (Yurteri vd., 2015). Bölgede temel kayalar olan Paleozoyik Kırşehir Metamorfikleri (mermer, kuvarsit) ve Mesozoyik (Geç Kretase-Paleosen?) granodiyoritleri rezervuar kayalarındır. Savcılı jeotermal alanındaki Kırşehir Metamorfikleri ve granodiyoritleri kısmen tektonik aktiviteye sahip olduklarından ikincil porozite gelişmiştir. Savcılı Büyükoba jeotermal suları KB-GD yönlü normal fay ve KD-GB yönlü fayın kesişim noktalarından boşalmaktadır (Yurteri ve Şimşek, 2017). Bölgede Miyosen-Pliyosen çökel kayalar jeotermal sistemin örtü kayacını oluşturmaktadır. Termal suların düşük tritium içeriği, Savcılı-Büyükoba jeotermal alanında termal akiferin, bir yeraltı sulyu sirkülasyon sistemini temsil eden nispeten uzun bir kalma süresine sahip olan yeraltı sulyu ile beslendiğini göstermektedir (Yurteri vd., 2015; Yurteri ve Şimşek, 2017).

1.8.4. Hidrojeokimyasal Özellikler

Proje kapsamında Nisan-2019 ayında Savcılı jeotermal alanında bulunan iki adet kaynaktan su örneği alınmıştır. Kaynak sularının sıcaklıkları 34.6 °C, EC değerleri 584-585 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve pH değerleri 8.9 olup bazik karakterlidir (Tablo 18). Savcılı kaynak sularında baskın katyon sodyum (Na^+) olup 113 mg/l civarındadır. Baskın anyon klorür (Cl^-) olup diğer anyon içerikleri birbirine oldukça yakındır (Tablo 18). Schoeller yarı logaritmik diyagramında benzer kökenli, aynı hazneye ve beslenme alanına sahip sular benzer değişim gösterir. Savcılı kaynak sularının Schoeller diyagramında da benzer majör iyon içeriğine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 36). Savcılı jeotermal alanında bulunan Savcılı hamam kaynak sularının Na-Cl- CO_3 su sınıfında olduğu görülmektedir. Piper diyagramında Savcılı kaynak suları “karbonat olmayan alkalinitesi % 50’den fazla olan suları” temsil etmektedir (Şekil 36). Na artışı granit ve şistlerdeki plajiyoklaz ve alkali feldispatlar gibi minerallerle kaya-su etkileşimi ile ilişkilidir.



Şekil 35: Savcılı jeotermal alanı kavramsal model (Yurteri vd., 2015; Yurteri ve Şimşek, 2017)

Savcılı hamam kaynak sularının analiz edilen majör iyon analiz sonuçları “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” (İTASHY, 2005)’teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Kaynak sularının bütün majör iyon içerikleri limit değerlerin altındadır.

1.8.4.1. Doğunluk İndisleri

Termal su örneklerinin doğunluk indisi değerleri AquaChem programının PHREEQC arayüzü ile hesaplanmıştır. Program ile suların anhidrit (CaSO_4), aragonit (CaCO_3), kalsit (CaCO_3), kalsedon (SiO_2), dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), florit (CaF_2), jips ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$), halit (NaCl), kuvars (SiO_2) ve talk ($3\text{MgO}_4\text{SiO}_2\text{H}_2\text{O}$) mineralleri ele alınmıştır. Savcılı kaynak suları aragonit, kalsit, kuvars ve talk minerallerine doğun, anhidrit, dolomit, florit, jips, halit ve kalsedon mineralleri doğunluk altındadır. Bu durum Savcılı sıcak sularının kullanıldığı taşıyıcı sistemlerde kalsit, aragonit, kuvars kabuklaşması görülebileceğini göstermektedir (Tablo 18).

Tablo 18: Savcılı jeotermal alanı sularının majör iyon, yerinde ölçüm, ağır metal, doygunluk indisi değerleri ve su sınıfı

Majör iyon ve yerinde ölçüm sonuçları

Kuyu Adı	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
Savcıkıy-1	Savcılı	Savcılı ham. kyn	585	8,9	34,6	0,28	0,9	284	4,09	113,17	1,3	<0,1	38,4	44,4	50,08	101,3	15,10
Savcıkıy-2	Akpınar	Savcılı ham. kyn	584	8,9	34,6	0,28	1,17	285	4,11	112,33	1,27	0,12	38,69	38,08	50,19	101,01	14,90
İTASHY 2005			2500							200					250	250	

Ağır metal içerikleri

Kuyu Adı	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
Savcıkıy-1	0,014	0,024	0,46	<0,25	<0,005	<0,002	7,75	0,006	0,062	<0,002	0,0006	<0,01	<0,0005	23,082	<0,002	<0,27
Savcıkıy-2	0,015	0,024	0,446	<0,25	<0,005	<0,002	7,83	0,01	0,06	<0,002	0,001	<0,001	<0,0005	22,999	<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

Kuyu Adı	Anhidrit	Aragonit	Kalsit	Kalsedon	Dolomit	Florit	Jips	Halit	Kuvars	Talk
Savcıkıy-1	-3,2829	0,2487	0,3858	-0,0414	-0,3799	-0,6121	-3,1092	-6,5366	0,3587	2,2459
Savcıkıy-2	-3,2708	0,229	0,3661	-0,0475	-0,3445	-0,5929	-3,0971	-6,5398	0,3526	2,6531

Major iyon dizilimi ve su sınıfı

İlçe	Örnek no	Katyon dizilimi	Anyon dizilimi	Su sınıfı
Savcılı	Savcıkıy-1	Na>Ca>K>Mg	Cl > SO ₄ > HCO ₃ > CO ₃	Na-Cl-CO ₃
Akpınar	Savcıkıy-2	Na>Ca>K>Mg	Cl > SO ₄ > HCO ₃ > CO ₃	Na-Cl-CO ₃

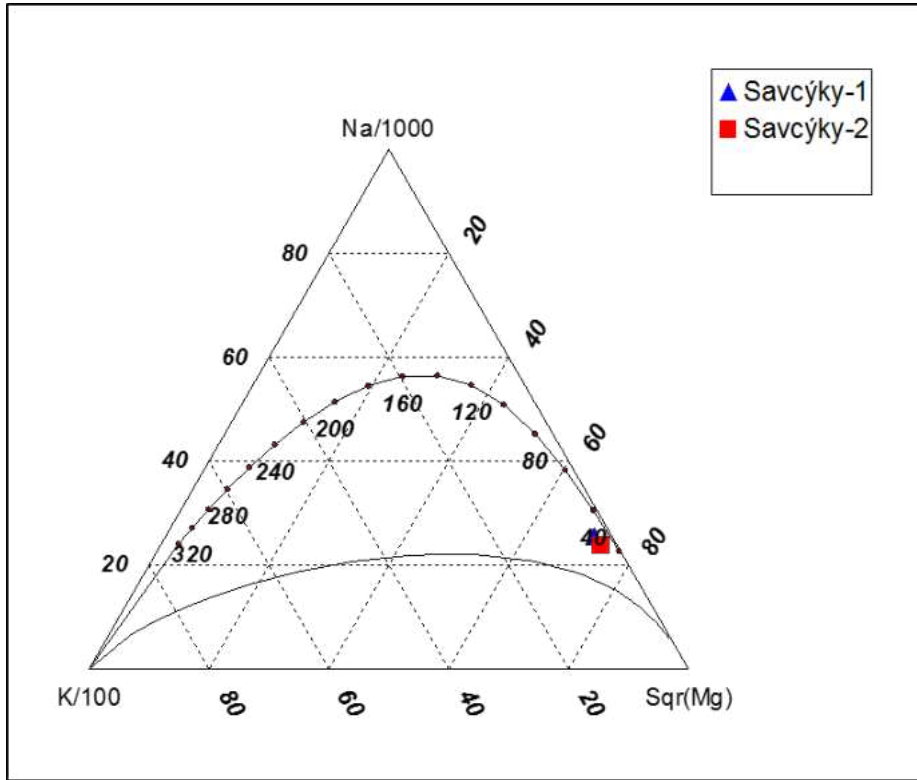
1.8.4.2. Ağır Metaller

Proje kapsamında suların Al, As, B, Br, Cr, Cu, F, Fe, Li, Ni, Mn, P, Pb, Si, Zn ve NO₃ içeriklerinin analizleri de yapılmıştır. Termal sular kaplıcalarda 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 Savcılı kaynak sularının arsenik (As) ve florür (F) değerleri yönetmelikte verilen sınır değerlerin oldukça üstündedir (Tablo 18). Kalkofil bir element olan arsenik, hidrotermal damarlarda Au, Ag, Cu, Ni, Co, Fe gibi elementlerle, Ni-Cu sülfid yataklarında, bazı uranyum damarlarında, bakırlı şeyl ve kumtaşlarında (Cu, V, U, Ag gibi elementlerle), fosfatlı kayalarda, oksitlerde gözlenmektedir. İnorganik arsenik doğal olarak bazı kaya, çökelti ve birçok mineral türünde bulunmaktadır. Yüksek florür konsantrasyonları pH, yüksek sodyum ve düşük Ca konsantrasyonları ile ilişkilidir (Handa, 1975). Floroapatit, plajiyoklaz, ortoklaz, biyotit, hornblend ve kuvars mineralleri granitlerde bulunan alkalın ortamda su-kaya etkileşimleri yoluyla yeraltı sularında florürün ana kaynakları olarak tanımlanmaktadır (Fantong vd., 2010; Yurteri ve Şimşek, 2017). Bu nedenle Savcılı kaynak sularının içilmesi sağlık açısından önemli problemlere neden olabilecektir.

1.8.4.3. Çözünürlük Jeotermometreleri

Jeotermal suların rezervuar sıcaklığının belirlenmesinde kullanılan en önemli yöntemlerden biri jeotermometrelerdir. Jeotermometre eşitliklerinde termal suyun rezervuar kayaç etkileşimi ile kazandığı kimyasal içerik kullanılmaktadır. Katyon, silis, gaz, izotop vb. birçok jeotermometre türü olmasına karşın örnekleme, analizi ve değerlendirilmesi kolay olduğundan dolayı genellikle rezervuar sıcaklığının tahmininde katyon ve silis jeotermometreleri tercih edilmektedir (Doğdu, 2004). Su-kayaç etkileşimi dengesine bağlı olarak Giggenbach (1983, 1986) tarafından katyon ve silis jeotermometrelerin kullanılabilirliğinin tespiti için üçgen şekilli diyagram geliştirilmiştir.

Savcılı termal suları Giggenbach (1988) diyagramında “su-kayaç ilişkisinin kısmen dengede olduğu (karışım suları)” bölümünde yer almaktadır (Şekil 37). Bu nedenle suların rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında katyon jeotermometreleri daha güvenilir sonuçlar verecektir. Na/K jeotermometre hesaplamalarına göre Savcılı jeotermal alanında beklenebilecek maksimum rezervuar sıcaklığı 100 °C civarında belirlenmiştir (Tablo 19).



Şekil 37: Savcılı jeotermal akışkanının Na-K-Mg üçgeninde denge durumları

Tablo 19: Savcılı jeotermal sahasındaki akışkanda hesaplanan jeotermometre değerleri

Uygulanan Jeotermometreler		Hazne Sıcaklığı (°C)	
		Savcıky-1	Savcıky-2
Na/K	Arnorsson vd. 1983	89,33	88,65
Na/K	Arnorsson vd. 1983	21,19	20,42
Na/K	Truesdell 1976	43,50	42,72
Na/K	Fournier 1979	82,41	81,69
Na/K	Giggenbach 1988	103,57	102,86
Na/K	Nieva ve Nieva 1987	72,33	71,63

1.8.4.4. İzotop içerikleri

Savcılı jeotermal alanında termal suların $\delta^{18}\text{O}$ izotop içeriği -6,39 ile -12,93 ‰ arasında, Döteryum ($\delta^2\text{H}$) içeriği ise -32,62 ile -94,47 ‰ arasında olduğu tespit edilmiştir (Yurteri vd., 2015; Yurteri ve Şimşek, 2017). Savcılı termal sularının çevresel izotop analiz değerlendirmelerine göre, termal suların meteorik kökenli olduğu ve $\delta^{18}\text{O}$ izotopunda zenginleşme olmadığı tespit edilmiştir (Yurteri vd., 2015). Ayrıca, Savcılı termal sularının jeotermal alanın KD kısmında yer alan 1.677 metrelik tepe kotuna sahip Baranadağ Dağı civarından beslendiği belirlenmiştir. Savcılı Büyükoba termal sularının Tridyum ($\delta^3\text{H}$) içeriği 0,18 - 0,38 TU arasında değişmektedir. 1 TU altındaki trityum konsantrasyonları, yeraltı suyunun en az 60 yaşında olduğunu gösterir. Savcılı-Büyükoba kaplıca suyunun (~0.4 TU) düşük trityum konsantrasyonu, termal akiferin bölgede derin sirkülasyonlu bir yeraltı suyu akış sistemine sahip

olduğunu ve termal suyun nispeten uzun bir dolaşım süresine olan yeraltı suları tarafından beslendiğini göstermektedir. (Yurteri vd., 2015; Yurteri ve Şimşek, 2017).

1.8.5. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen Çalışmalar

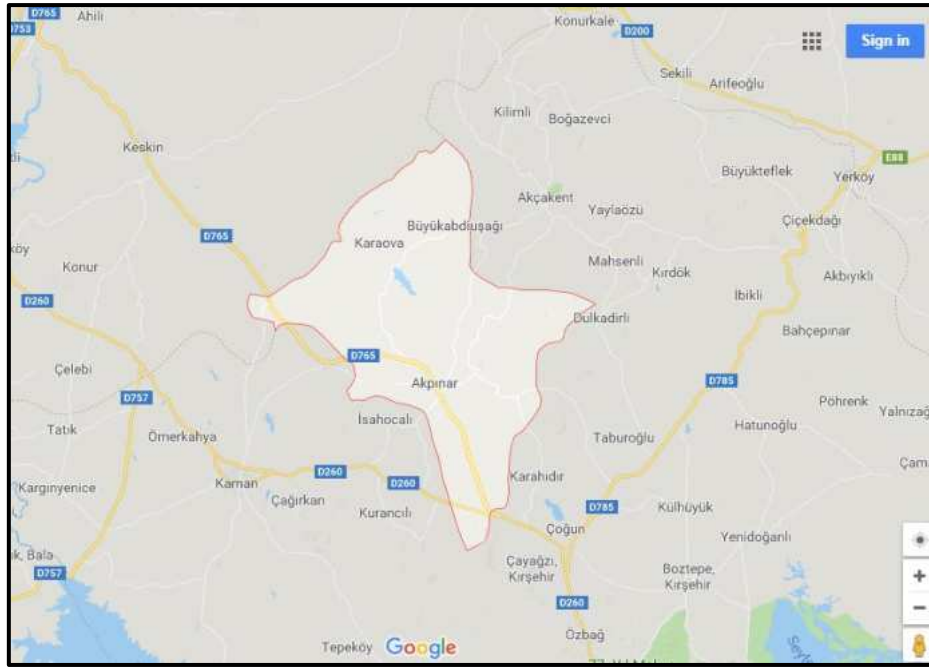
Savcılı jeotermal alanında 1986 yılında sınırlı ve sığ bir jeofiziksel direnç araştırması bulunmaktadır. Bu araştırma sonuçlarına bağlı olarak 5 adet kuyu açılmıştır. Sahada daha önce yapılan jeofizik araştırma sonuçları ve kuyu logları temin edilerek yeni saha çalışması ile bu sonuçlar irdelenmelidir. Bölgede bulunan dört adet kuyunun derinliği oldukça sığdır. Sahada ulaşılabilecek potansiyeli belirlemeye yönelik olarak jeofizik-rezistivite (DES) ve MT yönteminin uygulanmasıyla elde edilecek bulguların değerlendirilmesi, hem jeotermal aktiviteyi yansıtan anomali zonlarının saptanması, hem de yeni kuyuların yer seçiminde önemli bilgiler sağlayacaktır. Bölgede yapılacak olan jeolojik ve jeofizik araştırma sonuçları ile rezervuarın dikey/yanal yayılımı ve karakteristikleri tespit edilebilir ve yeni kuyu yeri önerilebilir.

1.9. Akpınar Jeotermal Alanı

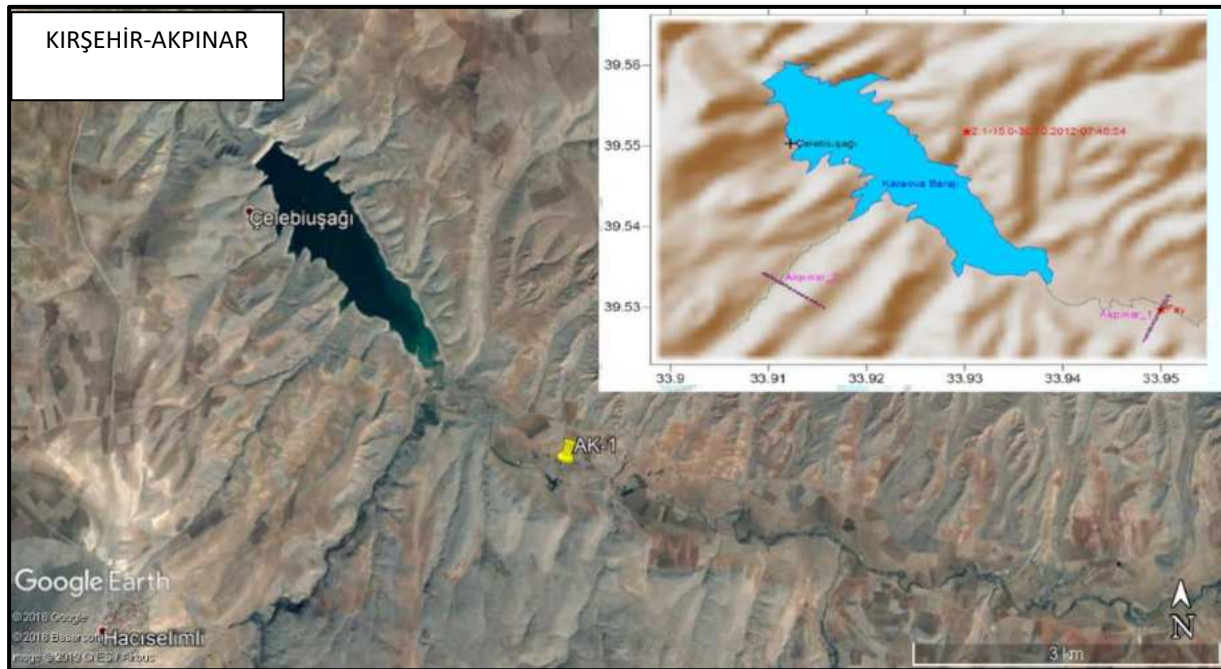
Akpınar ilçesi Kırşehir ilinin 41 km kuzeybatısında bulunmaktadır (Şekil 38). Bu bölgede iki adet kaynak çıkışı bulunmaktadır (Tablo 20). Sahada açılmış herhangi bir sıcak su kuyusu bulunmamaktadır. Kırşehir Belediyesi tarafından 2014 yılında yaptırılan çalışmada henüz işletmeye açılmamış olan Akpınar termal alanında, termal suların yüzeye çıkmasını sağlayan fayların geometrisini araştırmak amacıyla iki noktada sismik yansıma çalışması yapılmıştır. Sismik yansıma uygulamaları yapılan Akpınar'da bulunan termal çıkışa (AK-1) ait fay geometrisi belirlenmiştir. Bu çalışmada tespit edilen fay üzerinde yapılacak sondaj çalışmaları ile debi ve sıcaklığın arttırılmasının mümkün olabileceği belirtilmektedir (Şekil 39; Kırşehir Bel., 2014).

Tablo 20: Akpınar jeotermal alanındaki sıcak su kaynakları

Kaynak Adı	Sıcaklık(°C)	Debi (l/sn)
Erkekler Hamamı Kaynağı (1)	32,4	~5
Kadınlar Hamamı Kaynağı (2)	32,7	3-4



Şekil 38: Akpınar jeotermal alanı konumu



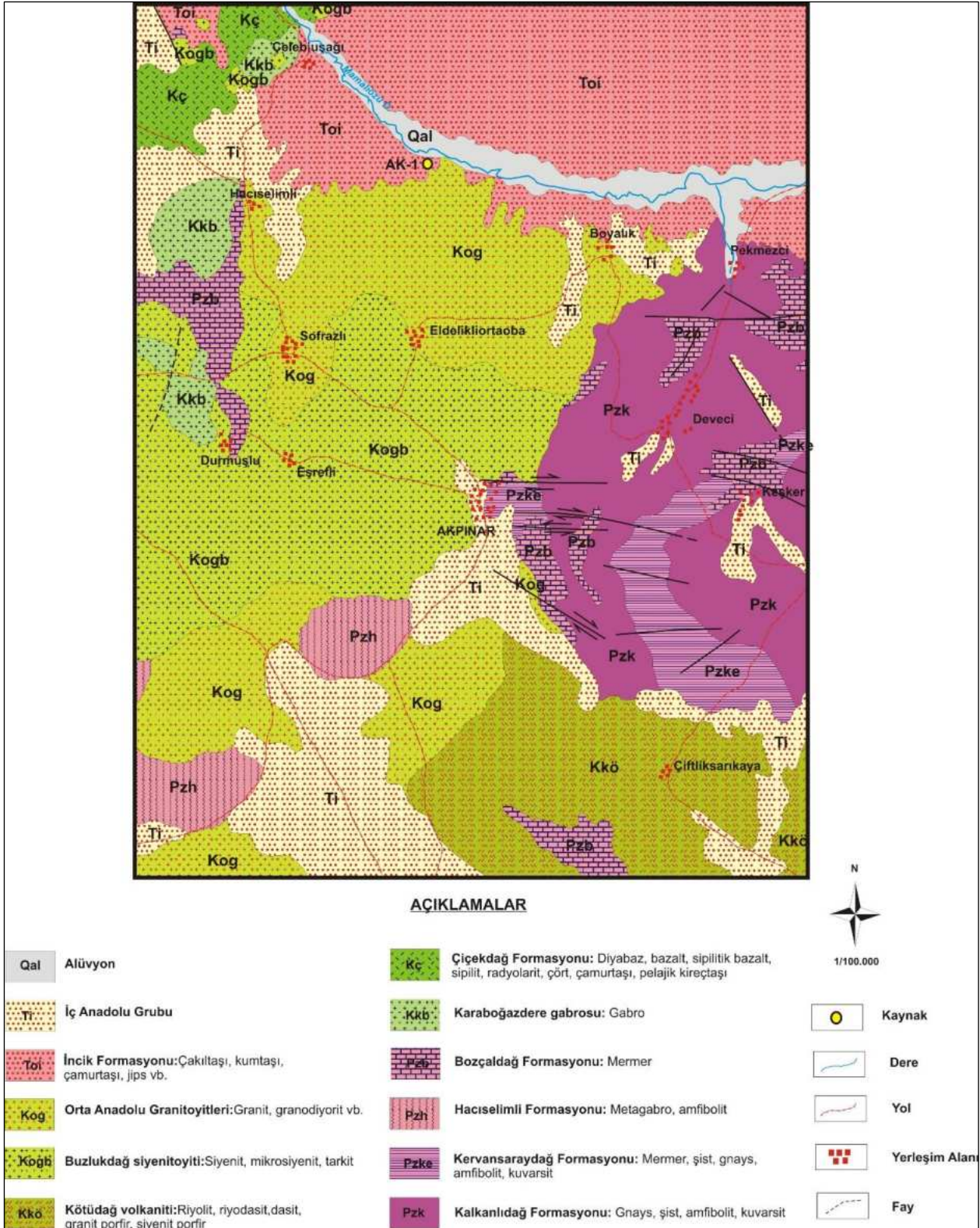
Şekil 39: Akpınar kaynak çıkışı ve bu bölgede uygulanan sismik hat konumları

1.9.1. Jeolojik Özellikler

Akpınar jeotermal alanı ve jeoloji haritası Kırşehir İ31, İ32, J31 ve J32 paftalarının birleştirilmesiyle oluşturulmuştur (Şekil 40). Formasyon adlamalarında bütünlük sağlanması açısından 2005 yılında tamamlanan İ31 ve İ32 paftalarındaki adlamalar kullanılmıştır (Dönmez vd., 2005c,d). Akpınar

Jeotermal alanı ve çevresinde temel Paleozoyik yaşlı Kırşehir Masifinden oluşmaktadır. Bölgede Kırşehir masifine ait Kalkanlıdağ, Kervansaray ve Bozçaldağ, Haciselimli formasyonları bulunmaktadır. Kalkanlıdağ formasyonu Gümüşler formasyonu ile Haciselimli formasyonu ise ile Karaboğazdere gabrosu eşdeğerdir. *Kalkanlıdağ formasyonu* (Pzk) genel olarak gnays ve az oranda şistlerden oluşmaktadır. Kırşehir masifinin alt düzeylerini oluşturan bu birim Kervansaray ve Bozçaldağ formasyonları ile düşey-yanal yönde geçişlidir. *Kervansaray formasyonu* (Pzke) mermer arakatlı kuvarsit, kuvarşist, kalkışit, gnays vb. kaya türlerinden oluşmaktadır (Göncüoğlu, 1977). Bu birim farklı MTA raporlarında Kervansaray şistleri olarak adlandırılmıştır. Kervansaray formasyonunun üzerinde yer yer erime boşluklu mermerler ve çok az oranda şistlerden oluşan *Bozçaldağ formasyonu* (Pzb) bulunmaktadır. *Haciselimli formasyon* (Pzh) gabrodan oluşmaktadır.

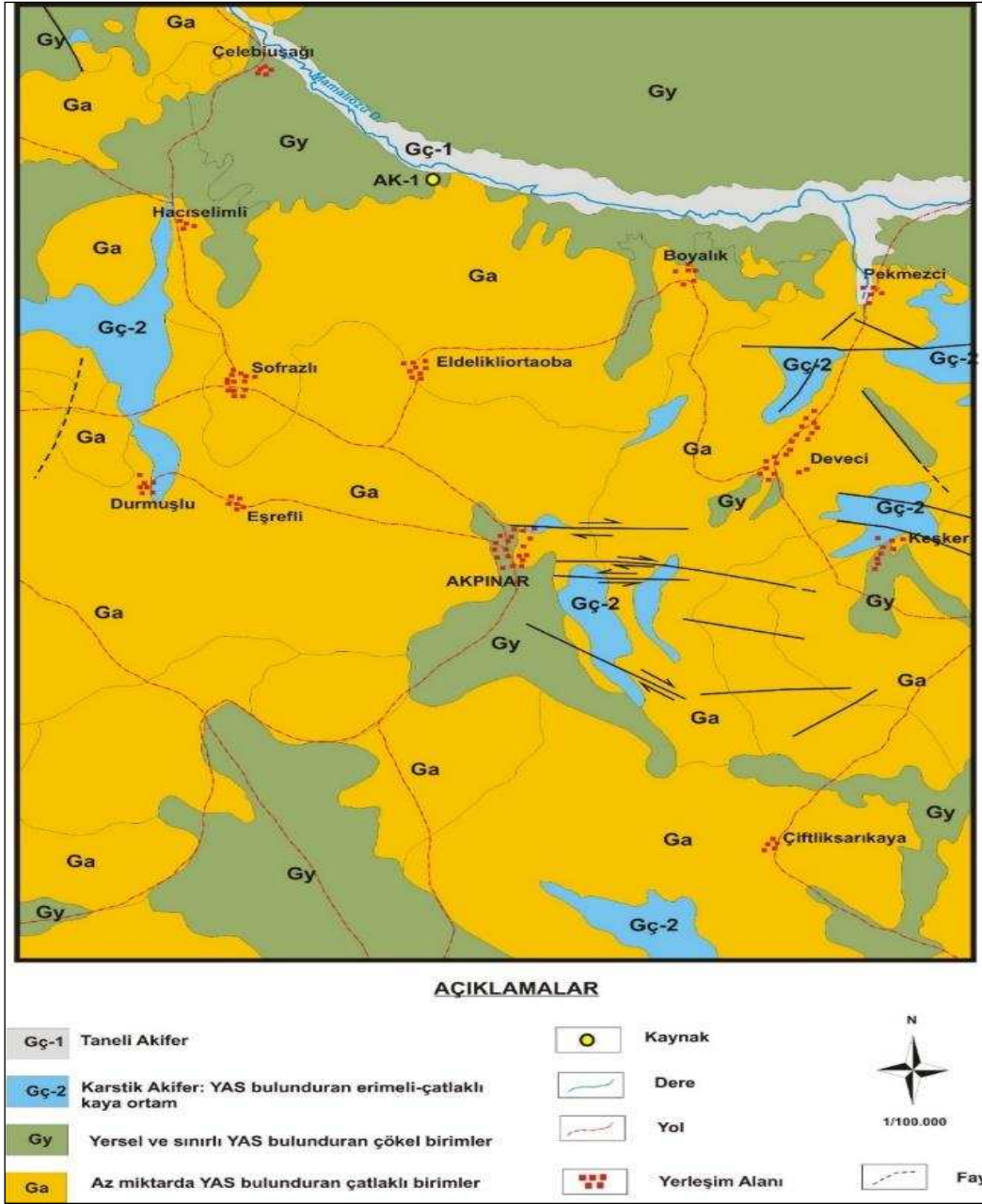
Buzlukdağ siyeniti Akpınar batısında geniş alanlarda yüzeylemektedir. *Buzlukdağ siyeniti* (Kogb) siyenit-mikrosiyenit-trakit, kuvarssiyenit-kuvarsmikrosiyenit-kuvarstrakit ve alkali siyenitten oluşan alkalen-kalkalkalen bileşimli ve silisçe doymun olmayan kayaçlardan oluşmaktadır. *Kötüdağ volkaniti* (KkÖ) Orta Anadolu granitoyitlerinin kenar zonlarında gelişen riyolit, riyodasit, dasit, granit porfir, siyenit porfir ve latit bileşimli damar ve yüzey kayaçlarından oluşmaktadır. *Çiçekdağı formasyonu* (Kç) altta diyabaz daykları, ortada bazalt, spilitik bazalt ve bunlarla ardalanarak radyolarit, çört, pelajik çamurtaşı, kireçtaşı, kumtaşı ve siltaşından oluşan volkano-tortul bir istiftir (Dönmez vd., 2005c). *Orta Anadolu Granitoyitleri* (Kog) granit, granodiyorit, mikrodiyorit bileşimindeki derinlik ve yer yer yarı derinlik kayaçlarından oluşmaktadır. Orta Anadolu Granitoyiti bölgede Baranadağ granitoyidi olarak adlandırılmıştır. *İncik formasyonu* (Toi) kırmızı renkli, karasal çakıltaşı, kiltası, kumtaşı ve yeşil renkli jips seviyeleri içermektedir. İncik formasyonu Akpınar kuzeyinde geniş alanlarda yüzeylemektedir. İç Anadolu grubu Akpınar güneyi ve Haciselimli köyü batısında geniş alanlarda yüzeylemektedir. *İç Anadolu Grubu* (Ti) bölgede karasal koşullarda çökelen çamurtaşı, çakıltaşı, kumtaşı bant ve mercekleri içermektedir.



Şekil 40: Akpınar jeotermal alanı ve çevresi jeoloji haritası (Dönmez vd., 2005c,d; Kara, 1991; Kara ve Dönmez, 1990)

1.9.2. Hidrojeolojik Özellikler

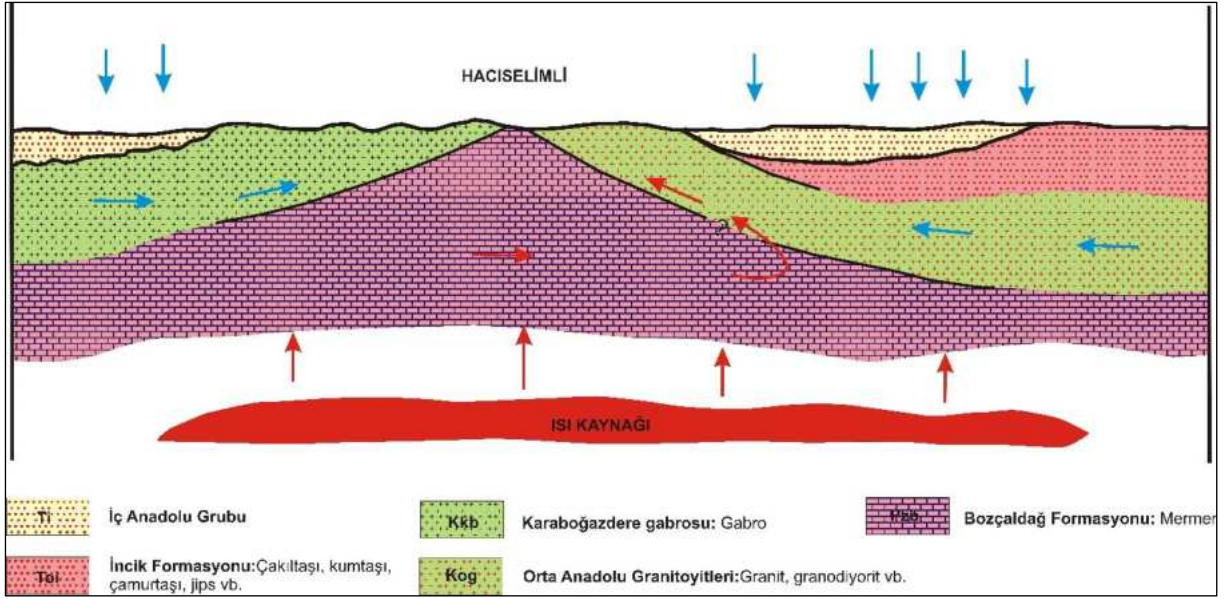
Genel olarak gnaylarda oluşan Kalkanlıdağ formasyonu; kuvarsit, kuvarşist, kalkşist, gnays vb. kaya türlerinden oluşan Kervansaray formasyonu; granit, granodiyorit birimlerinden oluşan Orta Anadolu granitoyitleri; genel olarak riyolit, riyodasit birimlerinden oluşan Kötüdağ volkaniti; bazalt, radyolarit, çört litolojilerinden oluşan Çiçekdağ ve Haciselimli formasyonları ile Buzlukdağ siyeniti birimleri genel olarak geçirimsiz özelliktedirler. Ancak, kırıklı-çatlaklı oldukları durumlarda bir miktar yeraltı sulyu bulundurabilirler. Benzer hidrojeolojik özelliklere sahip olan bu birimler hidrojeoloji haritasında “*az miktarda yeraltı sulyu bulunduran çatlaklı birimler*” olarak adlandırılmıştır (Şekil 41). İç Anadolu grubu ve İncik formasyonu genel olarak bünyelerinde yeraltı sulyu bulundurma kapasitelerinin sınırlı olması nedeniyle “*yersel ve sınırlı yeraltı sulyu bulunduran çökel birimler*” olarak adlandırılmışlardır. Bu birimler içerisindeki konglomera ve kumtaşı seviyeleri gevşek çimentolu oldukları durumda yüksek gözeneklilik ve geçirimliliğe sahiptir. Paleozoyik yaşlı Kırşehir masifinin en üst kesimini temsil eden Bozçaldağ mermerleri “*karstik akifer*” olarak adlandırılmıştır. Bozçaldağ mermerlerindeki geçirimlilik kırıklar, çatlaklar ve kırık kontrollü karstlaşma ile artmaktadır. Alüvyon tutturulmamış kum, çakıl, kil vb. malzemeden oluşmaktadır. Alüvyon yayılımları ve içerisindeki çakıl-kum seviyelerinin kalınlığına bağlı olarak önemli miktarlarda yeraltı suyu bulundurabilmektedir ve “*taneli akifer*” olarak tanımlanmıştır.



Şekil 41: Akpınar jeotermal alanı ve çevresi hidrojeoloji haritası

1.9.3. Kavramsal Model

Jeotermal sistem ısı kaynağı, ısıyı yeraltından yüze taşıyan akışkan, akışkanın depolanabileceği bir rezervuar kaya ve ısıyı korumayı sağlayan bir örtü kayacından oluşmaktadır. Akpınar jeotermal alanında meteorik kökenli sular yeraltına süzülerek derinlerde jeotermal sistemin rezervuar kayacı olan Bozçaldağ formasyonu içerisinde depolanmaktadır. Sistemin ısı kaynağı graben tektoniğine bağlı olarak yükselen jeotermal gradyan ve magmatik kayaç sokulumlarıdır. Sistemin örtü kayacını ise nisbeten geçirimsiz özellik taşıyan Miyosen-Pliyosen karasal çökellerden oluşan birimler (İç Anadolu grubu, incik formasyonu) oluşturmaktadır (Şekil 42).



Şekil 42: Akpınar jeotermal alanı kavramsal modeli (ölçeksiz)

1.9.4. Hidrojeokimyasal Özellikler

Proje kapsamında Nisan-2019 ayında Akpınar jeotermal alanında bulunan iki adet kaynaktan su örneği alınmıştır. Kaynak sularının sıcaklıkları 32 °C, EC değerleri 1316-1701 µS/cm ve pH değerleri 8 civarı olup bazik karakterlidir (Tablo 21). Akpınar kaynak sularında baskın katyon sodyum (Na⁺) olup 223.25-289.14 mg/l'dir. Baskın anyon ise 419.59-557.91 mg/l değerleri ile klorür (Cl⁻)'dür. Schoeller yarı logaritmik diyagramında benzer kökenli, aynı hazneye ve beslenme alanına sahip sular benzer değişim gösterir. Akpınar kaynak sularının Schoeller diyagramında da benzer majör iyon içeriğine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 43).

Piper diyagramında göre Akpınar jeotermal alanında bulunan hamamda kullanılan kaynak sularının su sınıfı Na-Ca-Cl'dür ve "karbonat olmayan alkalinitesi % 50'den fazla olan suları" temsil etmektedir (Şekil 43). Suların hidrojeokimyasal bileşenleri tamamen etkileşimde oldukları kayaçlar türleri ile ilişkilidir. Akpınar hamam kaynak sularının analiz edilen majör iyon analiz sonuçları "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" (İTASHY, 2005)'teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Kaynak sularının Na ve Cl içeriklerinin limit değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir.

1.9.4.1. Doymunluk İndisleri

Termal su örneklerinin doymunluk indisi değerleri AquaChem programının PHREEQC arayüzü ile hesaplanmıştır. Akpınar kaynak suları aragonit, kalsit, kalsedon, florit, kuvars ve talk minerallerine doymun, anhidrit, jips ve halit minerallerinin doymunluk altında olduğu tespit edilmiştir. Dolomit minerali ise Erkekler hamamı kaynağında doymunluk altında iken Kadınlar hamamı kaynağında

doğundur. Kaynak sularının doygunluk indisi değerlerine göre kullanıldığı taşıyıcı sistemlerde kalsit, aragonit, kuvars kabuklaşması görülebileceğini göstermektedir (Tablo 21).

1.9.4.2. Ağır Metaller

Proje kapsamında suların Al, As, B, Br, Cr, Cu, F, Fe, Li, Ni, Mn, P, Pb, Si, Zn ve NO₃ içeriklerinin analizleri de yapılmıştır. Termal sular kaplıcalarda 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 Akpınar kaynak sularının florür (F) içerikleri 5.08-5.35 mg/l olup yönetmelikte verilen sınır değerler olan 1,5 mg/l’nin üzerindedir. Yüksek florür konsantrasyonları pH, yüksek sodyum ve düşük Ca konsantrasyonları ile ilişkilidir (Handa, 1975). Yüksek florür içeriğine sahip suların sürekli içilmesi durumunda özellikle diş ve kemiklerde olumsuz etki yaratabilecektir (Davraz, vd., 2008; Varol vd., 2008).

1.9.4.3. Çözünürlük Jeotermometreleri

Jeotermometre eşitliklerinde termal suyun rezervuar kayaç etkileşimi ile kazandığı kimyasal içerik kullanılmaktadır. Farklı jeotermometre türleri olmasına karşın örnekleme, analizi ve değerlendirilmesi kolay olduğundan dolayı genellikle rezervuar sıcaklığının tahmininde katyon ve silis jeotermometreleri tercih edilmektedir (Doğdu, 2004). Giggenbach (1988) tarafından sıcak suların akifer (hazne) sıcaklıklarının saptanması ve suların ilişkide olduğu kayaçlarla olan denge durumlarının belirlenmesi için geliştirilmiş olan Na-K-Mg birleşik jeotermometresi ile sıcak suların hazne sıcaklığı hızlı olarak yorumlanabilmektedir. Akpınar kaynak suları Giggenbach (1988) diyagramında “ham sular” ve “su-kayaç ilişkisinin kısmen dengede olduğu sular” bölümlerinin ayrıldığı çizgi üzerinde yer almaktadır (Şekil 44). Bu nedenle katyon ve silis jeotermometreleri birlikte değerlendirilmiştir. Silis jeotermometrelerine göre hesaplanan rezervuar sıcaklıkları 48,15-138,24°C arasında değişirken, katyon jeotermometreleri ile belirlenen rezervuar sıcaklıkları 86,86-160,17°C arasında değişmektedir (Tablo 21).

Tablo 21: Akpınar jeotermal alanı sularının majör iyon, yerinde ölçüm, ağır metal, doygunluk indisi 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
Ehmky-1	Akpınar	Erkekler hamamı ky	1701	7,99	32,6	0,86	4,67	850	80,86	289,14	10,04	2,19	79,19	3,6	113,07	557,91	8,66
Khmk-2	Kaman	Kadınlar hamamı ky	1316	8,33	32,1	0,68	3,63	680	59,31	223,25	7,78	2,15	97,98	6,67	85,68	419,59	7,75
İTASHY 2005			2500							200					250	250	

Ağır metal içerikleri

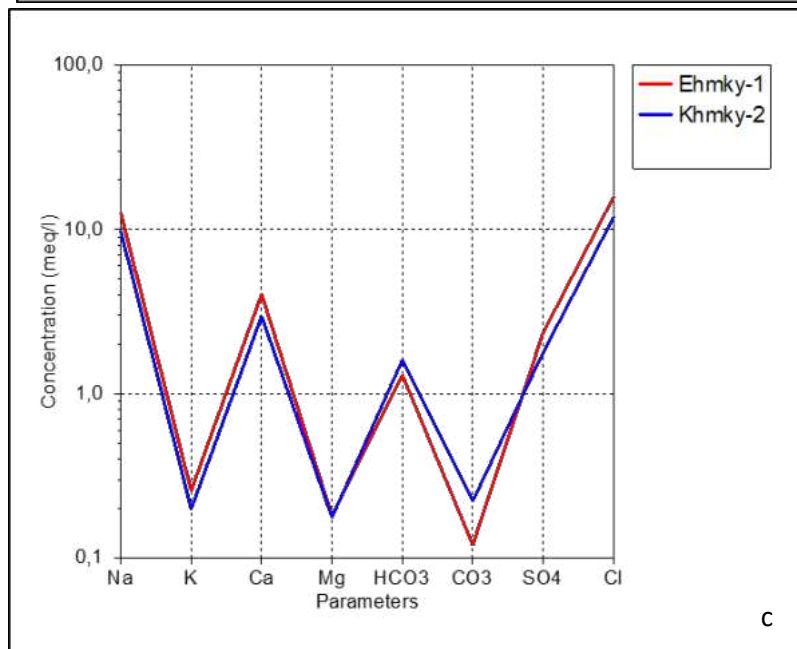
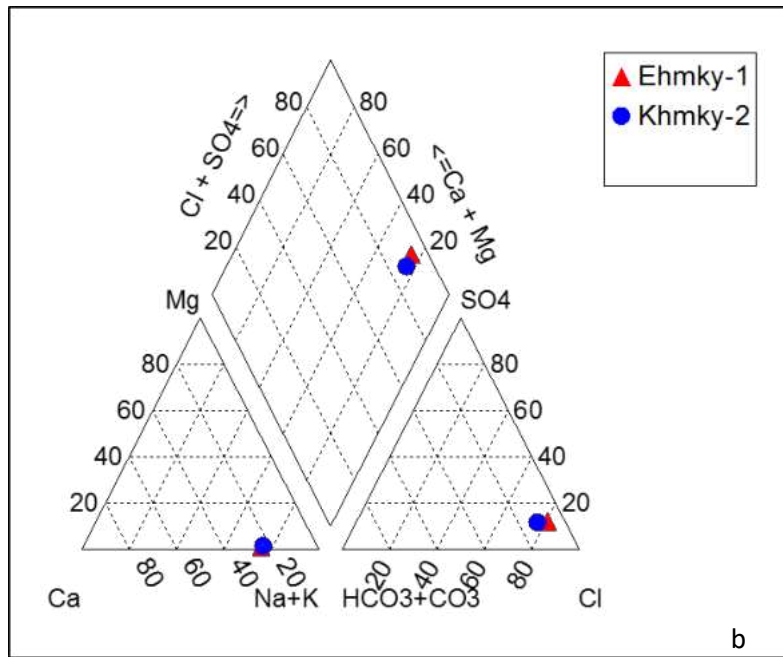
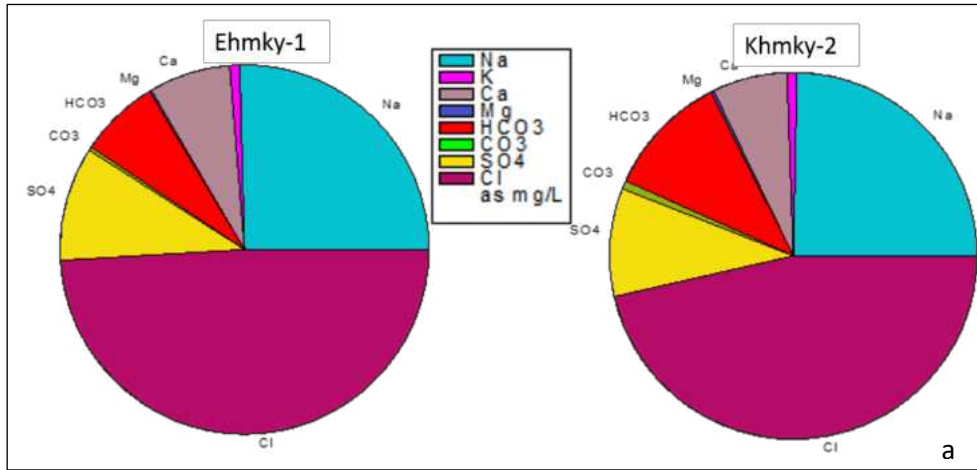
Kuyu Adı	Al mg/l	As mg/l	B mg/l	Br mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	F mg/l	Fe mg/l	Li mg/l	Ni mg/l	Mn mg/l	P mg/l	Pb mg/l	Si mg/l	Zn mg/l	NO ₃ mg/l
Ehmky-1	0,009	0,009	0,903	0,27	<0,005	<0,002	5,08	0,015	<0,01	<0,002	0,01	<0,01	<0,0005	24,965	<0,002	0,65
Khmk-2	0,014	0,008	0,745	<0,25	<0,005	<0,002	5,35	0,025	0,718	<0,002	0,057	<0,001	<0,0005	21,75	<0,002	1
İTASHY 2005	0,20	0,01	1	0,01	2	0,05	1,5	0,2			0,05					50

Doygunluk indisi (SI) değerleri

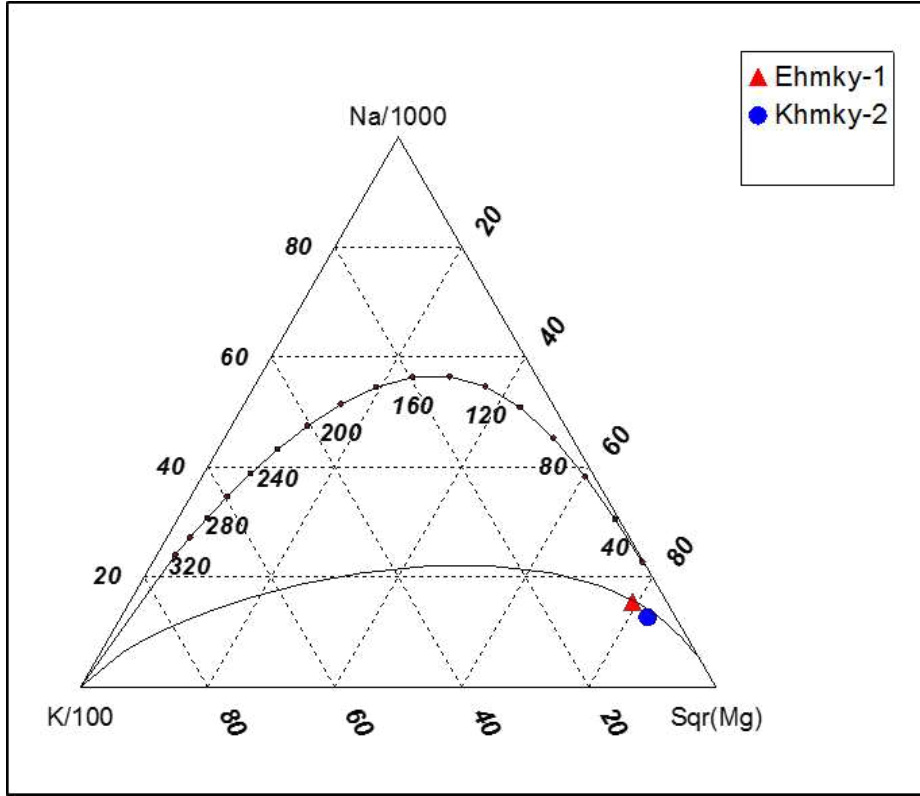
Kuyu Adı	Anhidrit	Aragonit	Kalsit	Kalsedon	Dolomit	Florit	Jips	Halit	Kuvars	Talk
Ehmky-1	-1,8115	0,2364	0,3749	0,0778	-0,3982	0,2564	-1,6272	-5,4281	0,4837	0,8518
Khmk-2	-2,0161	0,5706	0,7094	0,0126	0,396	0,2063	-1,829	-5,6509	0,4201	2,5955

Majör iyon dizilimi ve su sınıfı

İlçe	Örnek no	Katyon dizilimi	Anyon dizilimi	Su sınıfı
Akpınar	Ehmky-1	Na>Ca>K>Mg	Cl > SO ₄ > HCO ₃ > CO ₃	Na-Ca-Cl
Kaman	Khmk-2	Na>Ca>K>Mg	Cl > HCO ₃ > SO ₄ >CO ₃	Na-Ca-Cl



Şekil 43: a) Pie, b) Piper ve c) Schoeller diyagramları



Şekil 44: Akpınar jeotermal akışkanının Na-K-Mg üçgeninde denge durumları

Tablo 22: Akpınar jeotermal sahasındaki akışkanda hesaplanan jeotermometre değerleri

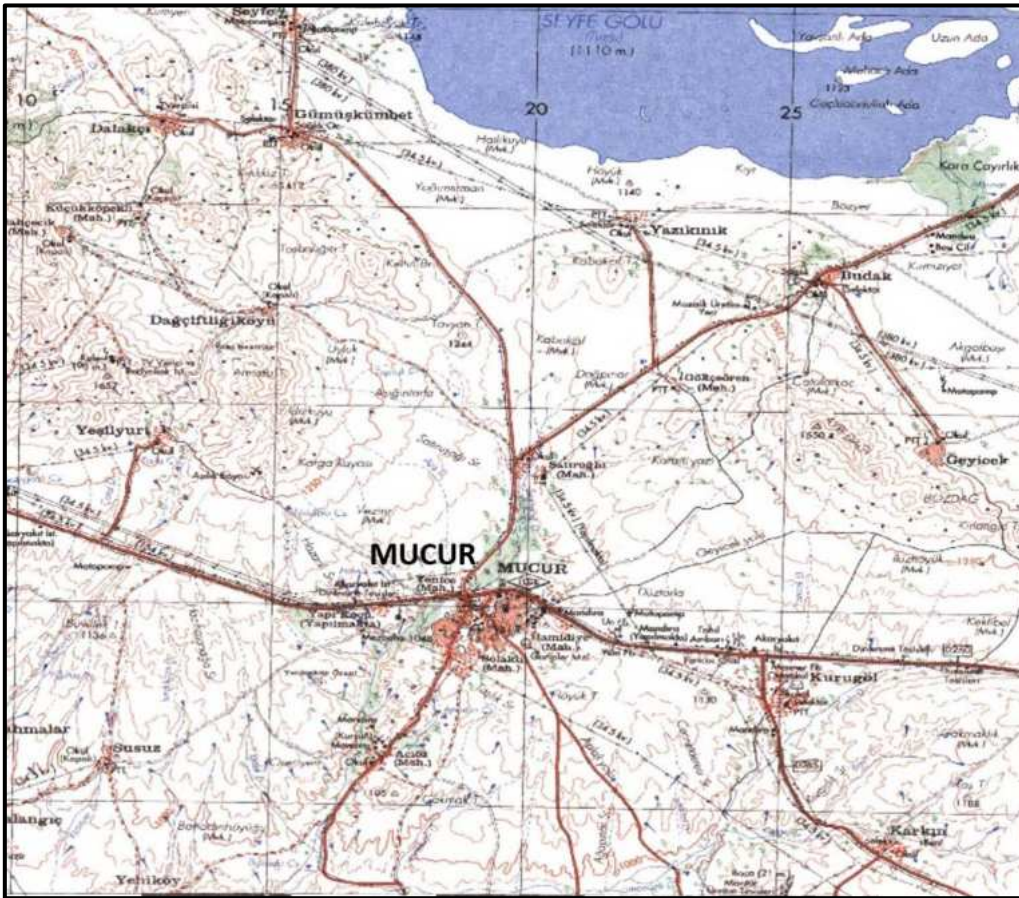
Uygulanan Jeotermometreler		Hazne Sıcaklığı (°C)	
		Ehmky-1	Khmkky-2
SiO ₂ (α-Kristobalit)	Fournier 1977	54,45	48,15
SiO ₂ (Kalsedon)	Fournier 1977	75,21	68,31
SiO ₂ (Kuars)	Fournier 1977	104,91	98,48
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Fournier 1977	105,23	99,68
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	79,68	73,88
SiO ₂ (Kuars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	103,95	98,35
SiO ₂	Fournier, Potter, 1982	138,24	119,28
Na/K	Arnorsson vd. 1983	144,47	144,68
Na/K	Arnorsson vd. 1983	86,68	86,94
Na/K	Truesdell 1976	109,17	109,43
Na/K	Fournier 1979	140,46	140,68
Na/K	Giggenbach 1988	159,96	160,17
Na/K	Nieva ve Nieva 1987	128,98	129,20

1.9.5. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen Çalışmalar

Akpınar jeotermal alanında açılmış herhangi bir sıcak su kuyusu bulunmamaktadır. Kırşehir Belediyesi tarafından 2014 yılında yaptırılan çalışmada henüz işletmeye açılmamış olan Akpınar termal alanında, termal suların yüzeye çıkmasını sağlayan fayların geometrisini araştırmak amacıyla iki noktada sismik yansıma çalışması yapılmıştır. Sismik yansıma uygulamaları yapılan Akpınar'da bulunan termal çıkışa (AK-1) ait fay geometrisi belirlenmiştir. Bu çalışmada tespit edilen fay üzerinde yapılacak sondaj çalışmaları ile bölgenin potansiyeli tespit edilebilir. Öncelikle tespit edilen bu alanda bir adet kuyu açılmalı ve elde edilen verilere göre sahanın değerlendirilmesi yapılmalıdır.

1.10. Mucur Jeotermal Alanı

Mucur jeotermal alanı Kırşehir'in yaklaşık olarak 21 km güneydoğusunda bulunmaktadır (Şekil 45). Bu sahada 2005 yılında iki adet kuyu açılmıştır (Tablo 23). Günümüzde kuyulardan herhangi bir amaç için yararlanılmamaktadır. Mucur jeotermal sahası 2012 yılında Özel İdare tarafından ihale edilmiş ancak talep olmadığından saha aramalara açık hale gelmiştir.



Şekil 45: Mucur jeotermal alanı konumu

Tablo 23: Mucur jeotermal alanında açılan kuyular⁶

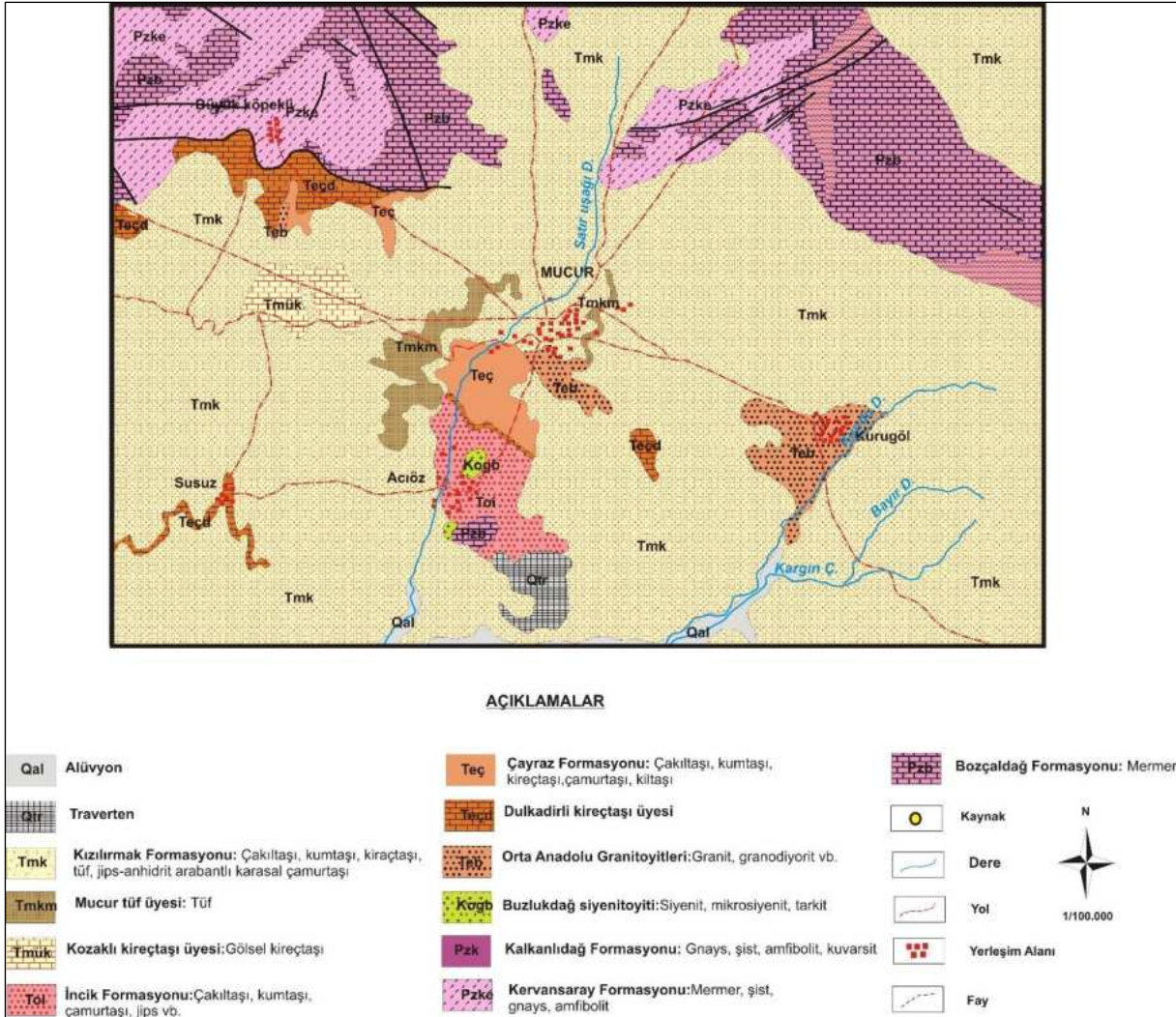
Kuyu Adı	Tarih	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/sn)	Üretim Şekli
MK-1	2005	266	37.0	7	P
MK-2	2005	194	32.3	>15	P

1.10.1. Jeolojik Özellikler

Bölgede Kırşehir masifine ait Kalkanlıdağ, Kervansaray ve Bozçaldağ formasyonları bulunmaktadır (Şekil 46). Kalkanlıdağ formasyonu Gümüşler formasyonu ile eşdeğerdir. *Kalkanlıdağ formasyonu* (Pzk) genel olarak gnays ve az oranda şist, kuvarsit ve amfibolitten oluşmaktadır. Kalkanlıdağ formasyonu üste doğru Kervansaray ve Bozçaldağ formasyonları ile düşey-yanal yönde geçişlidir. *Kervansaray formasyonu* (Pzke) mermer arakatlı kuvarsit, kuvarşist, kalkşist, gnays vb. kaya türlerinden oluşmaktadır (Göncüoğlu, 1977). Kervansaray formasyonunun üzerinde açık gri, beyaz, nadiren pembe renkli yer yer erime boşluklu mermerlerden oluşan *Bozçaldağ formasyonu* (Pzb) bulunmaktadır. Bozçaldağ formasyonu ince çört ve amfibol-amfibolitşist ara düzeyleri içermektedir.

Baraklı formasyonu (Teb) kırmızı-kahve renkli, orta-kalın katmanlı, çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşından oluşan linyitli karasal çökellerdir. Alt-Orta Eosen yaşlı Baraklı formasyonunun ile yanal-düşey yönde geçişli olarak Çayraz formasyonu bulunmaktadır. *Çayraz formasyonu* (Teç) alt düzeylerinde iyi tutturulmuş kumtaşı-silttaşı, üst düzeylerinde beyaz, bej-krem renkli, orta-kalın katmanlı/masif kireçtaşı ara düzeyleri ve çamurtaşından oluşan bir transgressif seriden oluşmaktadır. Çayraz formasyonu Çevirme formasyonu ile eşdeğerdir (Dönmez vd., 2005c). Çayraz formasyonunun üst seviyelerinde çamurtaşı-kıltaşı düzeyleri ile yanal ve düşey yönde geçişli olarak gözlenen kireçtaşı seviyeleri *Dulkadirli kireçtaşı üyesi* (Teçd) olarak ayırtlanmıştır. Çayraz formasyonu üzerinde uyumlu olarak İncik formasyonu bulunmaktadır. *İncik formasyonu* (Toi) karasal çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşmaktadır. İncik formasyonu üzerine uyumsuz olarak Kızılırmak formasyonu gelmektedir. Kızılırmak formasyonu İç Anadolu grubu ile eşdeğerdir. *Kızılırmak formasyonu* (Tmk) genellikle kızıl renkli çamurtaşlarından oluşmaktadır. Formasyonun kalınlığı yaklaşık olarak 150 m'dir (MTA, 2010). Kızılırmak formasyonu içinde yatay konumlu bant ve mercekler şeklinde bulunan kireçtaşları *Kozaklı kireçtaşı üyesi* (Tmkk) olarak adlandırılmıştır. Mucur çevresinde Kızılırmak formasyonu içerisinde yatay konumlu bant ve mercekler şeklinde yüzeyleyen beyaz, pembe renkli, volkanik cam parçalı yumuşak masif volkanikler *Mucur tüf üyesi* (Tmkm) olarak adlandırılmıştır (Kara, 1991). Mucur'un güneyinde küçük bir alanda *traverten* (Qtr) birim yüzeylemektedir.

⁶ (www.kirsehirtermal.com.tr/kirsehirde-jeotermal)



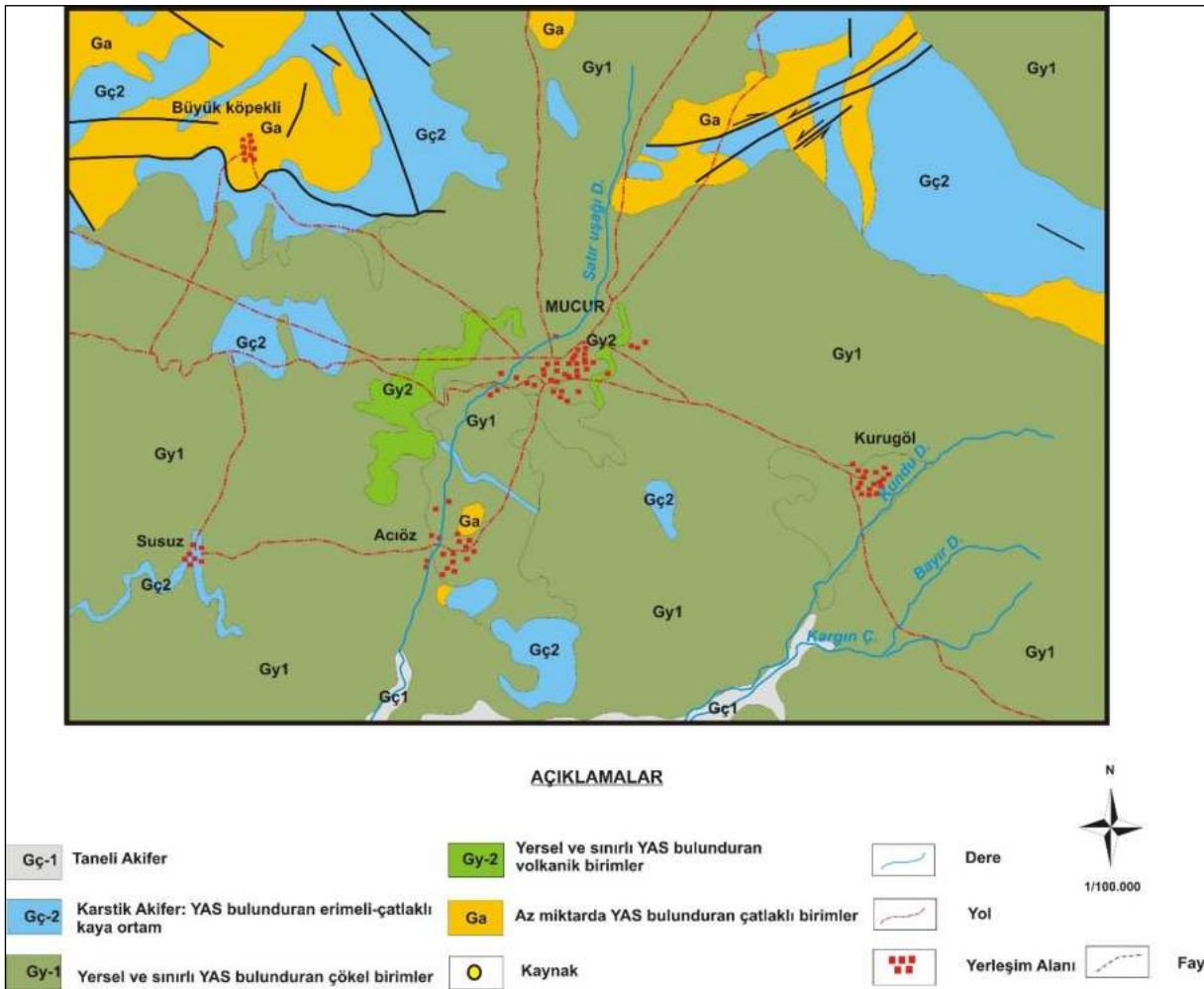
Şekil 46: Mucur jeotermal alanı ve çevresi jeoloji haritası (Kara, 1991)

1.10.2. Hidrojeolojik Özellikler

Hidrojeoloji haritalarında benzer hidrojeolojik özellikler taşıyan farklı birimler toplanarak tek bir birim altında gösterilebilir. Genel olarak benzer litolojilerden (gnays, şist, kuvarsit, kalkışit vb.) oluşan ve benzer hidrojeolojik özellikler gösteren Kalkanlıdağ ve Kervansaray formasyonları genel olarak geçirimsiz özelliktedirler. Ancak, kırıklı-çatlaklı oldukları durumlarda bir miktar yeraltı sulyu bulundurabilirler. Benzer hidrojeolojik özelliklere sahip olan bu birimler hidrojeoloji haritasında “az miktarda yeraltı sulyu bulunduran çatlaklı birimler” olarak adlandırılmıştır (Şekil 47).

Benzer litolojilerden (çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, siltaşı, kıltaşı) oluşan Kızılırmak, Baraklı ve Çayraz formasyonları “yersel ve sınırlı yeraltı sulyu bulunduran çökel birimler” olarak adlandırılmışlardır. Bu formasyonlar içerisindeki gevşek çimentolanmış, kırıklı-çatlaklı kumtaşı ve çakıltaşı seviyeleri yersel olarak yeraltı sulyu bulundurabilmektedir. Kıltaşı, siltaşı ve çamurtaşı, seviyeleri ise geçirimsiz birimlerdir.

Kırşehir masifinin en üst kesimini temsil eden Bozçaldağ mermerleri, Dulkadirli 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. Mucur tuf üyesi Kayseri-Nevşehir volkanizmasının çok uzaklara taşınan küllerinin depolanmasıyla oluşmuştur. Bu birim yer yer bentonitleşmiştir (Kara, 1991). Bu nedenle geçirimsiz özellik taşıyan Mucur tuf üyesi “yeraltı sulyu bulundurmeyan volkanik birimler” olarak adlandırılmıştır.



Şekil 47: Mucur Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası

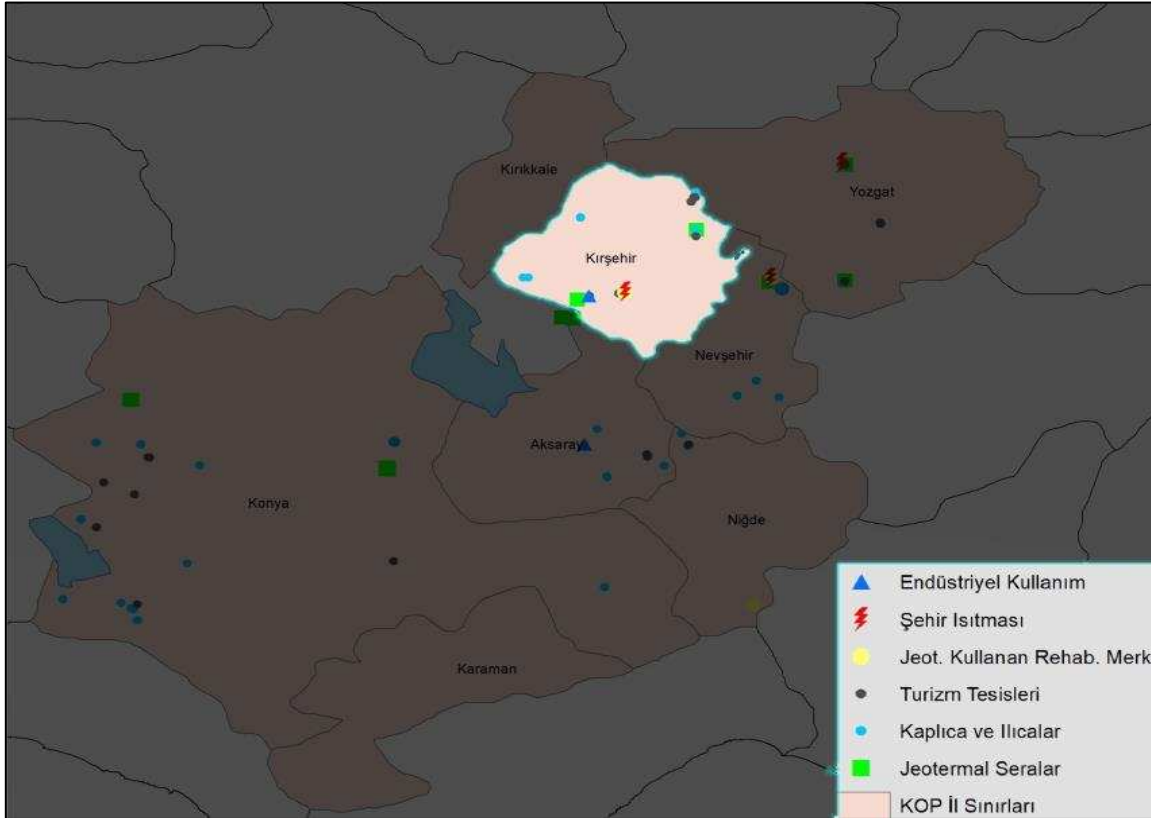
1.10.3. Kavramsal Model

Mucur jeotermal alanında yeraltına sızan meteorik kökenli suyun derinlerde ısıtıldıktan sonra depolandığı ve jeotermal sistemin rezervuar kayacını oluşturan litoloji Paleozoyik yaşlı Kırşehir masifinin bir üyesi olan ve mermerlerden oluşan Bozçaldağ formasyonudur. Bölgede jeotermal sistemin ısı kaynağı jeotermal gradyan ve magmatik kayaç sokulumlarıdır. Sistemin örtü kayacını ise

2. Kırşehir İli Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanları

Kırşehir jeotermal kaynakların kullanımı bakımından incelendiğinde turizm, tarımsal uygulamalar (seracılık ve sebze meyve kurutmacılığı) ve konut ısıtması alanlarında jeotermal enerjinin kullanıldığı görülmektedir. İlçeler bakımından ise Karakurt ve Çiçekdağı'nın seracılık bakımından öne çıktığı, konut ısıtmasının ise il merkezinde bulunduğu değerlendirilmiştir.

Kaman, Karakurt, Mahmutlu bölgelerinin seracılık faaliyetleri açısından su sıcaklığı ve iklim özellikleri bakımından yeterli olduğu değerlendirilmektedir. Karakurt'ta 2019 yılında projelendirilmiş ve 2020 yılında ilk hasadı yapılmış olan sera işletmesi kurulmuştur. Bu sera ve Mahmutlu'da yer alan sera ile birlikte ildeki sera sayısı 2 olmuştur.



Şekil 49: Kırşehir İli Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanları

2.1. Kırşehir Paydaş Ekosisteminin Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanlarına Yönelik Görüşleri

Kırşehir'de ekosistemin paydaşları ile yapılan toplantı ve görüşmelerden aşağıda belirtilen ana eksenlerde toplanmıştır. Diğer illerde de ifade edilen birçok nokta Kırşehir ilinde de paydaşlarca belirtilmiştir.

Yönetişim

Kırşehir’de ekosistemin paydaşları ile yapılan odak grup toplantısında, yasal mevzuatın karmaşık ve çok paydaşlı olması nedeni ile küçük girişimci ve aile işletmeleri için uygun bir yönetim ekosistemi oluşmadığı sonucuna varılmıştır. Termal kaynakların yönetim ve denetiminin yerel düzeyde yapılmasının gerekliliği öngörülmektedir.

Jeotermal Kuyular

Kuyuların oldukça eski olması nedeni ile niteliklerini zaman içinde kaybetmesinin işletmelerin üzerinde maliyet baskısı oluşturduğu vurgulanmıştır. Kuyuların rehabilitasyonuna yönelik projeler oluşturulmuş olmakla birlikte kamunun finansal kaynaklarının yetersiz olduğu değerlendirilmektedir. İlin termal zenginliğine rağmen altyapı için kamu finansmanı devreye girmediği sürece yatırımcılar için bir cazibe oluşturulamayacağı düşünülmektedir.

Ruhsatlandırma

Jeotermal kullanımına yönelik yatırımlarda amaç dışı kullanım ve ruhsatlandırma talepleri nedeni ile mevzuatların güncellenmesi gerektiği belirtilmiştir. Gerçek ve dürüst yatırımcıyı ortaya koyacak bürokrasiden uzak, mevzuat ve süreçlerin oluşturulması paydaşlar tarafından beklenmektedir.

Bilgi Altyapısı ve Kurumlar

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi ile jeotermal kaynakların doğru yatırımlara dönüştürülmesi konusunda sektör işbirliği içerisinde olup üniversitesinin Jeotermal Kaynakların araştırılması ve kullanımı konusunda bir bilgi merkezi olma potansiyeline sahip olduğu değerlendirilmiştir.

Mülkiyet

Kuyuların akış açısından takip edilmemesi, kuyulardaki çatlaklardan boşa akan suların bulunamaması nedeni ile bazı kuyuların kullanılamaz hale geldiği değerlendirilmiştir. Kuyuların kamuya ait olması, zaman içinde rehabilite edilmesi gereken kuyularda inisiyatif alınmasını engellemektedir. Bu nedenle termal kaynaklar konusunda merkezi ama paydaş katılımlı bir mekanizmanın oluşturulması gerekmektedir. Benzer şekilde kurulacak bu otoritenin imar planlarını ve yeni tesislerin kapasitelerini düzenlemesi beklenmektedir.

Çeşitlilik

Akpınar ilçesinde tedavide de kullanılan balıklar. Turizm açısından farklılık oluşturan bir değer olup rekabetçilik açısından dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir. Bu tür tematik avantajların değerlendirilmesi üzerinde durulmuştur.

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

- **Termal Turizm Master Planı (2007-2023)**

Orta Anadolu Termal turizm bölgesi planı çerçevesinde Kırşehir'e yönelik olarak turizm destinasyonları oluşturulmuştur. Kırşehir ili termal turizm destinasyonunda; Çiçekdağ-Mahmutlu-Bulamaçlı-Yozgat Yerköy Termal Turizm Merkezi, Terme Karakurt Termal Turizm Merkezi, Mucur Termal Turizm Merkezinin geliştirilmesi kapsamında ilan edilecek turizm merkezlerinde 40.000, diğer termal alanlarda 5.000 olmak üzere, il genelinde toplam 45.000 yatak kapasitesi planlanmıştır. Termal turizm merkezlerinde konaklayacak turistlerin 14-21 gün kür programları ile konaklayacağı öngörüsüyle 14 günlük tur programları hazırlanmıştır.

Bu tur programında İnlimurat Yeraltı Şehri, Yunus Emre Türbesi, Seyfe Gölü, Hirfanlı Barajı, Karanlıkdere Vadisi gibi doğal ve kültürel alanlar destinasyon kapsamına alınmıştır.

- **KOP Turizm Master Planı**

KOP Turizm Master Planı'na göre Kırşehir ilinde 2 adet Termal Turizm Merkezi bulunmaktadır. Plana göre turizm merkezlerinde açık ve yeşil alanlara önem verilmesi gerektiği belirtilmiştir. Genellikle 3. yaş grubu tarafından ziyaret edilen kaplıca alanlarının, termal turizmi simgeleyen gül plantasyonları ile donatılması önerilmektedir. Ayrıca ziyaretçi kitlesi için küçük çaplı hobi bahçelerinin yapılması ziyaretçi taleplerini artırma yönünde atılan adımlardan olacaktır.

Dünya'da termal şehirlerin ya da merkezlerinin planlamasında kullanılan "su şehirleri" kavramının Kırşehir ilinde bulunan jeotermal kaynaklarda yapılması hususunu araştırılmalıdır. Plana göre Kırşehir'in bir su şehri olarak markalaşarak geliştirilmesi için araştırılacak termal kaynaklardan birinci öncelik, Kırşehir Terme Karakurt Termal Turizm Merkezi'ne ve ikinci öncelik Çiçekdağı Bulamaçlı-Mahmutlu Termal Turizm Merkezi'ne verilmelidir.

Termal Turizm Merkezi olmayan ancak kaplıca sularının özelliklerine bağlı olarak gelişebilecek kaynakların belirlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda özel girişimcilerle gelişecek kaplıca yapılarının yer aldığı kaplıca yerleşkelerinin yapılması gündeme gelmelidir. Yöre mimarisine uygun yapılar ile

çevrenlenmiş, açık ve yeşil alanların çoğunlukta olduğu yerleşkelerin yerel yönetimler tarafından uygulanması önerilmektedir.

Özellikle termal turizm merkezlerinde yer alan termal kaynaklara olan talebin artması için donatı alanlarının da kullanılabilir düzeyde olması gerekmektedir. Bu nedenle kaplıca bölgelerinde yer alan tesis alanlarının özenle planlanması gerekmektedir.

- **TR71 Bölgesi Turizm Araştırma ve Analiz Raporu (AHİKA)**

Kırşehir, TR 71 Bölgesi içindeki önemli termal kaynaklara sahip illerden biridir. Zengin termal kaynakların varlığı Termal Turizm Master planında da öne çıkan illerden biri olmasını sağlamıştır. Terme-Karakurt, Mucur, Çiçekdağı-Mahmutlu, Çiçekdağı-Bulamaçlı öncelikli geliştirilecek termal turizm merkezi olarak ilan edilmiştir.

Terme, Kırşehir il merkezinde Kuşdili Mahallesi; Karakurt, merkez ilçeye bağlı Karalar Köyünde; Bulamaçlı ve Mahmutlu, Çiçekdağı ilçesinde yer almaktadır. Bu merkezler dışında Mucur, Savcılı ve Akpınar termal alanları da ilçenin termal kaynaklarının bulunduğu bölgelerdir.

2.3. Kırşehir 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. Bölgedeki jeotermal sulara ait MTA envanteri ve saha çalışmaları neticesinde ulaşılan en yüksek sıcaklık Nevşehir Kozaklı'da bulunup 105,5°C derecedir.

KOP Bölgesinde jeotermal enerjinin konut ısıtmasında kullanımı üç yerleşim yerinde bulunmakta olup Nevşehir Kozaklı ilçesi 3.800 konut eşdeğeri ile KOP bölgesindeki en büyük konut ısıtma kapasitesine sahiptir. Kırşehir'de ise 1.577 konut ısıtması jeotermal enerji ile yapılmakta olup KOP Bölgesi içinde yer alan kullanımdaki konut ısıtma eşdeğerinin % 23,6'sı (1.800) Kırşehir'de yer almaktadır.

Tablo 24: 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. Kırşehir İli Konut Isıtması

Kırşehir’de şehir ısıtma sistemlerinde diğer enerji türlerine göre temiz ve ucuz olması, kullanımının sürekli olarak ek maliyet oluşturmaması gibi sebeplerle jeotermal enerji tercih edilmektedir. İldeki mevcut şehir ısıtma sistemi kamu şirketi olarak faaliyet gösteren Kırşehir Termal Turizm A.Ş. tarafından yürütülmektedir. Şirketin % 79’u il özel idaresine, % 20’si Kırşehir Belediyesi’ne, geri kalan % 1’lik kısım ise ilin Esnaf Odaları Birliği, Ziraat Odası Birliği, Sanayi ve Ticaret Odası’na aittir.

Jeotermal ısıtma sistemi ilde ilk olarak 1992 yılında kurulmuş olup mevcut durumda yalnızca il merkezinde konut ısıtma sistemi kullanılmaktadır. İl merkezindeki Terme bölgesinde yer alan T4 ve T9 kuyuları söz konusu sistemde kullanılan jeotermal su kaynaklarıdır. Su kaynaklarının; termal suyun toplandığı ve daha sonra dağıtımının yapıldığı ısı merkezine yaklaşık olarak 50 - 100 m uzaklıkta olması, taşıma maliyetlerini ve taşıma esnasında kaybolabilecek enerji miktarını dikkate değer ölçüde düşürmesi Kırşehir için önemli avantajlardandır.

Kuyuların ortalama sıcaklıkları 56 °C olup debileri yaklaşık olarak 100 l/sn ’dir. Kuyulardan alınan su, separatörlerden geçirilerek içeriğindeki gazdan arındırıldıktan sonra ısı merkezine iletilmekte ve buradan da termal su pompaları yardımı ile eşanjörlere iletilmektedir. Benzer sistem ile şehir şebekesinden alınan temiz su da eşanjörlere iletilmektedir. Eşanjörlerde kapalı devre şebeke suyu termal suyun ısı ile ısıtılır. Bu işlemden sonra eşanjöre ortalama olarak 55 °C sıcaklıkla giren termal su yaklaşık 42 °C’de, 13 °C kayıpla eşanjörden çıkar. Yine şehir kapalı devre dönüş hattından 41-42 °C de gelen temiz su eşanjöre girer ve yaklaşık 48-49 °C de eşanjörden çıktıktan sonra şehre ısıtma amacıyla gönderilir. Bu süreç 24 saat kesintisiz olarak sürdürülür.⁷

Isı merkezinde, ısı transfer aşamalarında 4 adet titanyum plakalı (ısı iletiminin yüksek olması ve hafif olup bakımlarının kolay olması sebebi ile) eşanjör kullanılmaktadır. Termal suların eşanjöre iletiminde ise 5 adet pompa bulunurken şebeke suyunun iletiminde 4 pompa sistemi yer almaktadır. Termal suyun ısı merkezine ulaştırılması ve şehir içi kapalı devre şebeke suyunun binalara iletiminde PPRC ve paslanmaz özellikteki borular kullanılmaktadır. Şehirdeki jeotermal ev ısıtması sisteminde kullanılan boruların uzunluğu yaklaşık olarak 11 kilometredir.

Sistem temel olarak hava sıcaklıklarına göre ayarlanmaktadır. Dış ortam sıcaklığının yüksek olduğu dönemlerde binaların ısı ihtiyaçlarının düşük olması sebebi ile düşük debide termal su ve elektrik kullanılmaktadır. Dış ortam sıcaklıklarının düşük olduğu durumlarda da ısı ihtiyacının artmasından dolayı termal su tüketimi ve elektrik tüketimi artmaktadır. Jeotermal merkezi ısıtma sistemi ile

⁷ Kırşehir Termal Turizm A.Ş. <http://www.kirsehirtermal.com.tr/tesislerimiz/>

Kırşehir’de 585 konut, 569 işyeri, 21 resmi kurum binası ve 8 cami ısıtılmaktadır. Bu ısıtılan alanların toplamı 1.577 konuta eşdeğerdir. (1 konut 100 m² olarak hesaplanmıştır.)

Tablo 25: Kırşehir Jeotermal Merkezi Isıtma Verileri

Abone Türü	Abone Sayısı	Alanı (M ²)	Konut Eş Değeri
Konut	585	62.939	630
İş Yeri	596	48.069	480
Resmi Kurum	21	42.633	427
Cami	8	4.082	40
TOPLAM	1.183	157.723	1.577

Kırşehir’de 2019-2020 kış sezonu döneminde ısınma bedeli m2 birim fiyatı konutlar için 13,29 TL olarak belirlenirken bu rakam iş yerleri için 14,82 ve resmi kurumlar için 16,41 TL olarak uygulanmaktadır. Kış aylarında ısınma sistemi 30 Ekim ve 30 Nisan arası dönemde uygulanmaktadır. Örnek verilecek olursa 100 m²’lik bir konut kış sezonu boyunca 1.329 TL ısınma ücreti ödemektedir.⁸

Kırşehir’de mevcut durumda jeotermal kaynakların kullanımı ve işletimi konusunda tek merkezli bir yapının kurulması amacıyla “Termal Kaynağın Tek Elden Dağıtımı” projesi hayata geçirilmektedir. Projenin ilk aşamalarında alt yapı işlemlerinin tamamlanması kapsamında ısı merkezinin yapımı ve ısı kaybını önlemek, su kaçağını önlemek, konutlara ve iş yerlerine daha çok su vermek amaçlarıyla yapılan jeotermal boru hattı yenileme çalışması 2016 yılında tamamlanmış olup son aşama olan otomasyon sistemlerinin yapımı aşamasına gelinmiştir. Bu kapsamda pompa sistemleri de kurularak jeotermal dağıtım sisteminin tek merkezden kontrolünün sağlanması ve verimliliğin artırılması hedeflenmektedir.

⁸ <http://www.kirsehirthermal.com.tr/tarifeler/>



Şekil 50: Kırşehir Şehir Isıtma Sistemine Ait Görseller

2.3.2. Kırşehir İlinde Jeotermal Kaynakların Isı Kapasiteleri

Bu bölümde, Kırşehir ilinde yer alan ve verileri bulunan jeotermal kaynakların sıcaklık–kapasite ilişkileri incelenmiştir. 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.

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

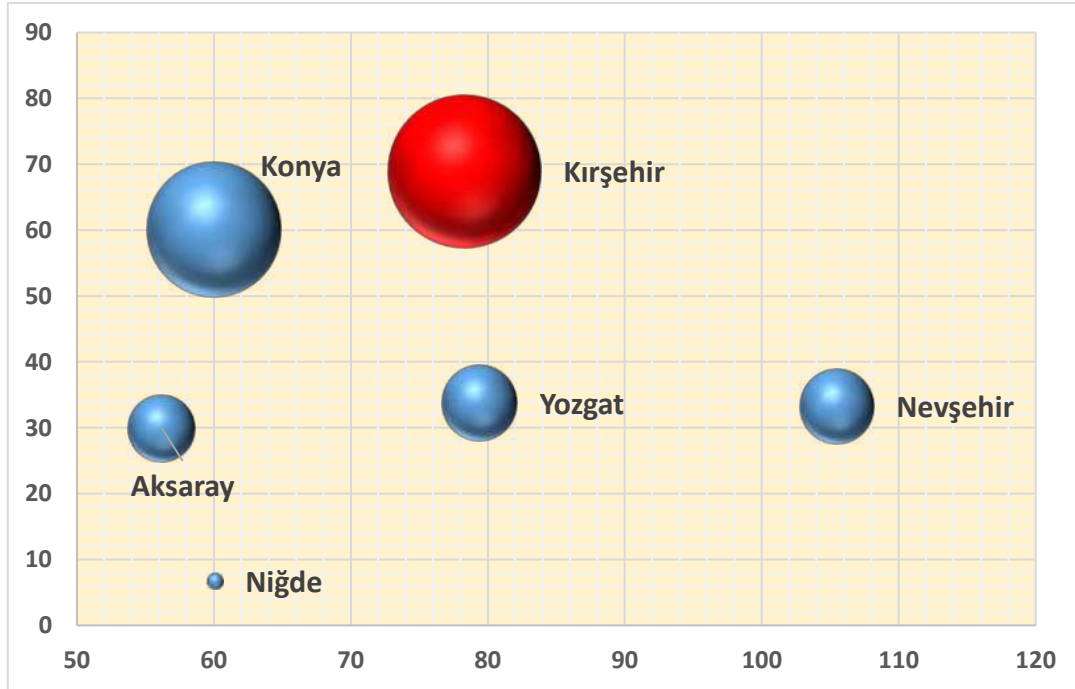
Formülde; w (kg/s) kütleli debiyi, T (°C) sıcaklığı vermektedir. Elde edilen ısı kapasitesi ise MW_t birimindedir. Hesaplama T sıcaklığı ile gelen jeotermal kaynağın dönüş sıcaklığının 20 °C düştüğü varsayımı güç hesabı yapılmıştır.

Isı kapasitesi analizi KOP Bölgesi’ndeki illere göre yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 27’de verilmektedir. Kırşehir’de bulunan ve verisine ulaşılan 18 kaynağın toplam ısı kapasitesi 68,9 MW_t olup, KOP Bölgesi potansiyelinin %30’unu temsil etmektedir. Mevcut veriler ışığında bölgedeki en yüksek kapasite ise Kırşehir ilinde bulunmaktadır. Bölgede gözlemlenen en yüksek sıcaklık Nevşehir ilinin Kozaklı ilçesinde İl Özel İdaresine ait kuyudan gelmekte iken Kırşehir’deki en yüksek su sıcaklığı 78,3 °C’dir.

Tablo 26: KOP Bölgesi ve Kırşehir Isı Kapasitesinin Dağılımı

İl/Bölge	Veri Sayısı	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	Kapasite (MW _t)	%
Aksaray	7	28,4	56,20	29,93	13%
Kırşehir	18	30,8	78,30	68,94	30%
Konya	29	18,3	60,00	60,09	26%
Nevşehir	6	43,5	105,50	33,28	14%
Niğde	4	32,2	60,10	6,77	3%
Yozgat	6	40,6	79,40	33,73	14%
KOP Bölgesi	70	18,3	105,5	232,73	%100

Şekil 51’de KOP bölgesi ısı kapasite dağılımı verilmiş ve Kırşehir’in kapasite değeri işaretlemiş olup Tablo 28’de yer alan son sütunda, hesaplanan ısı kapasiteleri de verilmektedir. Hesaplanan ısı kapasitesi değerleri, mevcut sıcaklık ve debi değerleri dikkate alınarak yapılmıştır. Debi değerleri zaman içinde değişebilmektedir. Herhangi bir bölgede proje kapsamında ek kuyuların açılması durumunda üretim debisi yükseleceğinden ısı kapasitesi de artacağı göz önünde bulundurulmalıdır.



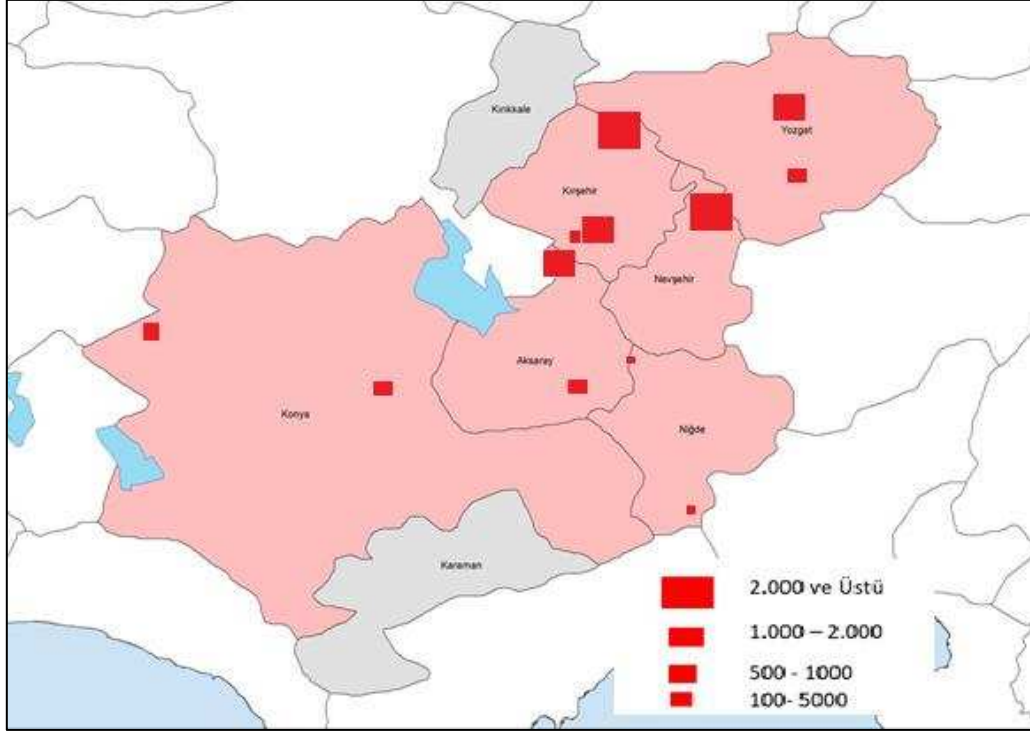
Şekil 51: Isı Kapasitesi Ve Maksimum Sıcaklık Arasındaki İlişkinin İllere Göre Dağılımı

Tablo 27: Kırşehir İlindeki Jeotermal Kaynakların Hesaplanan Isı Kapasiteleri

ID	İlçe	Kuyu Adı	Y	X	Bikarbonat (HCO ₃)	Karbonat (CaCO ₃)	Toplam Ç.Madde	Sıcaklık	pH	Debi	Debi (l/sn)	MWt
118	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi	39.1314	34.1624	347.23	1.75	389	30,8	7.08	8,8 artezyen	8.8	0.39764736
119	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi	39.1322	34.1499	684.6	1.2	1015	54,2	7.55	12,3	12.3	1.76004144
120	MAHMUTLU	Kırşehir İl Özel İdaresi (Farmco Tarım İşl.) – ÇM-2 Kuyusu	39.4578	34.4959	269.79	2.3	3250	76,1	8.33	80 artezyen	80	18.777792
121	AKPINAR	Kırşehir İl Özel İdaresi – Erkekler Hamamı Kaynağı 1	39.5286	33.9466	79.19	3.6	850	32,6	7.99	5 artezyen	5	0.263592
122	ÇİÇEKDAĞ	Kırşehir İl Özel İdaresi (Çiçekdağ Belediyesi) – Bulamaçlı Kaynak 1	39.6097	34.4727	823.5	2.2	3970	39,6	6.54	1 artezyen	1	0.0820064
123	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-1 Kuyusu	39.136	34.1521	621.36	0.83	923	66,3	7.58	4,2 artezyen	4.2	0.81362064
124	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi	39.1355	34.1494	638.99	0.9	828	56,3	7.94	26,7 artezyen	26.7	4.05517464
125	SAVCILI	Kırşehir İl Özel İdaresi	39.2159	33.6989	38.4	44.4	284	34,6	8.9	5 artezyen	5	0.305432
126	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi	39.137	34.1535	647.34	0.86	845	51,1	7.76	0,80 artezyen	0.8	0.10409792
127	ÇİÇEKDAĞ	Kırşehir İl Özel İdaresi	39.6098	34.473	830.32	1.8	4010	46,9	6.65	8 artezyen	8	0.9003968
128	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi / T-9	39.1374	34.1537	712.27	0.77	1011	56,4	7.52	49 artezyen	49	7.4625824
129	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi / T-4	39.1363	34.1527	763.5	1.36	1105	58,3	7.55	53,10 artezyen	53.1	8.50912632
130	ÇİÇEKDAĞ	Kırşehir İl Özel İdaresi / ÇM-1 Kuyusu (Artezien)	39.6575	34.4947	287.42	0.54	3200	73,1	8.16	40 artezyen	40	8.886816
131	ÇİÇEKDAĞ	Kırşehir İl Özel İdaresi / ÇM-4 Kuyusu (Artezien)	39.4627	34.4982	275.42	2.06	3380	78,3	8.09	35 artezyen	35	8.537452
132	ÇİÇEKDAĞ	Kırşehir İl Özel İdaresi / ÇB-1 Kuyusu	39.6096	34.4726	902.37	3.5	3990	43,7	6.64	7 artezyen	7	0.6941256
134	KAMAN	Kırşehir İl Özel İdaresi	39.2159	33.672	97.98	6.67	680	32,1	8.33	4 artezyen	4	0.2025056
135	AKPINAR	Kırşehir İl Özel İdaresi	39.5283	33.9463	38.69	38.08	285	34,6	8.93	4,5 artezyen	4.5	0.2748888
141	KARAKURT	Kırşehir İl Özel İdaresi – Karakurt Sera Tesisleri SSK-1 Kuyusu	39.1119	33.9904	387.2	0.94	669	61,3	8.15	40 artezyen	40	6.911968

2.3.3. Kırşehir İlinde 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, ısıtılabilir potansiyel alanlar Şekil 52'deki gibi tespit edilmiştir. Bu kapsamda, potansiyel oluşturabilecek olan iller Kırşehir, Nevşehir ve Yozgat olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 52: KOP Bölgesi'ndeki Jeotermal Kaynakları ile Şehir Isıtma Konut Eşdeğerleri

Şehir ısıtması için, akışkanın dağıtımı esnasında % 20 enerji kaybı olacağı varsayıldığında, ısıtılabilir potansiyel alan (m²) miktarı hesaplanmıştır. Bir konutun büyüklüğünün 100 m² olduğu kabulü ile de ısıtılabilir konut adedi hesaplanmış ve hesaplar Tablo 30'da verilmiştir. KOP Bölgesi'nde ısıtılabilir konut adedi teorik olarak 11.452 adet olarak belirlenmiştir. 50 °C altındaki kaynakların konut ısıtması için ekonomik olmadığı için hesaplamalara dâhil edilmemiştir. Bu aşamada toplam ısıtılabilir eşdeğer konut 11.000'e inmiştir. Hesaplama yapılan yerlerde kuyu değerleri birleştirilerek kümülatif rakamlar elde edilmiş ve bu rakamlar üzerinden hareket ederek 300 adet konutun altındaki kaynakların ilk yatırım maliyetini karşılama zor olması nedeni ile 9 nokta değerlendirilmiştir. Hesaplamalarda dönüş sıcaklığı 45-38 arası alınmış olup, suyun silislenme özelliğine göre değişiklik göstermektedir. Konutlardaki ısı kayıpları için İç Anadolu Bölgesi'ndeki genel şartlar alınmıştır. Burada ortaya çıkan rakamlar mevcut kuyular üzerinden hesaplandığı dikkate alınmalıdır. Kırşehir'de mevcut durumda şehir merkezinde konut ısıtmasında değerlendirilen kaynaklar ve konut hesapları Tablo 29'da gösterilmiştir.

Tablo 28: Kuyu Bazlı Isıtılabilecek Alan ve Konut Eşdeğeri

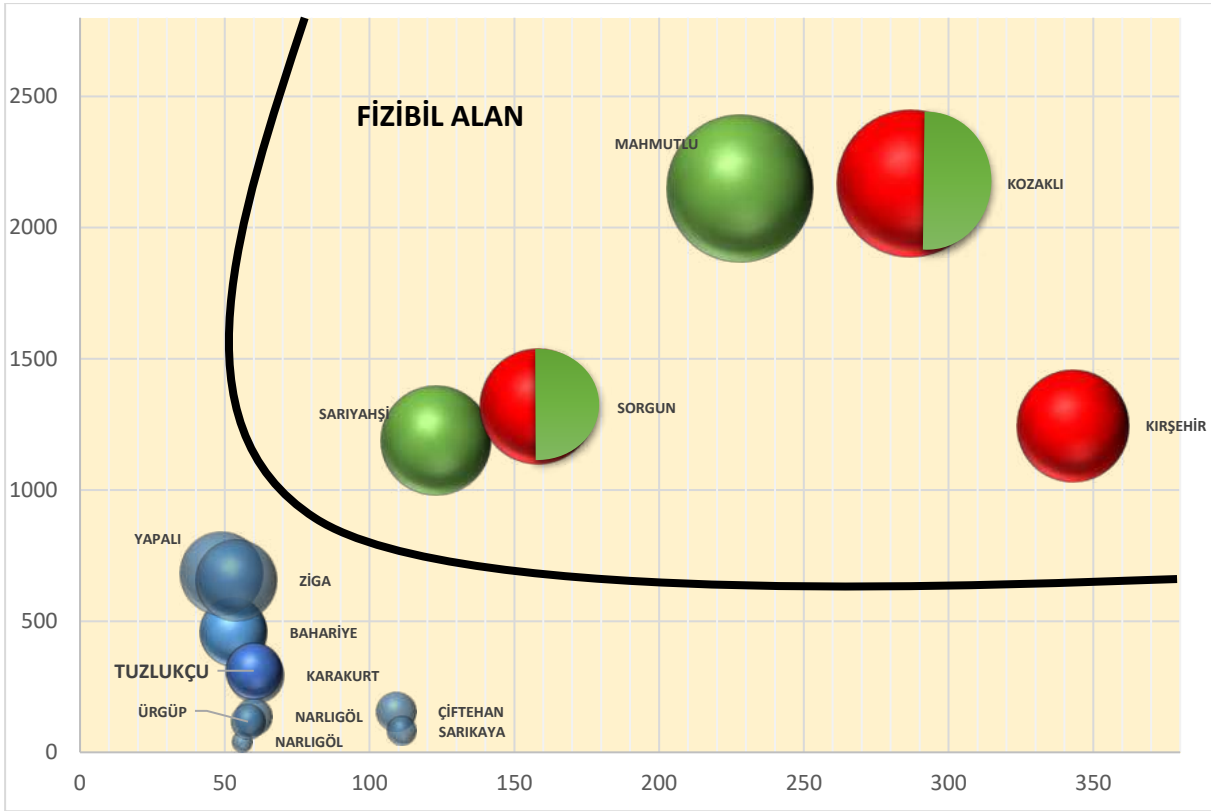
No	İlçe	Kuyu Adı	DEBİ l/sn	Sıcaklık (Celsius)	Alan (m ²)	Konut Eşdeğeri	Dönüş Sıcaklığı
1	ÇİÇEKDAĞ - Mahmutlu Köyü	Kırşehir İl Özel İdaresi (Farmco Tarım İşl.) / ÇM-4 Kuyusu (Artezyen)	35	78,3	52.448	656	45
2	ÇİÇEKDAĞ - Mahmutlu Köyü	Kırşehir İl Özel İdaresi (Farmco Tarım İşl.) – ÇM-2 Kuyusu	80	76,1	111.960	576	45
3	ÇİÇEKDAĞ - Mahmutlu Köyü	Kırşehir İl Özel İdaresi (Farmco Tarım İşl.) / ÇM-1 Kuyusu (Artezyen)	40	73,1	50.580	524	45
4	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-1 Kuyusu	4,2	66,3	4.026	506	45
5	KARAKURT	Kırşehir İl Özel İdaresi – Karakurt Sera Tesisleri SSK-1 Kuyusu	40	61,3	29.340	485	45
6	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi / T-4 (T-3 Yeni İsmi) 1993	53,1	58,3	48.507	302	38
7	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi / T-9 (T-6 Yeni İsmi)	49	56,4	40.572	230	38
8	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-11 (Yeni İsmi T-8)	26,7	56,3	21.987	220	38
9	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-10 (T-7 Yeni İsim)	12,3	54,2	8.967	90	38
10	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-3 (T-2 Yeni İsmi)	0,8	51,1	472	41	38
11	ÇİÇEKDAĞ	Kırşehir İl Özel İdaresi (ÇB-1 Kuyusu ve Bulamaçlı Kaynak-1 Karışım)	8	43,7	2.052	21	Isıtma için ekonomik değildir
12	ÇİÇEKDAĞ	Kırşehir İl Özel İdaresi / ÇB-1 Kuyusu	7	43,7	1.796	18	Isıtma için ekonomik değildir

Tablo 29: KOP Bölgesi'ndeki Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtmada Kullanım Potansiyelinin Değerlendirmesi

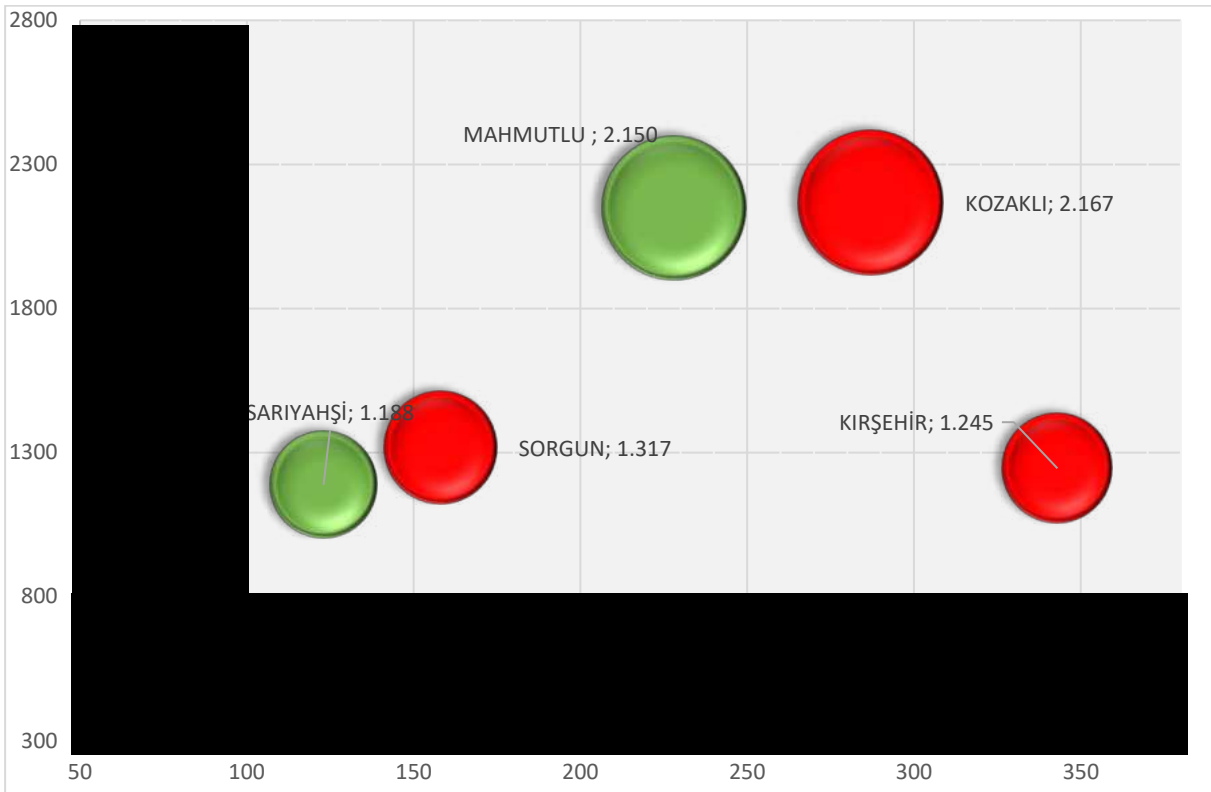
No	İlçe	Mevki	Debi (l/sn)	Sıcaklık	Potansiyel (m ²)	Hane Adedi	300 Konut	Şehir İçi Uygunluk	Mevcut Kullanım	
1	Boğazlıyan	Bahariye	53	70	45.675	457	✓			
2	Cihanbeyli	Yapalı	49	138	68.310	683	✓			
3	Çiçekdağ	Mahmutlu	228	155	214.988	2.150	✓			
4	Ulukışla	Çiftehan	109	22	15.633	156				
5	Gülağaç	Narlıgöl	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				

Potansiyelin yüksek olarak görüldüğü Kırşehir'de halihazırda şehir ısıtması yapılmakta olup kapasitenin artırılması kaynakların geliştirilmesine bağlıdır.

Şekil 53'de sonuçların analizleri ısı kapasitesi ve sıcaklık arasındaki ilişki ile verilmektedir. 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. Kırşehir Mahmutlu'daki kaynaklar mevcut durumda seracılıkta kullanılırken il merkezindeki kaynakların konut ısıtmasında kullanıldığı görülmüştür.



Şekil 53: KOP Bölgesi'nde Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtmaya Uygunlukları



Şekil 54: KOP Bölgesi'ndeki jeotermal kaynakların şehir ısıtmaya uygunlukları

2.4. Kırşehir İlinde Jeotermal Kaynakların Turizm ve Sağlık Alanında Kullanımı

Kırşehir ili termal turizm ve sağlık açısından KOP Bölgesinin en zengin illerinden biri olup, mevcut durumda birbirinden farklı alanlarda jeotermal enerjiden yararlanılmaktadır. İlde turizm kullanımları kapsamında dört termal otelde termal su kullanılmakta olup sağlık kullanımları kapsamında ise Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi'ne bağlı olan 146 yataklı fizik tedavi ve rehabilitasyon hastanesinin hasta tedavi süreçlerinde jeotermal su özelliklerinden yararlanılmaktadır.

2.4.1. Kırşehir İlinde Jeotermal Kaynakların Turizm ve Sağlık Alanları Mevcut Durumu

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi'nin Yüksek Öğrenim Kurumu (YÖK) tarafından termal kaynakların kullanımı ve uygulamaları ile ilgili çalışmalar yapılması ve yürütülmesi amacı ile pilot üniversite olarak belirlenmiş olması Kırşehir için olumlu etki oluşturmuştur. Üniversite bilgi birikiminin saha projeleri ile desteklenmesi termal kaynakların kullanımına yönelik faydalı projeler üretilmesine katkıda bulunmuştur. Bu kapsamda yürütülen Terme Sahasında Jeotermal Kaynağın Temini ve Proje Sahalarına İletimi Projesi, Termal Seralarda Kümelenme Projesi, Kaba Yem Üretim Projesi, Ceviz Odaklı Kalkınma ve Gelişim Projesi, Jeotermal Kaynaklı Rehabilitasyon Merkezi (JEOKAREM) Projesi, Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp (GETAT) Projesi, Sporcu Sağlığı Araştırma, Uygulama ve Termal Rehabilitasyon Merkezi (SAUTER) Projesi ve Pilot Üniversite Projelerinin Eğitim ve Tanıtım Projeleri bölgenin kalkınmasına yönelik hazırlanan projelerdir.

Kırşehir'de çıkan suyun sıcaklığının 42 ila 63 derece arasında olması bu suyun otellerde ve seralarda kullanımına elverişli olmaktadır. Kırşehir'de mevcut otellerin kapasitelerinin yetersiz kalması sebebi ile yeni yatırımlara ihtiyaç duyulduğu saptanmıştır. Şehir dokusuna uygun olarak inşa edilecek yeni otelin, belediye planında bulunan ancak yatırım sıkıntıları sebebi ile gerçekleştirilemeyen otel projeleri bulunması sebebi ile de isabetli bir öneri olduğu değerlendirilmiştir.

Ayrıca KOP bölgesi illerinde tespit edilen genel bir sıkıntı olan termal otellerde çalışacak yetkin elemanların olmayışı sorununa çözüm olarak turizm otelcilik lisesi ve uygulama oteli projesi hazırlanmıştır. Bu proje ile hem istihdam artırılması hem de yetişmiş eleman temini hedeflenmiştir. Bu projenin yapımına 2018 yılında başlansa da bütçe kısıtları sebebi ile inşaatın durması bölge sorununa çözüm olabilecek bir uygulamanın yarım kalması sorunuyla karşı karşıya kalmıştır.

2.4.2. Kırşehir İlinin Jeotermal Kaynaklarının Sağlık Açısından Değerlendirilmesi

Kırşehir ilinden alınan 22 su örneğinin çeşitli parametrelerde incelenmesi ile elde edilen su endüksiyonları Tablo 31'de verilmiştir. Örnek alınan su kaynaklarına ait ayrıntılı endüksiyon bilgileri Tablo 32'de verilmiştir. Alınan örneklerdeki suların yüksek oranda nörolojik ve lokomotor hastalıklara

iyi geldiği saptanmıştır. KOP bölgesinden alınan su örneklerinin geneline bakıldığında ise bu iki hastalık grubuna faydası açısından ilk sıradaki ildir. Kırşehir’de mevcut suların özellikle il merkezinde yer alması il açısından avantaj oluşturmaktadır. Ayrıca Çiçekdağ ve Akpınar ilçelerinde de yer alan suların tıpkı merkezde bulunan su özellikleri gibi nörolojik rahatsızlıklar ve lokomotor sistem hastalıklarına iyi geldiği tespit edilmiştir.

Tablo 30: İller Bazında Hastalık Endüksiyon Tablosu

Hastalık	İller (Nokta Sayısı)						Toplam (69)
	Konya (24)	Kırşehir	Neveşehir	Niğde (4)	Aksaray (7)	Yozgat (6)	
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	3	4	44
Lokomotor Sistem Hastalıkları	17	22	6	4	6	6	61
Toplam	59	44	15	14	19	13	163

Tablo 31: İlçeler Bazında Hastalık Endüksiyonları

Hastalık	Kırşehir (22)		
	Merkez (13)	Çiçekdağ (5)	Akpınar (4)
Cilt Hastalıkları	0	2	0
Nörolojik Hastalıklar	13	3	4
Lokomotor Sistem Hastalıkları	13	5	4
TOPLAM	26	10	8

Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi Projesi

Tablo 32: Jeotermal Kuyu Bazlı Kaynak Sınıflandırması

Kaynak Adı	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
Terme	Merkez	ML-S-19-123	İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-1 Kuyusu	Florürlü termal su			1					1	39,136	34,15210
Terme	Merkez	ML-S-19-126	İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-3	Florürlü termal su			1					1	39,137	34,15350
Terme	Merkez	ML-S-19-126	(T-2 Yeni İsmi)	Florürlü termal su			1					1	39,137	34,15350
Terme	Merkez	ML-S-19-129	İl Özel İdaresi / T-4	Florürlü termomineral su			1					1	39,1363	34,15270
Terme	Merkez	ML-S-19-130	(T-3 Yeni İsmi) 1993				1					1	39,1363	34,15270
Terme	Merkez	ML-S-19-118	İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.)– T-5	Termal su			1					1	39,1314	34,16240
Terme	Merkez	ML-S-19-119	(T-4 Yeni İsim)				1					1	39,1314	34,16240
Terme	Merkez	ML-S-19-128	İl Özel İdaresi / T-9				1					1	39,1374	34,15370

Kaynak Adı	İlçe	Rapor No	Kuyu/Kaynak Adı	Balneolojik Su Sınıfı	Solumun Sistemi Hastalıkları	Gilt Hastalıkları	Lokomotor Sistemi Hastalıkları	Kalp-dolaşım Sistemi Hastalıkları	Sindirim Sistemi Hastalıkları	Böbrek-ıdrar Yolları Hastalıkları	Jinekolojik Hastalıklar	Nörolojik Hastalıklar	Y	X
Terme	Merkez	ML-S-19-129	(T-6 Yeni İsmi)	Florürlü termomineral su			1					1	39,1374	34,15370
Terme	Merkez	ML-S-19-119	İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-10	Florürlü termomineral su			1					1	39,1322	34,14990
Terme	Merkez	ML-S-19-120	(T-7 Yeni İsim)				1					1	39,1322	34,14990
Terme	Merkez	ML-S-19-124	İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-11	Florürlü termal su			1					1	39,1355	34,14940
Terme	Merkez	ML-S-19-125	(Yeni İsmi T-8)				1					1	39,1355	34,14940
Bulamaçlı	Çiçekdağ	ML-S-19-122	İl Özel İdaresi (Çiçekdağ Belediyesi) – Bulamaçlı Kaynak 1	Sodyumlu, florürlü, klorürlü termomineral su		1	1						39,6097	34,47270

Kaynak Adı	İlçe	Rapor No	Kuyu/Kaynak Adı	Balneolojik Su Sınıfı	Solumun Sistemi Hastalıkları	Gilt Hastalıkları	Lokomotor Sistemi Hastalıkları	Kalp-dolaşım Sistemi Hastalıkları	Sindirim Sistemi Hastalıkları	Böbrek-ıdrar Yolları Hastalıkları	Jinekolojik Hastalıklar	Nörolojik Hastalıklar	Y	X
Bulamaçlı	Çiçekdağ	ML-S-19-132	İl Özel İdaresi / ÇB-1 Kuyusu	Sodyumlu, florürlü, klorürlü termominerali su		1	1						39,6096	34,47260
Mahmutlu	Çiçekdağ	ML-S-19-130	İl Özel İdaresi / ÇM-1 Kuyusu (Artezyen)	Sodyumlu, sülfatlı, florürlü, klorürlü termominerali su			1					1	39,4575	34,49470
Mahmutlu	Çiçekdağ	ML-S-19-120	İl Özel İdaresi (Farmco Tarım İşl.) – ÇM-2 Kuyusu	Sodyumlu, sülfatlı, florürlü, klorürlü termominerali su			1					1	39,4578	34,49590
Mahmutlu	Çiçekdağ	ML-S-19-131	İl Özel İdaresi / ÇM-4 Kuyusu (Artezyen)	Sodyumlu, sülfatlı, florürlü, klorürlü termominerali su			1					1	39,4627	34,49820

Kaynak Adı	İlçe	Rapor No	Kuyu/Kaynak Adı	Balneolojik Su Sınıfı	Solumun Sistemi Hastalıkları	Gilt Hastalıkları	Lokomotor Sistemi Hastalıkları	Kalp-dolaşım Sistemi Hastalıkları	Sindirim Sistemi Hastalıkları	Böbrek-ıdrar Yolları Hastalıkları	Jinekolojik Hastalıklar	Nörolojik Hastalıklar	Y	X
Savcılı	Akpınar	ML-S-19-125	İl Özel İdaresi – Savcılı Hamamı Kaynağı 1	Florürlü termal su			1					1	39,2159	33,69890
Savcılı	Akpınar	ML-S-19-135	İl Özel İdaresi (Savcılı Hamamı Kaynağı -2)	Florürlü termal su			1					1	39,5283	33,94630
Akpınar	Akpınar	ML-S-19-121	İl Özel İdaresi – Erkekler Hamamı Kaynağı 1	Florürlü termal su			1					1	39,5286	33,94660
Kaman	Akpınar	ML-S-19-134	İl Özel İdaresi Kadınlar Hamamı Kaynağı - 2	Florürlü termal su			1					1	39,2159	33,67200

2.4.3. Kırşehir İlinin Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezlerinin Değerlendirilmesi

Kırşehir ilinde 1 adet Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon merkezi olup bu rehabilitasyon merkezi Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi'ne bağlı olarak faaliyet göstermektedir. 146 yatak kapasitesi ile hizmet vermekte olan fizik tedavi ve rehabilitasyon merkezi, jeotermal ve tarım alanında pilot üniversite seçilen Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi tarafından, ilin bölgesel bazda jeotermal rehabilitasyon konusunda markalaşma faaliyetlerine katkıda bulunulması amacı ile kurulmuştur. Söz konusu tesiste, yatak kapasitesinin tamamının jeotermal enerji kullanılarak tedavi hizmeti verilmesine uygun altyapı bulunmaktadır.

Tablo 33: 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 34: Ahi Evran Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi Kapasitesi

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)
KIRŞEHİR	Merkez	Ahi Evran Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi	146	V	BY	BY	BY

2.4.4. Kırşehir İlinin Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Değerlendirilmesi

Kırşehir 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 ileren bölümde sunulmuştur. Bu doğrultuda envanteri tanımlayacak boyutlar aşağıdaki gibidir;

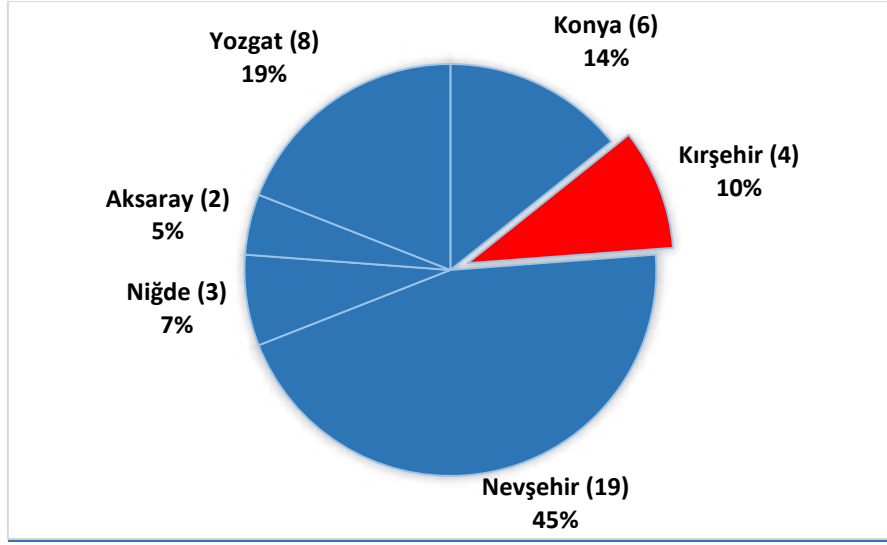
- Jeotermal Turizm ve Sağlık işletmelerinin Coğrafi Dağılımı
- Jeotermal Turizm ve Sağlık işletmelerinin Kapasitelerinin İncelenmesi
- Jeotermal Turizm ve Sağlık işletmelerinin Doluluk Oranları
- Jeotermal Turizm ve Sağlık işletmelerinin Hastalık Sınıflarına Göre Sularının Değerlendirilmesi
- Jeotermal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

2.4.5. Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Coğrafi Dağılımı

KOP Bölgesi içinde Kırşehir termal alanlar açısından zengin olan bir ildir. Ancak işletme sayısı bakımından bölgede üçüncü sırada yer almaktadır. Bölgede yer alan tesislerin % 10'u Kırşehir'de yer almaktadır. Mevcut tesisler Kırşehir merkezinde yoğunlaşmaktayken ayrıca Çiçekdağ'da da bir adet tesis bulunmaktadır. Kırşehir'de yer alan işletmeler genellikle % 50 üzerinde doluluk ile hizmet vermektedirler.

Tablo 35: KOP İlleri 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



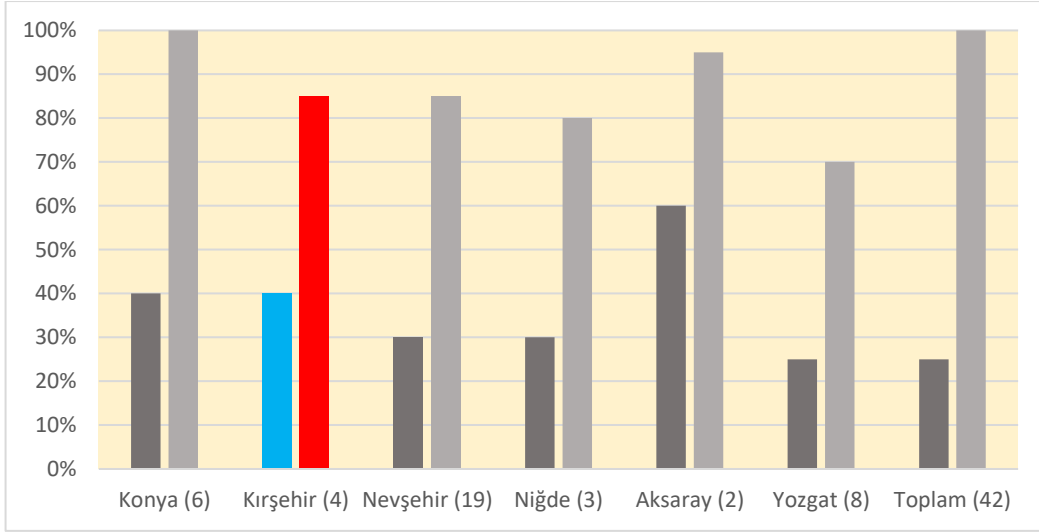
Şekil 55: Kırşehir İlindeki Termal Tesislerin KOP Bölgesi İçindeki Oranı

2.4.6. Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Kapasitelerinin İncelenmesi

Kırşehir, sahip olduğu 4 işletmedeki 434 oda sayısı ile KOP bölgesinin % 13'ünü barındırmaktadır. Yatak sayısı bakımından ise bölgenin % 11'ine tekabül etmektedir. Mevsimsel olarak doluluk oranlarının değişiklik göstermesi ile ildeki en düşük doluluk % 40 olurken en yüksek doluluk oranı ise % 85'e ulaşmaktadır.

Tablo 36: KOP İlleri İşletme ve Tesis Verileri

Nicelik	KOP İlleri (İşletme Sayısı)						Toplam (42)
	Konya (6)	Kırşehir (4)	Nevşehir (19)	Niğde (3)	Aksaray (2)	Yozgat (8)	
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 56: İllere Ait En Yüksek ve En Düşük Doluluk Oranları

2.4.7. Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerin Doluluk Oranları

Tablo 38’de görüleceği üzere Kırşehir’deki tesislerin % 80 ve üstü doluluğa sahip tek tesisi bulunurken kapasitesinin % 60 ila % 79’unu dolduran otel sayısı 2’dir. % 40 ila % 59 arasında doluluğa sahip olan 1 tesis bulunmaktadır. Genel doluluk oranı ise % 71’dir.

Tablo 37: 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
%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

Tablo 38: İlçe bazında Tesis Verileri

Nicelik	Kırşehir (İşletme Sayısı)	
	Çiçekdağ (1)	Merkez (3)
Oda Sayısı	25	409
Yatak Sayısı	35	810
Doluluk En Düşük	% 65	% 40
Doluluk En Yüksek	% 65	% 85

Doluluk Oranı	Kırşehir (İşletme Sayısı)	
	Çiçekdağ (1)	Merkez (3)
%80 ve Üstü	0	1
%60 -%79	1	1
%40-%59	0	1
%40 Altı	0	0
Toplam	1	3

Kırşehir'deki tesislerin çoğunluğu merkez bölgesinde yoğunlaşmaktayken Çiçekdağ'da yer alan 1 tesis vardır. Termal suların genellikle Terme bölgesinde yer alması ve bu bölgenin il merkezi olarak değerlendiriliyor olması açısından turizm tesislerinin söz konusu bölgede yoğunlaşmasını sağlamıştır.

Tablo 39: Kırşehir'de Bulunan Termal Tesislerin Envanteri

İlçe	Tesis Adı	Türü	Oda Sayısı	Yatak Sayısı	Doluluk Oranı
Merkez	Armas Termal Otel	Geleneksel	198	400	75%
Çiçekdağ	Çiçekdağı Bulamaçlı Termal Kaplıca Tesisleri	Geleneksel	25	35	65%
Merkez	Grand Terme Termal Oteli	Geleneksel	132	250	85%
Merkez	Temur Kaplıca Oteli	Geleneksel	79	160	40%

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

Kırşehir'de yer alan 5 tesisin 4 tanesi Kırşehir Merkez'de yer alırken bir tanesi Çiçekdağı ilçesinde bulunmaktadır. Kırşehir'de hastalık sınıflandırılmasında tesis sayısı 5 iken otel istatistiklerindeki tesis sayısının 4 olmasının sebebi, hastalık sınıflandırılmasında bölgede faal olan bir adet hamamın tesis

istatistik verileri hakkında bilgi olmamasıdır. İşletme beyanları ile suların endüksiyonları Tablo 41’de ilçe bazında verilmiştir.

Tablo 40:Kırşehir İlçe Bazlı Endüksiyonlar

KIRŞEHİR (ilçe bazlı endüksiyonlar)		
Hastalık	Merkez (4)	Çiçekdağı (1)
Kas İskelet Sistemi Hastalıkları	4	1
Jinekolojik Hastalıklar	1	1
Nörolojik Rahatsızlıklar	4	1
Kalp ve Dolaşım Sistemi Hastalıkları	0	0
Solunum Sistemi Hastalıkları	0	0
Cilt Rahatsızlıkları	3	0
Sindirim Sistemi Hastalıkları	2	0
Üriner Sistem Hastalıkları	2	0
TOPLAM	16	3

2.4.9. Jeotermal Turizm İşletmelerinin Menü Değerlendirmesi

KOP bölgesindeki işletmelerin menülerinin genel olarak yetersiz kaldığı, özellikle termal turizm işletmelerinin menülerine yeterince önem vermedikleri tespit edilmiştir. Kırşehir’de bulunan 2 tesisin yemek menüleri ile ilgili değerlendirmeler sonucunda bir tesisin yemek hizmeti vermediği saptanmıştır. Bu işletmeye gelen müşteriler kendi yiyecek ve içeceklerini temin etmektedirler.

Diğer işletmede ise misafirler diyet menü talep etmekteyken işletmede diyetisyen çalışmamaktadır. Ancak işletmede gıda mühendisi çalışmaktadır. Bu işletmede sabah kahvaltısı açık büfe olarak sunulmaktayken öğle yemeği verilmemekte ve akşam yemeklerinde de fix menü sunulmaktadır.

Tablo 41: Turizm İşletmelerinin Menü Değerlendirmesi

İşletme No	Menü İçeriği	Diyetisyen Durumu	Gıda Mühendisi Durumu	Diyet Menü Talebi
1. İşletme	Sabah: Açık Büfe Öğlen: Yok Akşam: Fix Menü	Hayır	Evet	Evet
2. İşletme	Bu işletmede yiyecek içecek hizmeti bulunmamakta. Müşteriler kendi yiyecek ve içeceklerini temin etmektedir.	Hayır	Hayır	Hayır

2.5. Kırşehir İlinde Jeotermal Kaynakların Tarım Alanında Kullanımı

Kırşehir’de jeotermal kaynakların tarımsal kullanımları bağlamında değerlendirilebilecek alanlar seracılık ve ürün kurutmadır. Mevcut durumda Kırşehir’de ‘Kırşehir Esnaf ve Sanatkârlar Odası Gıda A.Ş.’ tarafından işletilen meyve kurutma tesisinde Türkiye’nin birçok bölgesinden talep alınmakta ve bu taleplere göre çeşitli ürünlerin kurutması yapılmaktadır.

Jeotermal kaynakların tarımsal kullanımlarından bir diğeri olan seracılık ise Kırşehir’i KOP bölgesinde öne çıkaran bir alandır. Mevcut durumdaki iki işletmenin toplam 226 dekar alanda jeotermal enerji ile tarımsal üretim yapılmaktadır.

2.5.1. Kırşehir Jeotermal Seracılık Envanteri

Kırşehir 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 Kırşehir’de yer alan jeotermal kaynaklı işletmelerin bir fotoğrafı ortaya konmuştur.

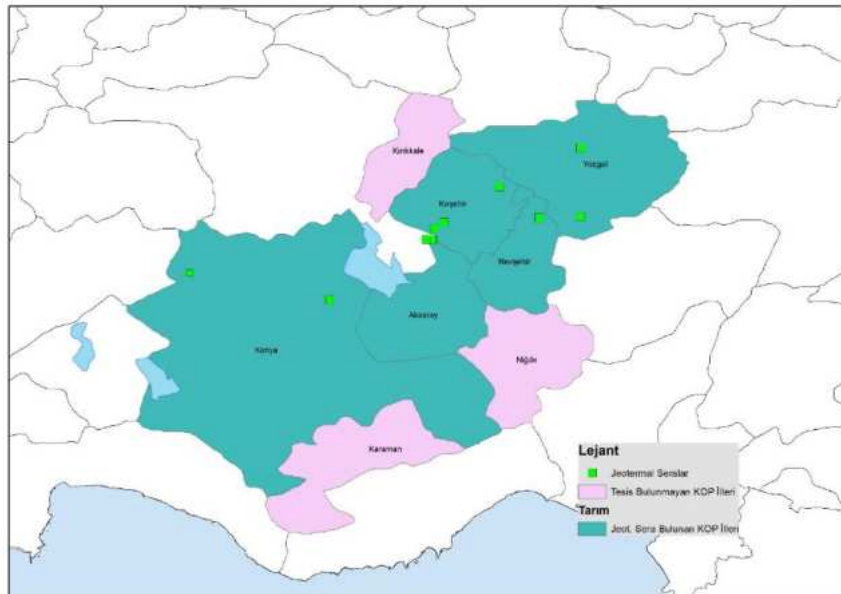
Kırşehir’de bulunan jeotermal kaynakların başlıca kullanım alanı, jeotermal seracılıktır. Seralarda yetiştirilen ürünlerden beklenen en yüksek verimin elde edilebilmesi için, sıcaklığın düşük olduğu dönemlerde seraların ısıtılması gereklidir. Ülkemiz koşullarında, ısıtma giderleri sera karlılığını etkileyen 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 halini almıştır.

Mevcut durum analizi kapsamında Kırşehir’de iki adet jeotermal sera bulunmaktadır. Mevcut jeotermal seraların iller bazında bazı özet bilgileri Tablo 43’de verilmiştir. İşletmelere ait ayrıntılı bilgiler ise Tablo 44’te ve tarım, turizm, enerji, sağlık işletmelerine ait görsellere ise raporun son bölümünde yer verilmiştir. Seraların il bazında varlığını gösteren harita da Şekil 57’de verilmiştir.

Mevcut seracılık işletmelerinde başlıca üretilen ürün domatestir. KOP Bölgesi içindeki toplam jeotermal sera varlığının yaklaşık % 38’i Kırşehir’de bulunmaktadır. 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 1.080 - 1.300m aralığında değişmektedir. Çiçekdağı ve Karakurt’ta bulunan seraların ruhsatları ise firmalara aittir.

Tablo 42: 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 57: KOP Bölgesinde Bulunan Jeotermal Seralar

Tablo 43: Kırşehir’de Bulunan Jeotermal Seralar ve Özellikleri

FİRMA / SERA BİLGİLERİ		SERALAR	
Firma Adı	FARMCO	ŞTİ	
İli	KIRŞEHİR	KIRŞEHİR	
İlçesi	Çiçekdağı	Karakurt	
Rakım	1.300 m	1.080 m	
JEOTERMAL KAYNAK BİLGİLERİ			
Ruhsat Durumu	Farmco	ŞTİ	
Kuyu Derinliği	3 kuyu vardır: 250m, 1.300m ve 800m		
Akışkan Sıcaklığı ve Özelliği	80 °C	70 °C	
SERA YAPISAL ÖZELLİKLERİ			
Sera Alanı	100 da	126 da mevcut (400 da hedef)	
Sera Yüksekliği	4,5 m	7 m	
ISITMA SİSTEMİ ÖZELLİKLERİ			
Isı Değiştirici Yerleşimi	Ray sistemi kullanılmaktadır. (Oluk altı ve yetiştirme kasası üstünde)		Ray sistemi kullanılmaktadır. (Oluk altı ve yetiştirme kasası üstünde)
Akışkan Giriş Sıcaklığı	70 °C		55 °C
Akışkan Dönüş Sıcaklığı			35 °C
İnhibitör Kullanımı	Var		Var
Enerji/Yakıt Bedeli	100 bin TL/ay		

FİRMA / SERA BİLGİLERİ	SERALAR	
YETİŞTİRME SİSTEMİ ÖZELLİKLERİ		
Yetiştirme Süresi ve Dönem	Yaz Mevsimi: 1,5 ay; Kış Mevsimi: 3-4 ay	3 ay
ÜRÜN ÖZELLİKLERİ		
Yetiştirilen Ürün Çeşidi	Sranzo, Gülköy, Climbo, Aroma, Bombelo	Salkım
Bitki Sayısı	3.75 bitki (tepe ile)/m ²	
Ürün Verimi	30 ton/da	50 ton/da
SERADA ENERJİ TASARRUFU ÖNLEMLERİ ve OTOMATİK KONTROL		
Dondan Koruma	Yok	Yedek Kazan, Buffer Tank

2.5.2.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 18 tanesi Kırşehir iline aittir. 45 derecenin altındaki termal su kaynakları, mevcut uygulamalarda göz önüne alınarak hesaplama kapsamı dışına çıkarılmıştır. Bu kıstas sonucunda KOP Bölgesi için 45 derecenin üzerinde kalan 32 kuyu için potansiyel sera alanı hesabı yapılmıştır.

Hesaplamalar yapılırken kullanılan varsayımlar Tablo 45'te 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 alarak sera alanını küçültmek yerine, olağandışı düşük sıcaklıklara karşı fosil yakıtla çalışan kazan ünitelerini ve büyük kapasiteli dengeleme tankları kullanmaktadırlar. Tablo 46'te potansiyel sera alanlarının iller bazında dağılımı ve Tablo 47'de Kırşehir'deki kuyulara ait bütün değerler verilmiştir. Yapılan hesaplamaların kuyunun bulunduğu yerdeki ayrıntılı yapılacak çalışmalara göre +/- %10 oranında değişebileceği dikkate alınmalıdır.

Tablo 44: 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 sektörü genel kabul gören işletmeler için sürdürülebilir alan yaklaşımına göre oluşturulmuştur. 33 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.

Tablo 45: 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 46: Kırşehir'de Bulunan Kuyu Değerleri

Tip	SN	Rapor No	İlçe	Kuyu Adı	DEBİ (l/sn)	Sıcaklık (Celsius)	Delta T	Sera M ²
1	44	ML-S-19-120	ÇİÇEKDAĞ - Mahmutlu	Kırşehir İl Özel İdaresi (Farmco Tarım İşl.) – ÇM-2 Kuyusu	80	76,1	36,1	70.596
1	55	ML-S-19-131	ÇİÇEKDAĞ - Mahmutlu	Kırşehir İl Özel İdaresi (Farmco Tarım İşl.) / ÇM-4 Kuyusu (Artezyen)	35	78,3	38,3	32.768
1	54	ML-S-19-130	ÇİÇEKDAĞ - Mahmutlu	Kırşehir İl Özel İdaresi (Farmco Tarım İşl.) / ÇM-1 Kuyusu (Artezyen)	40	73,1	33,1	32.364
2	53	ML-S-19-129	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi / T-4 (T-3 Yeni İsmi) 1993	53,1	58,3	18,3	23.753
2	65	ML-S-19-141	KARAKURT	Kırşehir İl Özel İdaresi – Karakurt Sera Tesisleri SSK-1 Kuyusu	40	61,3	21,3	20.827
2	52	ML-S-19-128	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi / T-9 (T-6 Yeni İsmi)	49	56,4	16,4	19.644
3	48	ML-S-19-124	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-11 (Yeni İsmi T-8)	26,7	56,3	16,3	10.638
3	43	ML-S-19-119	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-10 (T-7 Yeni İsim)	12,3	54,2	14,2	4.269
3	47	ML-S-19-123	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-1 Kuyusu	4,2	66,3	26,3	2.700
3	51	ML-S-19-127	ÇİÇEKDAĞ	Kırşehir İl Özel İdaresi (ÇB-1 Kuyusu ve Bulamaçlı Kaynak-1 Karışım)	8	43,7	3,7	724
3	56	ML-S-19-132	ÇİÇEKDAĞ	Kırşehir İl Özel İdaresi / ÇB-1 Kuyusu	7	43,7	3,7	633
3	50	ML-S-19-126	MERKEZ	Kırşehir İl Özel İdaresi (Kırşehir Jeotermal A.Ş.) – T-3 (T-2 Yeni İsmi)	0,8	51,1	11,1	217

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.

2.5.3.1. Tarıma Dayalı İhtisas Sera OSB Yatırımı

Tarıma dayalı ihtisas sera OSB olarak KOP bölgesi dâhilinde üç bölge önerilmektedir. Mevcut jeotermal su kaynakları tarıma dayalı ihtisas sera OSB için yeterli olmamakla beraber hali hazırda bu kaynakları kullanan şirketlerin açmış olduğu yeni kuyularla birlikte bölgede TDİOSB olma potansiyelinin oluşmuş olduğu saptanmıştır. Bu bölgeler Konya Cihanbeyli, Kırşehir Karakurt ve Nevşehir Kozaklı'dır.

2.5.4. Kırşehir Kurutma Tesisi

Kırşehir şehir merkezine yaklaşık 20 kilometre uzaklıkta Karakurt mevkiinde yer alan jeotermal meyve kurutma tesisi Kırşehir İl Özel İdaresi ve Kırşehir Belediyesi ortaklığı ile Ahiler Kalkınma Ajansı hibesi ile inşa edilmiştir. Yaklaşık olarak on yıldır mevcut olan tesis, son 5 yıldır Kırşehir Esnaf ve Sanatkarlar Odası Gıda A.Ş. tarafından işletilmektedir ve Türkiye'de kurulan ilk kamuya ait jeotermal sebze ve meyve kurutma tesisi olma özelliği taşımaktadır. Türkiye'de bulunan meyve-sebze kurutma tesisleri genellikle maliyeti yüksek olan kömür ve doğalgaz gibi ısıtma yöntemleri ile işletilmektedir. Jeotermal esaslı kurutmanın diğer kurutma yöntemlerinden en büyük avantajı ürün üzerinde kalıntı bırakmamasıdır. Bu özelliği önemli bir tercih nedenidir. Bu anlamda kamu girişimi ile atıl durumdaki okul binalarının tadilat edilmesi ile jeotermal su kuyusuna yaklaşık 500 metre uzaklıkta söz konusu tesis işleme açılmıştır. Toplam 20 dekar alan üzerinde kurulan tesisin kapalı alan miktarı yaklaşık 200 m²'dir. Tesiste bir gıda mühendisi ve mevsimsel olarak çalışan iki personel bulunmaktadır.

Tesiste ürünlerin kurutulması için gerekli termal enerji 147 metre derinlikte 15 l/sn debi ve 52 °C sıcaklığa sahip olan Karakurt1 (K1) kuyusundan elde edilmektedir. Buradan borular vasıtasıyla ısı merkezine taşınan termal su, eşanjörler vasıtasıyla şebeke suyunu ısıtmaktadır. Isınan şebeke suyu, vantilatör debisi 15.000 m³/h, motor gücü 7,5 kW, ısıtma kapasitesi 146.200 kcal/h olan klima santraline gelerek buradan kurutma fırınına sıcak hava üflemetedir.⁹

⁹ Kırşehir İlinde Jeotermal Enerji ile Sebze-Meyve Kurutma Tesisinin Mevcut Durumu ve Geliştirilme Olanaklarının Belirlenmesi, Selma Boyacı, Sedat Boyacı, Güldane Gürdal. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı: 377-384, 2018.

Tesise gelen ürünler belirli bir olgunluk derecesine gelinceye kadar +4/6 °C sıcaklıkta soğuk hava deposunda muhafaza edilmektedir. Tesiste üretilecek olan ürünün yıkanma, doğranma ve kurutma tüneline geçme aşamaları sonrasında paketlemeye hazır olmaktadır. Paketleme sisteminin de tesis içinde yapılması ile yaş meyve tesise girdikten bir gün sonra paketlenmiş ve kurutulmuş olarak tesisten çıkarılmaktadır. Jeotermal enerji, söz konusu kurutma tüneline aşamasında su buharının ürüne etki etmesi aşamasında kullanılmaktadır. Kurutma süreleri ürünün türüne göre değişmekte olup sekiz saat ya da bir gün süre ile kurutma işlemi tamamlanmaktadır.



Şekil 58: Sebze/Meyve Kurutma Tesisi¹⁰

Karpuzdan elmaya, ananas, kivi gibi tropikal meyvelerden hamsi ve mantar gibi ürünlerin dahi kurutulduğu tesis, siparişlere göre üretim yapmaktadır. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi ile gerçekleştirilen iş birliği kapsamında hamsi kurutması da yapılmış olup farklı siparişlere yönelik hizmet verilebilmektedir.

İşletmede öne çıkan en önemli sorun kapasite yetersizliğidir. Farklı illerden çeşitli meyvelerin kurutulmasına yönelik siparişler alınmasına rağmen kapasitenin düşük olması sebebi ile taleplere cevap verilememektedir. Tesisteki kapasite yetersizliği sorununa çözüm olarak Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı (TANAP) sosyal ve çevresel yatırım programlarına 'Kurutulmuş Gıdada Kapasite Artışı' isimli 485 bin lira bütçeli proje hayata geçirilmiştir. Söz konusu projede % 95 hibe ile kapasite artışı yapılmış olup mevcut durumda 400 kilogram ürünü aynı anda kurutabilen makinelerin 2.000 tona kadar ürün alabilecek duruma gelmesi sağlanmıştır. ¹¹ Proje tamamlanmış, üretime hazır hale getirilmiş ancak henüz faaliyete geçememiştir.

Ayrıca tesis, Milli Eğitim Bakanlığı ile ortak bir proje geliştirmiştir. Güvenilir gıda uygulamaları kapsamında planlanan bu iş birliğinde ilkokul öğrencilerine kurutulmuş meyve dağıtılması

¹⁰ Boyacı, Boyacı, Gürdal. A.g.e.

¹¹ Yaş meyve-sebze miktarının maksimum %10'u kadar kurutulmuş ürün alınabilmektedir. Örneğin tek seferde kurutma makinesine atılabilecek maksimum kapasite olan 400 kilogram yaş meyveden 40 kilogram kurutulmuş meyve elde edilmektedir.

amaçlanmıştır. Okullarda yasaklanan sağlık açısından faydasız işlenmiş gıdalar ve paketlenmiş ürünler yerine katkı maddeleri içermeyen sağlıklı kurutulmuş meyvelerin dağıtımını planlanmıştır. Yine bu proje de çeşitli sebeplerden dolayı hayata geçirilememiştir.

Üretilen ürünlerin ihracatı konusunda ise ihracatçı bir firma ile anlaşılmıştır. Bu kapsamda Kuveyt ve Katar pazarlarına ürün gönderimi yapılması planlanmaktadır. İhracatta üretilen ürünlerin kolaylıkla alıcı bulunabileceği ancak ihracatçıların ve Esnaf ve Sanatkarlar Odasının ilgili bölümü, pazar araştırması ve fiyat analizi gibi pazarlama uzmanlığı gerektiren konularda gelişmeye ihtiyaç duyması sebebi ile yurtdışı pazarına açılım gösterilemediği değerlendirilmektedir.

Kurutma tesisinin dönemsel olarak meyve fiyatlarının artması sebebi ile maliyetlerin yükselmesi konusunda sıkıntıları bulunmaktadır. Üretilen ürünün maliyetini artıran bir diğer etmen de tesisin elektrik giderlerinin yüksek olmasıdır. Jeotermal kurutmada, fanı ve pompaları çalıştırmak için elektrik gücü kullanılmaktadır. Her ay yaklaşık olarak 20 bin lira elektrik giderinin olduğu tesis, elektrik üretimi yapılması halinde işletme giderlerinin önemli ölçüde düşürülerek maliyetlerin düşürüleceğini beyan etmektedir. Kurutulan ürünün maliyetinin yaklaşık iki katı kadar elektrik gideri olması durumu işletmenin maliyetlerini artırmaktadır.

Meyve kurutma tesisi ile seralar arasında yapılabilecek iş birlikleri işe seralarda dönemsel olarak satışı yapılamayan ürünlerin kurutma tesisinde kurutulması ile israfın ve işletmelerin zararının önüne geçilmesi mümkündür. Özellikle Kırşehir’de yer alan domates yetiştiriciliği yapan seraların ürünlerin satışının yapılamadığı dönemlerde domates kurutması yapılması sağlanarak bu ürünün yoğun olarak kullanıldığı Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerine satışının yapılması mümkündür. Ayrıca hazır çorba, makarna sosu gibi ürünler üreten firmaların da yoğun olarak kuru domates alımı yapması bu alana da satış yapılabileceğini ortaya koymaktadır.

2.5.4.1. Tesisin Bölümleri

Tesiste bulunan bölümler soğuk hava deposu, ayıklama ve yıkama odası, sınıflandırma odası, ön işlem odası (çözeltiliye batırma), doğrama, çekirdek çıkarma ve kurutma odası olmak üzere toplam 5 adet bölümden oluşmaktadır.

Soğuk hava deposu 6x2,5 m boyutlarında, toplam 25 m²’den oluşmaktadır. Tesise gelen meyve sebzelerin belirli bir olgunluk derecesine gelinceye kadar yaklaşık bir hafta süresince +4/6°C sıcaklıkta muhafaza edildiği yerdir. İçerisinde hava debisi 3.250 m³/h olan bir adet klima mevcuttur.

Ayıklama odası 6x6 m boyutlarında toplam 36 m²’lik alana sahip bir odadan oluşmaktadır. Ayıklama odası, olgun ve sağlam meyveler ile üzerinde leke veya çürük olan meyvelerin ayrıldığı alandır. Bu

alandan çıkan meyveler yaklaşık 6x6 m boyutlarında toplam 36 m²lik alana sahip bir odada yıkanarak üzerindeki kalıntılar temizlemektedir. Daha sonra sınıflandırılan ürünler, dilimleme, doğrama, çekirdek çıkarma işlemine tabi tutulmaktadır. Kararma (oksidasyon) riski taşıyan ürünlerde ise (Elma, armut, muz vb.) çözeltiliye daldırma işlemi uygulanmaktadır. Uygulanan çözeltiliye daldırma işlemi meyve türlerine göre üç beş dakika arasında değişmektedir. Daha sonra kurutma arabalarında tepsilere dizilen meyve ve sebzeler kurutma odasında 48 °C’de ürünlerin su ve enzim aktivitelerine göre 7-24 saatlik sürede tutulduktan sonra kurutma işlemi tamamlanmaktadır. Kurutulmuş meyve ve sebzelerde nem oranı % 3-20 arasında değişmektedir. Fırından kurutulmuş olarak çıkan meyve ve sebzeler ilk sıcaklıkları çıkıp belirli bir dinlenme süresini geçtikten sonra mevcut paketleme ünitesi yardımıyla paketleme işlemine tabi tutularak pazarda satışa hazır hale getirilmektedir.

Tablo 47: Kurutma tesisinde kurutulan meyve sebze türlerine ait bilgiler

Ürün	Yaş miktar (ton)	Randıman (Verim) (%)	Kurutma süreleri (saat)
Karpuz	10	5	14-16
Çilek	3	5	14-15
Şeftali	2	9-10	12
Armut	2	9-10	8
Elma	2	9-10	8
Muz	4	14	14
Kivi	2	7	7
Portakal	2	6	16
Mandarin	2	6	16
Ayva	1	7	7
Trabzon hurması	4	12-14	24
Dolmalık biber	0.5	14	9
Patlıcan	0.5	14	9

3. Kırşehir İline Yönelik Olarak Yapılan Yatırım Önerileri

Turizm ve Sağlık Sektörlerine Yönelik Proje Önerileri

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

3.1. Kırşehir İlinde Turizm Sektörü İçin Yatırım Önerileri

Tablo 48: Kırşehir Merkez İçin Turizm Yatırımı Önerileri

KIRŞEHİR- MERKEZ	
Projenin Gerekçesi	Öneri Tipi
<p>İl merkezinin destinasyon özelliği taşıması ve Terme bölgesinin sıcak su kaynaklarının şifa özellikleri, yeni yatırımlar için cazbedici bir ortam oluşturmaktadır. Ayrıca Ahi Evran üniversitesinin jeotermal alana odaklanması gelecek açısından termal konaklama tesisi talebinin Kırşehir’de yükseleceği öngörüsünü güçlendirmektedir. Turizm master planı ve KOP turizm master içinde de önemli yatak kapasiteleri Kırşehir için ifade edilmiştir. Mevcutta termal turizm yatırımcısı eksikliği çeken Kırşehir için yatak sayısı açısından daha sınırlı orta ve küçük işletmelerin daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Buna uygun olarak 60 yataklı ve 30 odalı 3 veya 4 yıldızlı bir otel önerilmiştir. Yatırımcının daha kolay üstlenebileceği bu tür otel yatırımları ayrıca aile işletmeciliğini de ön plana çıkaracaktır.</p>	<p>Turizm İşletme Belgeli Otel</p>
Mevcut Durum Özeti	Proje Maliyet Tahmini
<p>Mevcutta Kırşehir’de 4 termal tesisi olup 845 yatak kapasitesine sahiptir. Merkez ilçede 3 işletme bulup 810 yatak bulunmaktadır. İşletmeler Terme bölgesinde yoğunlaşmıştır. Doluluk oranları açısından değerlendirildiğinde ortalama % 66 doluluk oranına ulaşmaktadırlar. Terme bölgesinde suların özellikle kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları, nörolojik hastalıklar ve cilt hastalıklarına iyi geldiği yönünde bilimsel bulgulara ulaşılmıştır. Ahi Evran Üniversitesi mevcutta jeotermal kaynakları odak alana olarak benimsemiş ve bu doğrultuda merkezlerinde 4 termal proje yürütmektedir. Ahi Evran üniversitesinin çalışmaları özellikle termal sağlık turizmi açısından bölgeye büyük potansiyel vaat etmektedir.</p> <p>Şehir destinasyonu olarak Kırşehir yerli ve yabancı turistleri ağırlayabilecek bir şehirdir. Mevcut su sıcaklığı ve debisi yeni işletmeleri kaldırabilecek ölçüde olup, yeni yatırım açısından uygundur. Belediye, Kırşehir ölçeğinde 10.000 yatak kapasitesine ulaşmayı hedeflenmektedir. Benzer şekilde turizm master planının içinde de Kırşehir termal bölgesi için 5.000 yatak kapasitesi öngörülmüştür. İnlımurat Yeraltı Şehri, Yunus Emre Türbesi, Seyfe Gölü, Hirfanlı Barajı, Karanlıkdere Vadisi gibi doğal ve kültürel alanlar destinasyon kapsamında ilde değerlendirilebilecek yerlerdir. Termal tesislere yönelik bir planlama yapılmaktadır.</p>	<p>Otel:10.000.000 - 13.000.000 TL</p>

Tablo 49: Akpınar Merkezi İçin Turizm Yatırımı Önerileri

KIRŞEHİR- AKPINAR	
Projenin Gerekçesi	Öneri Tipi
Mevcut havuzlar revize edilerek turistik mimarinin (görünüm) canlandırılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Havuz ve çevresinin düzenlenmesi gereklidir. Havuz revize edilirken giyinme kabinleri, duş alanları da düşünülmelidir. Paydaş değerlendirmelerinde de yapılan önerinin yerinde olduğunu revizyonun bölgeye olumlu katkı yapacağı ifade edilmiştir.	Revizyon
Mevcut Durum Özeti	Proje Maliyet Tahmini
Turizm işletme belgeli tesisin bulunmadığı Akpınar'da 1 termal havuz bulunmaktadır. Akpınar'daki mevcut havuzun yenilenmesi, giyinme kabinleri, duş alanları gibi gerekli alanların yapılması halinde bölge halkının bu hamamı kullanma potansiyeli olduğunu görülmektedir. Daha çok yerel halka hizmet vereceği düşünülmekle birlikte, havuzlarda yer alan doktor balıkların da tedavi edici özellikleri bulunmaktadır. Mevcut su kaynağının analizinde lokomotor ve nörolojik hastalıklara iyi geldiği anlaşılmaktadır.	Havuz revizesi (yenileme):500.000 TL

Tablo 50: Çiçekdağ Merkezi İçin Turizm Yatırımı Önerileri

KIRŞEHİR- ÇİÇEKDAĞI	
Projenin Gerekçesi	Öneri Tipi
<p>Tesisin çok eski olmasından dolayı yenileme yapılmasının genelde bölge halkı ve yurtdışında yaşayan ancak bölgede doğmuş olan yaşlı turistler için cazibe yaratabileceği düşünülmektedir. Tesisin şehir merkezinden uzak olması önemli bir dezavantaj olmakla birlikte bulunduğu bölgede tanınır olması tesisin yenilenmesi ve farklı müşterileri çekebilecek hale getirilmesi için önemli gerekçelerdir. Öncelikli olarak geliştirilecek alan olarak belirlenen mevki için yapılan öneri bu açıdan uygun olarak görülmüştür.</p>	<p>Modernizasyon yenileme, kullanıma uygun hale getirme</p>
Mevcut Durum Özeti	Proje Maliyet Tahmini
<p>Tarihi geçmişi açısından bilinen bir yer olmakla birlikte mevcuttaki tesisler eskimiş ve bir kısmı atıl durumda kalmıştır. Bulamaçlı bölgesinde yer alan tesis 25 odaya ve 35 yatağa sahip olup belediye belgelidir. Ortalama % 65 doluluğa sahip tesisin yaz aylarında doluluğu % 80'e ulaşmaktadır. Su sıcaklığı 42 derecedir. Bu kaynakta yer alan sular lokomotor ve cilt hastalıklarına iyi geldiği analizlerde ortaya çıkmıştır. Ulaşım açısından merkeze uzak olan tesisin yol ve ulaşım sorunları bulunmaktadır. İlçe halkı ozanı kültürünün son temsilcilerinde Neşet Ertaş'ın doğum yeri olması nedeni ile kültürel açıdan değer taşımaktadır. Çiçekdağı-Bulamaçlı öncelikli geliştirilecek termal turizm merkezi olarak ilan edilmiştir.</p>	<p>Modernizasyon yenileme, kullanıma uygun hale getirme: 5.000.000 TL</p>

Tablo 51: Kaman Merkezi İçin Turizm Yatırımı Önerileri

KIRŞEHİR- KAMAN	
Projenin Gerekçesi	Öneri Tipi
<p>Savcılı kasabasının yakınlarında yer alan plajın özellikle yaz aylarında Ankara, Kırıkkale ve Kırşehir'in diğer ilçelerinden birçok ziyaretçi gelmektedir. Yıllık ziyaretçi sayısının yüksekliği ve hali hazırda turistik aktivitenin yoğunluğu düşünülürse mevcut termal suyun bir termal havuz yatırımı ile değerlendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca termal havuz içinde giyinme, duş ve kafeterya gibi hizmetlerin de oluşturulması gerektiği düşünülmektedir. Yine sıcak su havuzunda oluşturulacak çamur banyosu turizm açısından çeşitliliği artıracaktır.</p>	<p>Termal Havuz ve Hizmet Alanları</p>
Mevcut Durum Özeti	Proje Maliyet Tahmini
<p>Kırşehir'in batısında Kaman'a 16 km. uzaklıktaki Savcılı kasabasında yer alan ılıca, üstü açık taş duvarlarla çevrili bir havuzun içinden çıkmaktadır. Çok az mineral ihtiva eden, sodyum bikarbonatlı su özelliğindedir. İçme tedavisinde de kullanılır. Kaynak, gerekli tesislerin olmamasından dolayı kaplıca olarak kullanılmamaktadır. Mevcut tesisin konaklama kapasitesi yoktur, ılıca olarak kullanılmaktadır. Alınan su örneklerinin analiz sonucunda lokomotor ve nörolojik hastalıklara iyi geldiği anlaşılmaktadır. Daha çok yöre halkının kullandığı bir ılıca Savcılı mevkiinde olup, Hirfanlı baraj gölüne de yakındır. Kaman Cevizi ve Hirfanlı baraj gölü plajı ile birlikte ele alındığında destinasyon potansiyeline sahiptir. Plaj yıllık olarak 150 bin kişi tarafından kullanılmaktadır. Plaj kenarında kamp alanları bulunmakta ve pansiyonculuk faaliyetleri de yapılmaktadır. Yine Kaman'da Ahi Evran Üniversitesi'nin yaptığı yüzey araştırmalarında fosillere rastlanmış olup tabiat tarihi müzesi çalışmalarına başlanmıştır. Ayrıca Asurlular, Hititler gibi medeniyetlere ait kalıntıların bulunduğu Kalehöyük alanını içinde barındırır. Ek olarak Kaman'da Japon bahçesi de yer almaktadır. Bütün bu özellikleri ile destinasyon özelliği taşıdığı düşünülmektedir.</p>	<p>Termal Havuz ve Hizmet Alanları: 3.000.000 – 4.000.000 TL</p>

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

Proje kapsamında toplam 18 su kaynağının jeoloji raporları incelenmiştir. ML-S-19-121, ML-S-19-125, ML-S-19-134, ML-S-19-135 rapor numaralı Akpınar, Savcılı ve Kaman'da bulunan toplam 4 kaynak "florürlü termal su" kaynağıdır. ML-S-19-121 ve ML-S-19-134 rapor numaralı kaynaklar içilebilirlik açısından da uygun bulunmaktadır. Bu kaynak suları; kemik ve iskelet sistemi hastalıkları, romatizmal hastalıklar, ortopedik, nörolojik hastalıklar, yumuşak doku hastalıkları açısından kullanılabilir. Bu su kaynakları içeriği ile aynı içerikte jeotermal sular merkezde de bulunduğundan jeotermal yatırımların merkezde planlanması, Kırşehir ilinin termal destinasyon ve termal şehir temalı gelişmesi adına öncelikle önerilmektedir.

Karakurt bölgesinde de ML-S-19-141 rapor numaralı "demir içeren florürlü yüksek ısılı bir termal su" ve Mahmutlu bölgesinde ML-S-19-120 rapor numaralı "sodyumlu, sülfatlı, florürlü, klorürlü yüksek ısılı termominerali" bir su kaynağı bulunmaktadır. Karakurt kaynağı merkeze, Mahmutlu kaynağı da Çiçekdağı'na yakın olduğundan öncelikle yapılan yatırımlarda verimlilik sağlanması adına merkez ve Çiçekdağı bölgelerinin öncelikle düşünülmesi önerilmektedir. İlde bir adet özel hastane bulunmaktadır. Bu tesis Sağlık Turizmi Yetki Belgesi almaya teşvik edilmelidir.

Tablo 52: Merkez Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri

KIRŞEHİR: Merkez	
Projenin Gerekçesi	Öneri Tipi
<p>Merkezde bulunan konaklamalar incelendiğinde potansiyelin yüksek olduğu ama ağırlığın termal tedavi kullanımlarda olmadığı, konaklama kullanımlarında SPA ağırlıklı yararlanıldığı görülmektedir. Konaklama kapasitesinin artırılması ve/veya yeni konaklama yatırımları planlanabilmesi için termal tedavi amaçlı konaklama talebinin artırılması gerekmektedir. Sağlık Bakanlığı Kaplıca İşletme İzin Belgesi tesis belgesi alınması potansiyelin istenilen düzeye çıkabilmesi için yeterli değildir. Termal tedavi amaçlı konaklama talebinin artması içinse özellikle fizik tedavi alanında güçlü tedavi çözümleri üretebilecek mükemmeliyet merkezine ihtiyaç vardır. Bölgenin termal merkez ağırlığının hızlıca artırılması için kamu özel ortaklığına ihtiyaç görülmektedir. Bölge sağlık turizminde pay almak istiyorsa, uluslararası piyasalardan hasta alınması adına yörenin jeotermal alanda pilot üniversitesi olan Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Araştırma Hastanesi FTR bilim dalı, hasta kabulü ve tedavisinde öne çıkmalıdır. JEOKAREM projesi kapsamında üniversite ile turizm yatırımcıları ortak ve/veya afilyasyonlar ile projeler yapabilmelidir. Kırşehir ilinin sağlık turizmi alanında gelişimi açısından Ahi Evran Üniversitesi regülasyonları belirlemeli, yatırımcılar arasında rekabet oluşturmadan bütünleştirici bir rol oynamalıdır. Ayrıca bölgenin kültürel dokusu, Kapadokya'ya yakınlığı, İç Anadolu mutfak kültürü de sağlık turizm destinasyonu olması için avantaj sağlamaktadır. Kırşehir iline özel "geleneksel tıp temalı" bir segmentasyon, Ahi Evran Üniversite moderatörlüğünde yapılabilir. Üniversite bünyesinde de Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp bilim dalı açılarak İbni Sina'dan bugüne kültürümüzdeki geleneksel tedaviler bilimsel olarak tekrar değerlendirilebilir. Termal Sağlık Turizm Kentleri projesi olabilmesi için konaklama imkânları ile birlikte hastane, kaplıca kliniği, kür merkezi, kür parkları ve diğer sosyalleşme alanlarında bütünleşmiş yapıları oluşturarak Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi ile birlikte bu tanıma uygun olduğu görülmektedir.</p>	<p>Robotik teknolojili, jeotermal kaynaklı FTR Mükemmeliyet Merkezi</p> <p>Geleneksel Tıp temalı bir sağlık merkezi</p> <p>Sağlık Turizmi açısından bölgedeki yatırımcıların ve kamu ortaklığında tanıtım, pazarlama, markalaşma çalışmalarına ağırlık veren, hasta getirebilecek asistan hizmetleri de üstlenecek bir jeotermal A.Ş. benzeri bir oluşum ile hasta getirilmesine ve "Geleneksel Tıp Şehri, Kırşehir" temasına odaklanma</p>

Mevcut Durum Özeti	Proje Maliyet Tahmini
<p>Merkezde bulunan toplam yedi adet jeotermal kaynağın jeoloji raporlarına göre bir tanesi “termal”, 3 tanesi “florürlü termal” ve üç tanesi de “florürlü termomineral su” özelliğindedir. Merkezde bulunan tüm jeotermal kaynaklar kemik ve iskelet sistemi hastalıkları, romatizmal hastalıklar, ortopedik, nörolojik hastalıklar, yumuşak doku hastalıkları açısından endike ve kalitesi yüksek sulardır. Merkez de termal turizm yatırımları vardır. Tesislerin konaklama durumları incelendiğinde konaklamalarında termal kullanımlar ağırlıklı değildir. Termal yatırımlar SPA ağırlıklıdır. Armas Termal, Temur termal Otel, Ahi Evran Üniversitesi FTR Yüksek Okulu Kaplıca Tesisi ve Grand Terme Hotel; SGK web sitesinde yayınlanan Sağlık Bakanlığı Kaplıca İşletme İzin Belgeli tesis listesindedir. Bu haliyle sağlık kurulu raporu ile ülke genelinden hasta gelebilir iken konaklamalı teşhis ve tedavi için direk hasta gelebilme olanakları sınırlıdır. Yöredeki Ahi Evran Üniversitesi JEOKAREM Projesi üzerinden geliştirmeler yapılmalıdır. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir ve Nevşehir illerinde sağlık turizminin geliştirilmesinin odağında yer almalıdır, bu sayede medikal hususta nitelikli insan gücü ihtiyacı da giderilebilir.</p>	<p>Mükemmeliyet Merkezi tıbbi donanım maliyeti 5.500.000 - 6.000.000 TL</p>

Tablo 53: Karakurt Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri

KIRŞEHİR: Karakurt Bölgesi	
Projenin Gereçesi	Öneri Tipi
<p>İlk etapta lokal kullanımdan ulusal kullanıma açılması gerekmektedir. Sosyal sorumluluk olarak geliştirilme çalışmaları yapılabilmesi önemlidir.</p>	<p>Sağlık Bakanlığı Kaplıca İşletme İzin Belgesi Tesis</p> <p>Ahi Evran Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu eğitim ve staj faaliyetlerinde kullanılması</p> <p>Ahi Evran Üniversitesi'ne bağlı hacamat, kupa, manuel terapiler vb. uygulamaların ağırlıklı olduğu gününbirlik kullanıma uygun GETAT Ünitesi</p>
Mevcut Durum Özeti	Proje Maliyet Tahmini
<p>Projenin detayında yer alan jeoloji raporlarına göre bir adet "demir içeren florürlü termal su" kaynağı bulunmakta olup bu kaynak kemik ve iskelet sistemi hastalıkları, romatizmal hastalıklar, ortopedik, nörolojik hastalıklar ve anemi tedavisinde kullanılabilir. Yörenin Kırşehir iline yakın olması nedeniyle gününbirlik kullanımlar için geliştirilme yapılabilir. Merkeze yakınlığı ve yörenin konaklama ağırlıklı otel kullanımları kısıtlı olması nedeniyle başlangıçta turizm yatırımcıları için cazibeli olmayabilir. Bölge kaynaklarının jeotermal seracılığa odaklanan tarım amaçlı kullanımı öncelikli olabilir.</p>	<p>Sağlık Bakanlığı Kaplıca İşletme İzin Belgesi alınması maliyeti</p> <p>GETAT Ünitesi maliyeti mevcut tesis içinde yapılacaksa teknik donanım başlangıç maliyeti 200.000 - 300.000 TL arasındadır.</p>

Tablo 54: Kaman Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri

KIRŞEHİR: Kaman Bölgesi	
Projenin Gerekçesi	Öneri Tipi
<p>Kaman bölgesinde bulunan plaj, bölgenin farklı illerden ve ilçelerden ziyaretçiler tarafından ziyaret edilmesini sağlamaktadır. Yörenin plajı için kullanılmasının yanı sıra mevcut termal kaynakların değerlendirilmesi de farklı bir destinasyon oluşturmaktadır. Yörenin gelişmesi Kırşehir merkezli termal tercihlerde günlük turlara eklenerek de artırılabilir. Konaklama yatırımları yerine proje olarak yörede ev otelciliği, pansiyonculuğu da teşvik edilerek yeni iş olanaklarının sağlanması önerilmektedir. Termal kaynaklar kemik ve iskelet sistemi hastalıkları, romatizmal hastalıklar, ortopedik, nörolojik hastalıklar, yumuşak doku hastalıklarına endike olup florür açısından zengin olduğundan suyun içilebilir niteliği detaylı incelenerek içmece olarak da kullanılabilir. Bölgenin, Ahi Evran Üniversitesi tarafından destekleyici sağlık personeli kontrolünde faaliyet gösteren içmece olarak kullanılmasının daha faydalı olacağı düşünülmektedir.</p>	<p>Termal Havuz İşletmesi</p> <p>Sağlık Bakanlığı Kaplıca İşletme İzin Belgesi alınması ve FTR Ünitesi kurulması</p>
Mevcut Durum Özeti	Proje Maliyet Tahmini
<p>Yörede ML-S-19-134 ve ML-S-19-125 rapor numaralı 2 adet “florürlü termal su” kaynağı bulunmaktadır. Baraj gölü plajına çevre il ve ilçelerden gelen ziyaretçiler, bölge için pozitif etki oluşturmaktadır. Termal havuz yatırımı ile desteklenmelidir.</p>	<p>Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ünitesi maliyeti arsa, bina, tefrişat ve işletme giderleri hariç 300.000 - 400.000 TL arasındadır.</p>

Tablo 55: Çiçekdağı Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri

KIRŞEHİR: Çiçekdağı Bölgesi	
Projenin Gerekçesi	Öneri Tipi
<p>Dünyada 20 milyona yakın Serebral Palsy tanılı çocuk olduğu, sadece İstanbul'da 60 bin civarında hasta bulunduğu, hastalığın dünyada genelinde görülme oranının bin doğumda 1,5 ile 3 arasında değiştiğini ve ülkemizde bin canlı doğumda 4,4 olarak gerçekleştiği çeşitli çalışmalar ile yayınlanmaktadır. Çiçekdağı bölgesinde yer alan Bulamaçlı kaynakları Etiler döneminden bu yana bilinen kaynaklardan biridir. Kırşehir ili termal kaynaklar olarak zengin olmakla birlikte Çiçekdağı yöresindeki sularda toplam minerilizasyon oranı 4 gr üstündedir.</p> <p>Ahi Evran Üniversitesi bu bölgede FTR merkezi açılmasındaki sorumlu ve destekleyici kurum olarak faaliyet gösterdiğinde üniversitenin bilgi birikimi sahaya aktarılabilir ve ayrıca proje gelişimin hızlanması açısından pozitif etki oluşturulur. Bir üniversite bünyesinde planlanmazsa gelişimi yavaş olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yörenin termal turizm açısından gelişmesi için turizm yatırımlarına özel teşvikler verilmesi önerilir.</p>	<p>Öncelikle Sağlık Bakanlığı Kaplıca İşletme İzin Belgesi Tesis olarak SGK anlaşmalı listede yer alması, Termal turizm olarak geliştirilmesi için Ahi Evran Üniversitesi FTR bilim dalına bağlı bir FTR Merkezi açılması ve Ahi Evran Üniversitesi Fizik Tedavi Yüksek Okulu Hidroterapi bölümü planlanması Konaklamalı Engelli Sağlığı açısından "Tekerekli Sandalye Turizmi" temalı gelişimi planlanmalıdır.</p>
Mevcut Durum Özeti	Proje Maliyet Tahmini
<p>Çiçekdağı'nda toplamda 5 kaynak olup tamamı termominerali sudur ve 3 kaynağın içeriğinde "sodyumlu, florürlü, klorürlü" ve 2 adetinin içeriğinde de bunlara ilave sülfat bulunmaktadır. İlçeye 16 km uzaklıktaki Mahmutlu'da da aynı özelliklere sahip bir su kaynağı vardır. Her iki bölgenin aynı zamanda geliştirilmesi hedefi verimli olmayabilir. Yatırımların Bulamaçlı ağırlıklı yapılması halinde konaklama ihtiyaçları ilçe merkezinden de karşılanabilir. Yozgat Yerköy jeotermal kaynakları da bu bölge geliştirme planlarına dâhil edilmelidir. Termal Turizm Master Planında Yerköy ve Çiçekdağı aynı turizm geliştirme bölgesi içinde yer almaktadır.</p>	<p>Sağlık Bakanlığı Kaplıca İşletme İzin Belgesi alınması maliyeti Bina, tefrişat vb. hariç sağlık alanlarının donanım maliyeti 1.500.000 - 2.500.000 TL arasındadır.</p>

3.3. Sonuç ve Öneriler

Tablo 56: Kırşehir Bölgeler ve Öneri Alanları

İlçe	Mevki	Odak Kullanım Alanı	Mevcut Kullanım Alanı	Yatırım Önerisi Alanı
Merkez	Terme	Konut Isıtması, Turizm ve Sağlık	Konut Isıtması, Turizm	Turizm ve Sağlık
Merkez	Karakurt	Sera (TDİOSB) ve Kurutma	Sera, Kurutma	Sera
Çiçekdağı	Mahmutlu	Sera	Sera	Sera
Çiçekdağı	Bulamaçlı	Turizm	Turizm	Turizm
Akpınar	Akpınar	Turizm, Su Ürünleri	Turizm	Su Ürünleri
Kaman	Savcılı	Turizm	-	Turizm
Mucur	Kıran	Turizm	-	Turizm

Kırşehir ili Orta Anadolu Bölgesinde yer alan önemli termal alanları barındırmaktadır. İlde bulunan jeotermal alanlar Terme, Karakurt, Çiçekdağı-Mahmutlu, Çiçekdağı-Bulamaçlı, Kaman-Savcılı, Akpınar ve Mucur'dur. Bu yedi bölgede toplam 32 kuyu ve 6 adet kaynak bulunmakta olup su sıcaklıkları 30–78,3 °C arasında değişmektedir.

Terme bölgesi Kırşehir il merkezine oldukça yakın bir konumda olup jeotermal kaynakların yoğun olduğu bir alandır. Bölgede kaynaklar hâlihazırda şehir ısıtmasında kullanılarak 1.800 konut eşdeğerli ısıtma yapılmaktadır. Ayrıca il merkezine yakın konumda bulunan 3 adet termal tesis bulunmaktadır. Bu tesislerin doluluk oranlarının ortalama olarak % 66 düzeyinde olup ve yeni turistik işletme ihtiyacı olduğu görülmektedir. Bu turistik işletmelerin aynı zamanda sağlık turizmi için gelenlere yönelik konaklama ihtiyacını da karşılayacakları değerlendirilmektedir. Jeotermal kaynakların sağlık alanında kullanımı Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi'nin jeotermal alanında pilot üniversite olmasının da avantajı ile geleneksel tıp temasına odaklanması önerilmiş ve ayrıca geleneksel tıp temalı bir sağlık merkezi ve robotik teknolojili, jeotermal kaynaklı Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon alanında mükemmeliyet merkezi kurulması önerilmiştir.

Karakurt bölgesinde hâlihazırda jeotermal seracılık ve sebze/meyve kurutma tesisleri vardır. Bölgedeki su sıcaklıklarının 42 – 50 °C arasında olup sera yatırımlarına uygun olduğu görülmüştür. Bu bölgede yapılacak sondajlar ile daha büyük miktarda jeotermal kaynağa ulaşılabileceği düşünülmekte olup, sulama suyu uygun şekilde bulunduğu takdirde, tarıma dayalı ihtisas sera organize sanayi bölgesi kurulması önerilmektedir. Çiçekdağı ilçesi Mahmutlu bölgesinde ise mevcut durumda 126 dekarlık alanda kurulmuş jeotermal sera işletilmektedir. Bu bölgede su sıcaklıklarının 65 – 75 °C arasında olması ve

debilerinin de yüksek olması sebebi ile yeni sera alanlarının kurulmasının uygun olduğu değerlendirilmiştir. İlçede yer alan bir diğer jeotermal alan olan Bulamaçlı'da ise mevcut durumda kaplıca işletimi yapılmaktadır. Bölgedeki kaynak debilerinin yüksek olması ve su sıcaklığının 32 – 39 °C arasında değişmesi sebebi ile ilave turizm yatırımlarının bölgede olumlu etkiler yapacağı değerlendirilmektedir. Akpınar ilçesinde su sıcaklıklarının 32 °C olması ve bu sıcaklığın da su ürünleri yetiştiriciliği için uygun olması sebebi ve ayrıca ilçedeki mevcut durumdaki tedavide kullanılan balıkların da olması turizmde farklılık ve rekabetçilik oluşturma potansiyeli açısından dikkat çekmektedir. Kaman ilçesi Savcılı bölgesi ise özellikle mevcut durumda yoğun olarak ziyaretçilerin plaj için geldiği bir bölge olup buradaki termal kaynağın havuz yatırımlarında kullanılması durumunda turizm açısından bölgede çeşitliliği artıracığı değerlendirilmektedir. Mucur – Kıran bölgesinde mevcutta bir tesis bulunmamakta olup, su sıcaklığı açısından termal turizm amaçlı kullanılabilir.

3.4. Jeotermal Enerjinin Kullanıldığı İşletmelere Ait Görseller



Kırşehir Merkez'de Bulunan Armas Termal Otel



Ahi Evran Üniversitesi FTR Yüksekokulu



Kırşehir'de Mevcut Termal Sera



Kırşehir'de Mevcut Termal Sera



Kırşehir Çiçekdağı'nda Yer Alan Bulamaçlı Kaplıcası Görselleri



**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