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

TÜBİTAK
TÜSSİDE

JEOTERMAL KAYNAKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ PROJESİ

Aksaray İli Raporu

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

TÜBİTAK TÜSSİDE

Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi Projesi

Aksaray İli Raporu

JEOTERMAL KAYNAKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ PROJESİ

AKSARAY İL RAPORU

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

TÜBİTAK TÜSSİDE
PROJE EKİBİ

Barış ÇARIKCI
Merve SEFA
Kevser MERMER

KOP BKİ
PROJE EKİBİ

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

PROJE DANIŞMANLARI

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

İşbu rapor, TÜBİTAK Türkiye Sanayi Sevk ve İdare Enstitüsü (TÜSSİDE) tarafından, "Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi Projesi" kapsamında T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Konya Ovası Projesi (KOP) Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı için hazırlanmıştır.
Bu projenin yararlanıcısı olan T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Konya Ovası Projesi (KOP) Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı raporun basım, çoğaltım, yayım ve işleme haklarına sahiptir.

İçindekiler

Yönetici Özeti 2
Giriş 4
1. Aksaray İli Jeolojik Özellikleri 5
1.1.Aksaray İli Jeotermal Sistem Özellikleri 5
1.2. Aksaray İlindeki Jeotermal Kuyulara Ait Özellikler 8
1.3. Ziga-Yaprakhisar Jeotermal Alanı 10
1.4. Güzelyurt (Şahinkalesi-Ilısu) ve Gülağaç Jeotermal Alanları 22
1.5. Tuzlusu-Aksaray (Merkez) Jeotermal Alanı 35
1.6. Sarıyahşi (Bekdik) Jeotermal Alanı 46
1.7. Dikmen (Aksaray-Merkez) Jeotermal Alanı 50
2. Aksaray İli Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanları 60
2.1. Aksaray Paydaş Ekosisteminin Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanlarına Yönelik Görüşleri 60
2.2. Aksaray İline Yönelik Ulusal ve Bölgesel Termal Turizm Strateji ve Planları 61
2.3. Aksaray İlinde Jeotermal Kaynakların Enerji Alanında Kullanımı 62
2.4. Aksaray İlinde Jeotermal Kaynakların Turizm ve Sağlık Alanında Kullanımı 68
2.5. Aksaray İlinde Jeotermal Kaynakların Tarım Alanında Kullanımı 76
2.6. Aksaray İlinde Jeotermal Kaynakların Endüstriyel Alanda Kullanımı 80
3. Aksaray İline Yönelik Olarak Yapılan Yatırım Önerileri 82
3.1. Aksaray İlinde Turizm Sektörü İçin Yatırım Önerileri 82
3.2. Aksaray Bölgesi Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi ve Kurulabilecek Sağlık Tesisi Önerileri 85
3.3. Sonuç ve Öneriler 88
3.4. Jeotermal Enerjinin Kullanıldığı İşletmelere Ait Görseller 89

Şekiller

Şekil 1: Aksaray Jeotermal Kaynak Konumları 7
Şekil 2: Ziga Jeotermal Alanı Konumu 10
Şekil 3: Ziga Kuyularının Uydu Görüntüsü Üzerindeki Konumu 11
Şekil 4: Ziga-Yaprakhisar Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Dönmez vd., 2005a). 13
Şekil 5: Ziga-Yaprakhisar Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası 15
Şekil 6: Ziga-Yaprakhisar Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (Burçak, 2006) 16
Şekil 7: Sırasıyla Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları 19
Şekil 8: Ziga Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları 21
Şekil 9: Güzelyurt-Gülağaç Jeotermal Alanları Konumu 22
Şekil 10: Mevcut Kuyuların Uydu Görüntüsü Üzerindeki Konumu 23
Şekil 11: Güzelyurt ve Gülağaç Jeotermal Alanları ve Çevresi Jeoloji Haritası 25
Şekil 12: Güzelyurt ve Gülağaç Jeotermal Alanları ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası 27
Şekil 13: Şahinkalesi Jeotermal Sahası Kavramsal Model 28
Şekil 14: Gülağaç-Sofular Jeotermal Sahası Kavramsal Model 29
Şekil 15: Güzelyurt-Ilısu Jeotermal Sahası Kavramsal Model (Ölçeksiz) 29
Şekil 16: Sırasıyla Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları 32
Şekil 17: Güzelyurt-Gülağaç Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları 34
Şekil 18: Tuzlusu Jeotermal Alanı Konumu 36
Şekil 19: Tuzlusu Kaynağı ve Uydu Görüntüsü Üzerindeki Konumu 36
Şekil 20: Tuzlusu Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Dönmez Vd., 2005a) 38
Şekil 21: Tuzlusu Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası 40
Şekil 22: Tuzlusu Jeotermal Alanı Kavramsal Model (Afşin ve Elhatip, 2000). 41
Şekil 23: Sırasıyla Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları 43
Şekil 24: Tuzlusu Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları 45
Şekil 25: Sarıyahşi-Bekdik Jeotermal Alanı Konumu 46
Şekil 26: Aksaray Jeotermal Alanı Kuyuların Uydu Görüntüsü Üzerindeki Konumu 47
Şekil 27: Sarıyahşi-Bekdik Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası 48
Şekil 28: Sarıyahşi-Bekdik Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası 49
Şekil 29: Sarıyahşi-Bekdik Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (Ölçeksiz) 50
Şekil 30: Dikmen Köyü Konumu ve Uydu Görüntüsü 51
Şekil 31: Dikmen Köyü Civarı Jeoloji Haritası (Dönmez vd., 2005a). 52
Şekil 32: Dikmen Köyü Civarı Hidrojeoloji Haritası 54
Şekil 33: Dikmen Jeotermal Alanı Kavramsal Model (Ölçeksiz) 55

Şekil 34: Sırası ile Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları 57
Şekil 35: Dikmen Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları 59
Şekil 36: Aksaray Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanları 60
Şekil 37: Isı Kapasitesi ve Maksimum Sıcaklık Arasındaki İlişkinin İllere Göre Dağılımı 64
Şekil 38: KOP Bölgesi'nde Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtma Kapasitelerinin Eşdeğerleri 65
Şekil 39: KOP Bölgesi'nde Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtmaya Uygunlukları 67
Şekil 40: KOP Bölgesi'ndeki Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtmaya Uygunlukları 67
Şekil 41: Aksaray İlindeki Termal Tesislerin KOP Bölgesi İçindeki Oranı 72
Şekil 42: İllere Ait En Yüksek ve En Düşük Doluluk Oranları 73
Şekil 43: KOP Bölgesinde Bulunan Jeotermal Seralar 77

Tablolar

Tablo 1: Aksaray İli Jeotermal Kaynak Yerleri 6
Tablo 2: Aksaray Jeotermal Kuyu Özellikleri 9
Tablo 3: Ziga Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı 18
Tablo 4: Ziga Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri 21
Tablo 5: Güzelyurt-Gülağaç Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı 31
Tablo 6: Güzelyurt-Gülağaç Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri 34
Tablo 7: Tuzlusu Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı 42
Tablo 8: Tuzlusu Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri 45
Tablo 9: Sarıyahşi-Bekdik Köyünde Bulunan Jeotermal Kuyuların Verileri 46
Tablo 10: Dikmen Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı 56
Tablo 11: Dikmen Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri 59
Tablo 12: KOP Bölgesi ve Aksaray Isı Kapasitesinin Dağılımı 63
Tablo 13: Aksaray İlindeki Jeotermal Kaynakların Hesaplanan Isı Kapasiteleri 64
Tablo 14: KOP Bölgesi'ndeki Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtmada Kullanım Potansiyelinin Değerlendirmesi 66
Tablo 15: Aksaray İlinde Isıtılabilecek Hane Adedi ve Özellikleri 68
Tablo 16:İller Bazında Hastalık Endüksiyon Tablosu 69
Tablo 17: İlçeler Bazında Hastalık Endüksiyon Dağılımı 69
Tablo 18: Kuyu Bazlı Kaynak Endüksiyon Listesi 70
Tablo 19: KOP Bölgesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezleri Envanteri 71
Tablo 20: KOP İlleri İşletme Sayıları 72
Tablo 21: KOP İlleri İşletme ve Tesis Bilgileri 73
Tablo 22: Termal Tesislerin Doluluk Oranlarına Ait Frekans Verileri 74
Tablo 23: İşletme Oda ve Yatak Sayısı 74
Tablo 24: İşletme Doluluk Oranları Dağılımı (İlçe Bazlı) 74
Tablo 25: Aksaray'da Bulunan Termal Tesislerin Envanteri 75
Tablo 26: İlçe Bazında Hastalık Endüksiyonları 75
Tablo 27: KOP Bölgesi Tarımsal Seralar ve Alanları 77
Tablo 28: Aksaray'da Bulunan Jeotermal Seralar ve Özellikleri 78

Tablo 29: Potansiyel Sera Alanı Hesaplarında Seçilmiş Parametreler 79
Tablo 30: İller Bazında Potansiyel Sera Alanları 80
Tablo 31:Aksaray'da Bulunan Kuyu Değerleri 80
Tablo 32:Linde Gaz Tesislerine Ait Görseller 81
Tablo 33: Aksaray ve Gülağaç İçin Turizm Yatırımı Önerileri 83
Tablo 34: Aksaray - Güzelyurt İçin Turizm Yatırımı Önerileri 84
Tablo 35: Narlıgöl Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri 86
Tablo 36: Güzelyurt Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri 87
Tablo 37: Aksaray Bölgeler ve Öneri Alanları 88
Tablo 38: İşletmelere Ait Görseller 89

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.

Aksaray, jeotermal kaynakların özellikle turizm ve seracılık kullanımlarında öne çıkmaktadır.

Kaynak sularının sıcaklıkları 28,4°C - 56,2°C arasında olduğu ilde kuyu sayıları Güzelyurt ilçesinde 3, Dikmen'de 2, Merkez ve Gülağaç'ta ise birer kaynak şeklinde dağılım göstermektedir. İldeki su kaynaklarının hastalık endüksiyonları bakımından incelenmesinde ise özellikle lokomotor sistem hastalıkları, böbrek ve idrar yolları hastalıkları ve cilt hastalıklarına iyi geldiği yapılan analizler sonucunda tespit edilmiştir.

Aksaray'da jeotermal suların fizik tedavi ve rehabilitasyon uygulamalarında kullanımı bakımından değerlendirilmesinde ise ildeki iki fizik tedavi merkezinin de jeotermal enerjiyi tedavi aşamasında kullanılmadığı tespit edilmiştir.

Turizm kapsamında ise Aksaray'da toplam iki adet termal turizm işletmesi olup bu turizm alanları Ziga ve Ilısu mevkilerinde bulunmaktadır. Söz konusu bölgelerde bulunan **termal oteller doluluk oranları bakımından incelendiğinde Aksaray, % 77 doluluk oranı ile KOP Bölgesi'ndeki en yüksek doluluk oranına sahip ildir.**

Aksaray'da jeotermal enerjinin tarımsal uygulamaları incelendiğinde ise ilde iki sera işletmesine ait 40 ve 37 dekar olmak üzere **toplam 77 dekarlık jeotermal sera** bulunduğu tespit edilmiştir. Bu sera işletmeleri Sarıyahşi Bekdik Köyü'nde yer almakta ve seralarda domates yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Su kaynaklarının sıcaklık ve debi değerleri dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda Ziga'da yer alan kaynağın sera işletmesi kurulması için yüksek potansiyele sahip olduğu ancak burada sera işletmesi bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu sebeple Ziga'ya sera yatırımı yapılmasının ildeki kaynak potansiyellerin değerlendirilmesi açısından uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Jeotermal kaynakların enerji alanında kullanımları incelendiğinde ise Linde Gaz firmasının jeotermal enerjiden CO2 sentezi yaptığı işletmesi, KOP Bölgesi'nde enerji alanında kullanımı bakımından çeşitlilik oluşturmaktadır.

Jeotermal kaynakların turizm alanındaki kullanımında ise Aksaray'ın özellikle Kapadokya bölgesinde, Ihlara Vadisi gibi doğal güzellikleri olan bölgede olması ile avantaj sağlamaktadır. Mevcut durum incelendiğinde, termal tesislerin doluluk oranlarının yüksek olmasının avantajı ile bölgedeki tesislerin yenilenmesi ve rekreasyon alanları oluşturulması önerilmiştir.

Termal kaynakların sağlık kullanımları kapsamında incelenmesi sonucunda ise bölgenin özellikle **tekerlekli sandalye turizm merkezi** olarak değerlendirilmesinin avantaj oluşturacağı değerlendirilmiş ve engelli çocukların tedavisine odaklanacak bir yapının kurulması önerisi geliştirilmiştir.

Aksaray'da mevcut yatırımların söz konusu yollar ile değerlendirilmesi KOP Bölgesi'nde Aksaray'ı özellikle sağlık ve turizm kullanımları bakımından ön plana çıkaracak olup jeotermal kaynakların tarımsal üretimde kullanılması ile de bölge içinde üretimin artırıldığı illerden olmasını sağlayacaktır.

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, CO_2 eldesi...) gibi doğrudan kullanım alanları olduğu gibi elektrik üretimi gibi doğrudan olmayan kullanımları da hızla yaygınlaşmaktadır. Jeotermal son yıllarda ise sürdürülebilir ve yenilenebilir bir enerji olması nedeni ile bu eğilim giderek kuvvetlenmektedir.

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

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

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

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

1. Aksaray İli Jeolojik Özellikleri

Aksaray ili ve çevresinde jeolojik temeli paleozoyik yaşlı şist ve gnayslar ile daha üste yer alan Bozçaldağ mermerleri oluşturmaktadır. Kretase yaşlı granitoid-gabroid intrüzyonu bu birimleri keserek yerleşmektedir. Temel birimler, alt eosen yaşlı denizel kireçtaşı, kumtaşı ve marnlardan oluşan birimler; Üst Eosen-Alt Miyosen yaşlı gölsel-karasal çökel kayaçlar, orta miyosen - kuvaterner yaşlı volkanik kayaçlar ve bunlarla aratabakalı sedimanter birimler tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.

Bölgede tektonik çizgisellikler kuzeybatı-güneydoğu (KB-GD) ve kuzeydoğu-güneybatı (KD-GB) olmak üzere iki doğrultuda gruplaşmaktadır. KB-GD doğrultulu olan çizgiselliklerden en belirgin olanları, Aksaray Tuz Gölü fayı olup buna paralel olarak görülen Melendiz Vadisi çizgiselliği muhtemelen genç volkanitlerle örtülü eski bir fay zonu üzerinde yer almaktadır. KD-GB doğrultulu kırıklar Ziga güney ve kuzeyinde, Melendiz Dağı-Altunhisar ve Şahinkalesi-Acıgöl arasında yer alan çizgiselliklerdir. KD-GB ve KB-GD kırıkların kesişme yerleri volkanik çıkış yerleri ile örtüşmektedir. Melendiz Dağı kuzeyindeki iki önemli volkanik çıkış yeri Melendiz vadisinin üzerinde bulunduğu çizgisellik ile Acıgöl-Şahinkalesi kalderalarını birleştiren çizgiselliğin kesişme iz düşümünde yer almıştır. Hasan Dağı, Melendiz ve Acıgöl-Şahinkalesi kaldera ve kraterleri ile bunlar çevresinde yer alan piroklastik koniler KD-GB doğrultulu bir hat üzerinde yer almaktadır[1]

1.1.Aksaray İli Jeotermal Sistem Özellikleri

Aksaray ilinde MTA (2005) tarafından yapılan çalışmada Ziga-Yaprakhisar, Ilısu, Tuzlusu ve Güzelyurt-Sivrihisar (Şahinkalesi) olmak üzere dört jeotermal alandan bahsedilmektedir[2]. Günümüzde bu alanların yanı sıra Aksaray'ın kuzeyinde bulunan Sarıyahşi ilçesi Bekdik köyünde, Gülağaç ilçesi Sofular köyünde ve Dikmen köyünde jeotermal ruhsatlar bulunmaktadır (Tablo 1 ve Şekil 1). MTA Genel Müdürlüğü tarafından Aksaray İli, Güzelyurt İlçesi, Sivrihisar Köyü Şahinkalesi Mevkiine bulunan 2011/4 no'lu jeotermal kaynak işletme ruhsatı Bergama Prestij Jeotermal Şirketi uhdesinde iken termin planı içerisinde işletmeye başlamadığından iptal edilmiştir. Saha şu anda başka bir şirketin arama ruhsatının içerisinde kalmaktadır. Bu kuyunun (SHK-1) derinliği 1.800 metre olup 53 °C sıcaklığa ve 10 l/sn debiye sahiptir.

Aksaray İl Özel İdaresine ait olan Güzelyurt İlçesi, Ilısu Köyü sınırları içerisinde bulunan 2013/6 nolu jeotermal kaynak işletme ruhsat sahası içerisinde 2 adet sıcak su kuyusu bulunmaktadır. Ilısu-1 kuyusu köye ait hamamda kullanılmaktadır. Ilısu-2 kuyusu 500 metrede olup 36,8 °C ve 20 l/sn debiye sahiptir.

[1] Burçak, M. 2006. Aksaray jeotermal sahaları (Acıgöl-Ziga-Şahinkalesi) jeotermal ısı kaynaklarının araştırılması ve jeotermal sistemlerin kavramsal modellemesi. Niğde Üniv. Fen Bilim. Enst. Yüksek lisans tezi, 85 s (yayınlanmamış)

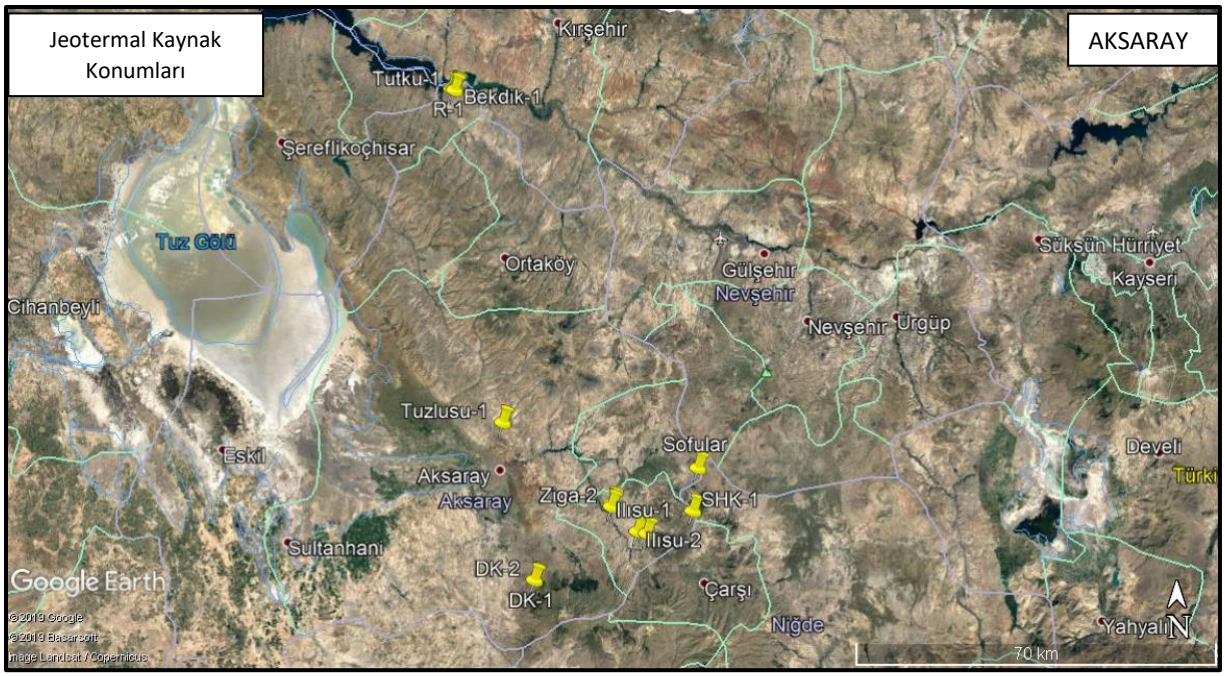
[2] MTA, 2005. Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri, Envanter serisi-201, Ankara.

Kent Tur. Yat. İnş. San ve Tic. A.Ş.'ne ait olan Gülağaç İlçesi, Sofular Köyü içerisinde bulunan 2008/1 numaralı jeotermal kaynak işletme ruhsat sahası içerisinde bir adet sıcak su kuyusu bulunmaktadır. Kuyu 800 metre derinlikte olup 68,94 °C ve 20 l/sn debiye sahiptir. Statik seviye 35 m, dinamik seviye 90 m'dir. Jeotermal su termal tesislerde (havuz ve banyolarda) kullanılmaktadır.

Aksaray ilinde jeotermal sistemin rezervuar kayacı Bozçaldağ formasyonuna ait mermerlerdir. İlde jeotermal sistemin örtü kayaçları Üst Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı gölsel-karasal çökel ve volkanik kayaçlardır. Hidrotermal sistemin ısı kaynağı volkanik etkinlik ve jeotermal gradyandır. Tektonizma sıcak su kaynaklarının oluşumunda önemli bir yer tutmaktadır. Bölgede tektonik çizgisellikler KB-GD ve KD-GB olmak üzere iki doğrultuda gruplaşmaktadır. Çeşitli şekillerde yeryüzüne düşen yağmur suları faylar, kırık-çatlaklar ve geçirimli özellikteki kayaçlar aracılığıyla yeraltına süzülmekte, burada magmatik sokulumlarla temasa geçerek ısınmakta veya alçalan soğuk su ile yükselen sıcak su arasındaki yoğunluk farkından oluşan basınç kuvveti ve tektonik yapılar aracılığıyla yeryüzüne yükselmektedir.

Tablo 1: Aksaray İli Jeotermal Kaynak Yerleri

İlçe	Mevki	İşletme Sahibi	Kuyu Adedi
Güzelyurt	Yaprakhisar Köyü	İl Özel İdare	2
Güzelyurt	Ilısu Köyü	İl Özel İdare	2
Güzelyurt	Sivrihisar Köyü	Aksaray Belediyesi	1
Gülağaç	Sofular Köyü	Kent Tur. Yat. İnş. San ve Tic. A.Ş.	1
Merkez	Tuzlu	Aksaray Belediyesi	1
Sarıyahşi	Bekdik Köyü	Tutku Tarım Mad.	6
	Dikmen Köyü		2
TOPLAM			**15**



Şekil 1: Aksaray Jeotermal Kaynak Konumları

Aksaray jeotermal alanında Merkez, Güzelyurt, Gülağaç ve Dikmen bölgelerinde bulunan termal sulardan 7 adet su örneği alınmıştır. Bu örneklerin EC değerleri 485–6.890 µS/cm, sıcaklıkları 28,4–56,2°C arasında ve pH değerleri 6,05–7,1 arasında değişmektedir. En yüksek sıcaklık değeri Kapadokya Kent otele ait kuyuda ölçülmüştür. En yüksek EC değeri Güzelyurt'taki Ziga-1 kuyusundadır. Ilısu-1 örneği dışındaki bütün örnekler asidik karakterlidir. Aksaray ilinde termal suların Ca içeriği 30–561 mg/l, Na konsantrasyonları 48–803 mg/l, Mg içeriği 10–92,02 mg/l ve K içeriği 19–153 mg/l'dir. Termal suların HCO_3 içerikleri 21,54–1.666,6 mg/l, SO_4 değeri 16,53–132,46 mg/l, Cl 24,45–1.473,09 mg/l, CO_3 değerleri ise 2,13–7,67 mg/l arasında değişmektedir. En yüksek HCO_3 içeriği Gülağaç ilçesindeki Kapadokya Kent Otel kuyusunda, en yüksek Cl içeriği ise Ziga-2 kuyusunda ölçülmüştür. Genel olarak termal suların aragonit, kalsit, kalsedon, dolomit ve kuvars minerallerine doygun olduğu ve kabuklaşma problemlerinin yaşanabileceği belirlenmiştir.

Aksaray ilinde termal suların su sınıfları Ziga jeotermal alanında Na-Ca-Cl ve Na-Ca-Cl-HCO_3, Ilısu'da Na-Ca-HCO_3 ve Ca-HCO_3-Cl, Tuzlusu kaynağında Na-Ca-Cl-HCO_3, Dikmen'de ise Na-Mg-Ca-Cl-HCO_3 ve Na-HCO_3-Cl su tipleri tespit edilmiştir. Jeotermal alanlarda bulunan kuyu ve kaynaklardan alınan örneklerin majör iyon analiz sonuçları "*İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik*"te[3] (İTASHY, 2005) belirtilen limitler ile karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirmeye göre, genel olarak suların EC, Na ve Cl değerlerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir.

[3] İTASHY, 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, Türk İçme Suyu Standartları TS 266 sayılı standart, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Aksaray ilinde jeotermal suların As içeriğinin 3–1.087 µg/l arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu değer, İTASHY (2005) içme suyu standartlarının (10 µg/l) oldukça üstündedir. Alınan örnekler içerisinde sadece Kapadokya Termal Otel'e ait kuyuda As içeriği standartlara uygundur. İlde jeotermal suların bir kısmının B, Br, Fe ve Mn içerikleri standart değerlerin üzerindedir. Bu suların uzun süreli içme kürü olarak kullanımında önemli sağlık problemleri yaşanabilecektir. Jeotermal suların kullanımdan sonra ortaya çıkan geri dönüşüm sularının doğal ortama deşarj edilmesi çevre açısından önemli problemlere neden olabilecektir.

Jeotermometre uygulamaları, jeotermal sistemlerde rezervuar sıcaklıklarının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Aksaray ilinde bulunan bütün alanlarda silis (kalsedon ve kuvars) jeotermometreleri kullanılmıştır. Bu hesaplamalarına göre Ziga jeotermal alanında rezervuar sıcaklıkları 58,65–106,86 °C arasındadır. Güzelyurt-Gülağaç jeotermal alanında kalsedon ve kuvars jeotermometre hesaplamalarına göre maksimum rezervuar sıcaklığı Ilısu-1 kuyusunda 140,04 °C, Sfk-1 kuyusunda 162,6 °C olarak belirlenmiştir. Tuzlusu jeotermal alanında beklenebilecek maksimum rezervuar sıcaklık 90,71 °C'dir. Dikmen jeotermal alanında maksimum rezervuar sıcaklığı 159,56 °C, DK-2 kuyusunda 147,40 °C olarak belirlenmiştir.

İlde Ziga-Yaprakhisar ve Güzelyurt-Şahinkalesi ve Gülağaç-Sofular bölgelerinde ayrıntılı jeolojik ve jeofizik araştırmalar yapılmıştır. MTA tarafından yapılan bu jeofizik raporların temini ile mevcut durumda belirlenmiş fay hatlarını kesen ve rezervuara ulaşacak derinlikte kuyu yerleri önerilebilecektir. Ayrıca, ilde daha önce yapılmış jeoloji-jeofizik araştırmaların yeniden incelenmesi ile uygun görülen alanlarda, rezervuar kaya birimlerinin derinliğinin ve yayılımının belirlenmesi, ısı kaynağı olabilecek sokulumların derinliği ve geometrisinin saptanması, yüzeyde izleri görülemeyen süreksizliklerin yerlerinin ve tipinin belirlenmesi ile jeotermal sistem modelinin yorumlanmasında yararlanmak üzere rezistivite, manyetotellürik ve doğal potansiyel ölçümlerinin yapılması gibi araştırmalarla sahaların geliştirilmesi sağlanabilecektir.

1.2. Aksaray İlindeki Jeotermal Kuyulara Ait Özellikler

Aksaray ilinde yer alan kaynakların yedisinden su örneği alınmış ve 30 parametreye ilişkin yapılan laboratuvar analiz sonuçları verilmiştir. Bu analizler Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2: Aksaray Jeotermal Kuyu Özellikleri

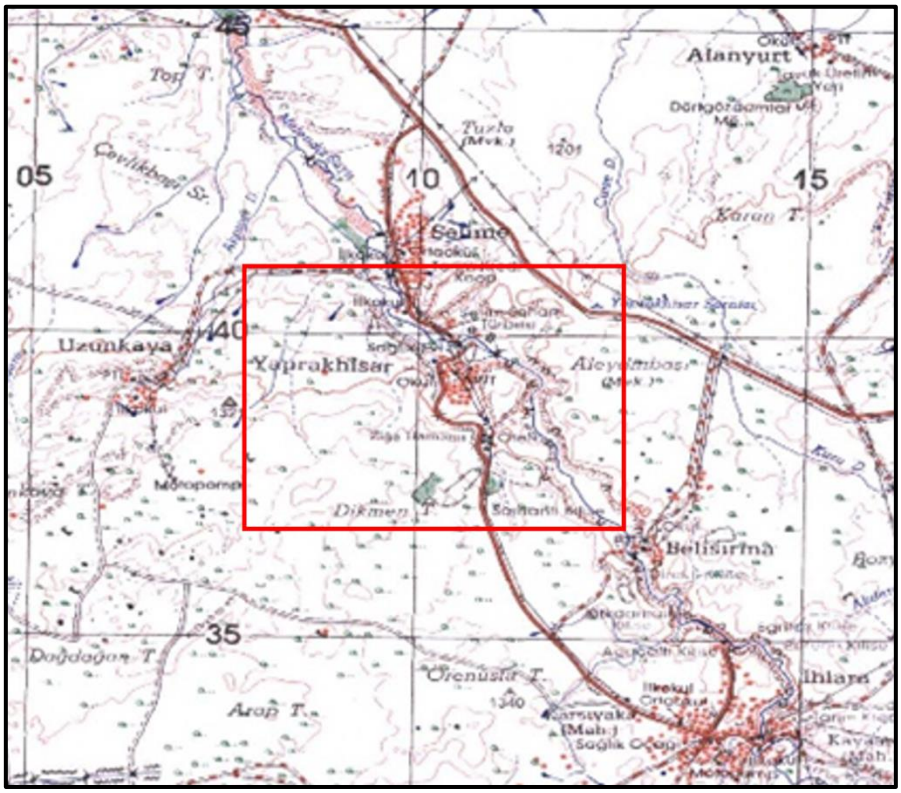
ID	90	91	92	93	96	97	98
Rapor Numarası	ML-S-19-090	ML-S-19-091	ML-S-19-092	ML-S-19-093	ML-S-19-096	ML-S-19-097	ML-S-19-098
İlçe	Güzelyurt	Merkez	Güzelyurt	Gülağaç	Güzelyurt	Merkez	Merkez
Kuyu Adı	Aksaray İl Özel İdaresi – Ziga-1	Aksaray Belediyesi – Tuzlusu-1 Kaynağı	Aksaray İl Özel İdaresi – Ilısu-1	Kapadokya Kent Otel – SK-1	Aksaray İl Özel İdaresi – Ziga-2	Dikmen Köyü– DK-2 Kuyusu	Dikmen Köyü/DK-1 Kuyusu
Y	38,285	38,4258	38,2332	38,4021	38,2804	38,1777	38,1745
X	34,2674	34,0259	34,3442	34,4271	34,2663	34,0709	34,0737
Bikarbonat (HCO_3)	21,54	1442	201,92	1666,6	1590,2	463,3	977,04
Karbonat ($CaCO_3$)	2,86	2,19	2,13	7,67	4,31	4,775	2,65
Sülfat (SO_4)	75,48	111,05	16,53	132,46	74,44	65,39	105,72
Klorür (Cl)	1460,71	1092,53	24,45	756,63	1473,09	108,53	591,38
Nitrat (NO_3)	<0,27	15,12	18,57	<0,27	<0,27	76,6	14,56
Florür (F)	0,99	0,69	0,19	0,23	0,85	0,28	0,18
Bromür (B)	2,05	1,44	<0,25	1,43	2,06	0,41	0,42
Sodyum (Na)	0,761	0,801	0,048	0,279	0,803	153,73	311,15
Magnezyum (Mg)	0,047	0,056	0,01	0,083	0,048	27,81	92,02
Potasyum (K)	0,123	0,037	0,019	0,097	0,128	0,06	0,153
Kalsiyum (Ca)	0,549	0,441	0,03	0,429	0,561	76,95	149,35
Alüminyum (Al)	0,006	0,017	<0,005	0,005	0,017	0,015	0,0207
Demir (Fe)	2,321	0,065	0,004	6,377	2,558	0,046	0,022
Mangan (Mn)	0,183	0,042	0,0002	0,324	0,18	0,0008	0,029
Bor (B)	18,563	7,557	0,36	12,258	19,046	1,816	29,36
Krom (Cr)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002
Kurşun (Pb)	<0,0005	0,006	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005	<0,0005
Bakır (Cu)	<0,005	0,041	<0,005	<0,005	<0,005	0,0095	<0,005
Çinko (Zn)	0,002	0,059	<0,002	0,002	0,004	0,0273	<0,002
Fosfor (P)	0,021	0,013	0,035	0,219	0,023	0,0601	0,153
Lityum (Li)	2,983	0,583	0,062	3,047	3,016	0,2284	0,422
Nikel (Ni)	<0,002	0,003	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	<0,002
Arsenik (As)	1,087	0,232	0,054	0,003	1,085	0,1346	0,257
Silisyum (Si)	17,762	15,709	49,18	71,737	19,311	55,876	68,34
Çözünmüş Oksijen	2,3	1,31	6,04	3,12	2,6	6,27	4,29
Tuzluluk	3,66	3,08	0,23	2,27	3,73	0,62	1,44
İletkenlik	6,81	5,58	485	4,18	6,72	1242	2,79
Toplam Ç. Madde	3600	2790	232	2171	3610	616	1426
Sıcaklık	43,6	28,4	34,1	56,2	54,2	31,3	35
pH	6,59	6,05	7,1	6,57	6,64	6,97	6,56

1.3. Ziga-Yaprakhisar Jeotermal Alanı

Ihlara Vadisi'nin sınırında yer alan Yaprakhisar Köyü ve çevresi Ziga Jeotermal alanı olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2, Şekil 3). Aksaray İl Özel İdaresine ait olan Aksaray İli, Güzelyurt İlçesi, Yaprakhisar Köyü Ziga Kaplıcaları sınırları içerisinde bulunan 2015/10 no'lu jeotermal kaynak işletme ruhsat sahası içerisinde 2 adet sıcak su kuyusu bulunmaktadır.

- Ziga-1 kuyusu 250 metre olup 46-47 °C sıcaklığa ve 140 l/sn debiye sahiptir
- Ziga-2 kuyusu 400 metrede olup 47 °C sıcaklığa ve 120 l/sn debiye sahiptir

Ziga-1 kuyusundan 2 adet tesis için su almaktadır. Ziga Kaplıcaları 96, Ihlara Termal Tatil Köyü ise 250 yatak kapasitesine sahiptir. Aksaray İl Özel İdaresi'ne ait bir adet 5 yıldızlı otel inşaatı devam etmektedir.



Şekil 2: Ziga Jeotermal Alanı Konumu

Şekil 3: Ziga Kuyularının Uydu Görüntüsü Üzerindeki Konumu

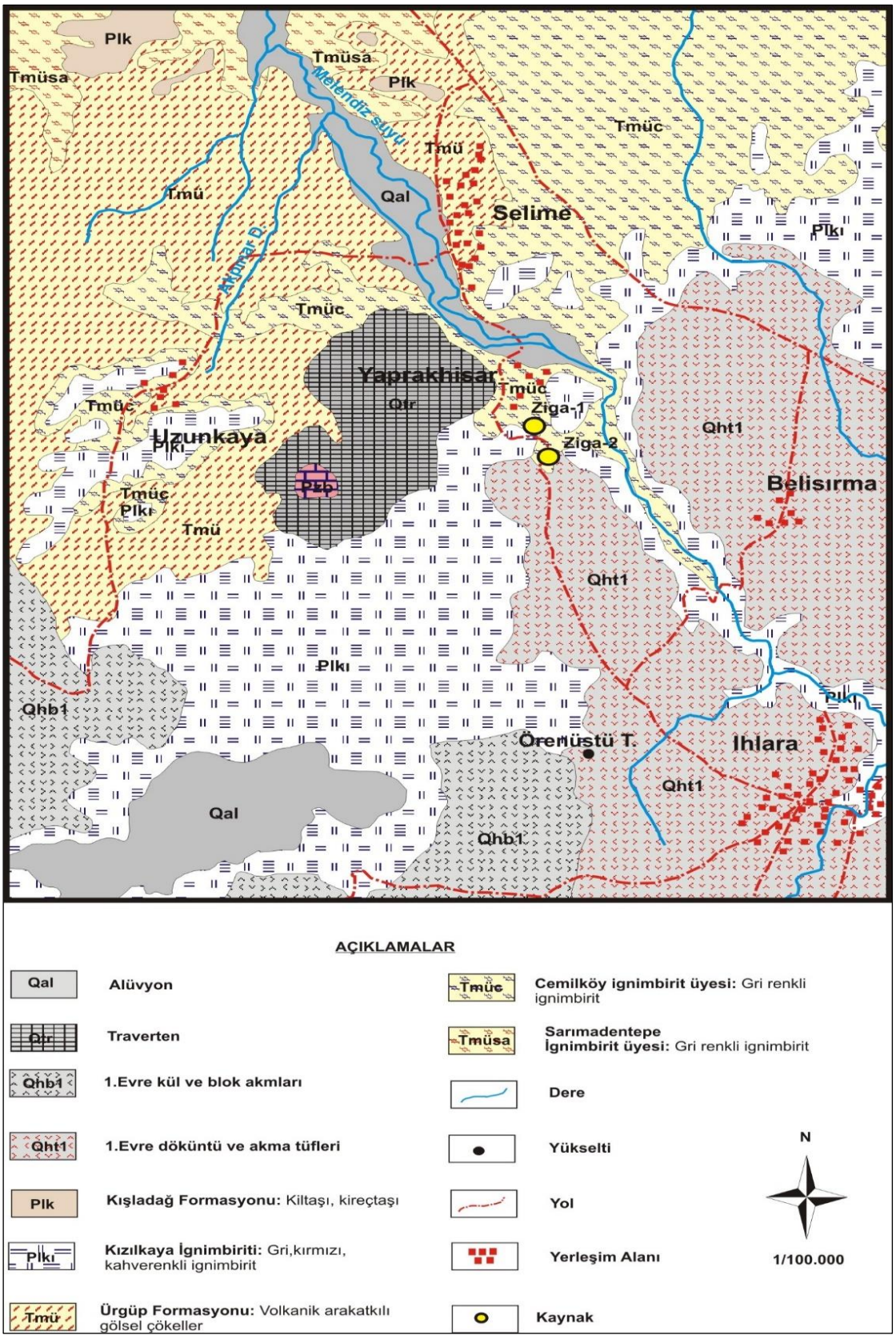
1.3.1. Jeolojik Özellikler

Orta Anadolu'da Kırşehir masifi olarak metamorfik kayaçlar bölgenin en yaşlı kaya topluluğudur. Kırşehir masifine ait Bozçaldağ formasyonu Yaprakhisar köyünün güneyinde küçük bir alanda yüzeylemektedir. Bozçaldağ formasyonu (Pzb) mermerler ve çok az oranda şistlerden oluşmaktadır. Ziga jeotermal alanı ve çevresinde geniş yayılıma sahip olan Ürgüp formasyonu (Tmü) karasal çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı, kireçtaşı ile ignimbrit ara seviyeleri ve andezitik lav dilleri içermektedir (Şekil 4). Bu birimin üyeleri olarak ayırtlanan Sarımadentepe ignimbrit üyesi ve Cemilköy ignimbrit üyesi Ziga jeotermal alanı ve çevresinde yüzeylemektedir. Sarımadentepe ignimbriti (Tmüsa) pomza, volkanik kayaç ve obsidyen parçaları içermektedir. Üye içerisindeki obsidyenler yer yer yoğunlaşarak ignimbiritin siyah bir görünüm kazanmasını sağlamaktadır. Diğer üyelerde bu yoğunlukta obsidyen bulunmamaktadır. Birim Göstük ignimbiriti ile eşdeğerdir. Cemilköy ignimbiriti (Tmüc) yer yer peri paçalarının geliştiği pomza, bazalt, obsidyen ve andezit türü kayaç parçaları içermektedir. Birimin yaşı üst miyosendir ve Selime tüfü ile eşdeğerdir.

Yaprakhisar köyü güney ve kuzeydoğusunda geniş alanlarda yayılım gösteren Kızılkaya ignimbiriti (plkı) pomza ve volkanik kayaç parçaları içermektedir. Ihlara vadisi olarak bilinen tarihi ve turistik yerler büyük oranda Kızılkaya ignimbiriti üzerinde gelişmiştir. Birimin yaşı Alt Pliyosen olarak verilmiştir (Dönmez vd., 2005a). Birim kendinden önceki tüm kaya birimlerini uyumsuz olarak üzerlerken, üzerinde Kışladağ formasyonuna ait gölsel kireçtaşları ve Hasandağ volkanitlerine ait proklastikler uyumsuz olarak bulunmaktadır. Kışladağ formasyonu (plk) Yaprakhisar köyü kuzeybatısında küçük bir alanda yüzeylemektedir. Formasyon yer yer kiltaşı, killi kireçtaşlarının egemen olduğu gölsel kireçtaşlarından oluşmaktadır.

Bölgede Kuvaterner birimler Hasandağ volkanitleri ve traverten birimleridir. Hasandağı, Aksaray ilinin güneyinde 3268 m yükseklikte büyük bir stratovolkandır. Hasandağı volkanitleri farklı evrelerde oluşmuş kül-blok akmaları, döküntü ve akma tüfleri ile andezitik, bazaltik ve riyolitik lavlardan oluşmaktadır. Hasandağı volkanitlerine ait I. Evre kül-blok akmaları (Qhb1) ve I. Evre döküntü ve akma tüfleri (Qht1) Yaprakhisar köyü güneydoğusunda Ihlara ve Belisırma köyleri civarında ve güneybatıda geniş alanlarda yüzeylemektedir. I. Evre kül-blok akmalarında egemen olarak andezitik bloklar yer almaktadır. I. Evre döküntü ve akma tüfleri ise obsidyen, andezitik-riyolitik parçalar, pomza gibi karışık çökeller halinde gözlenen tüf ve küllerden oluşmaktadır (Aydar, 1992). Yaprakhisar köyünde yüzeyleyen traverten (Qtr) bölgeyi etkileyen genç tektonik oluşumlarla yüzeye çıkan sıcak sulara bağlı olarak çökelmiştir.

MTA tarafından Hasandağı ve çevresinin jeotermal olanaklarının belirlenmesi amacıyla yapılan projede Ihlara Vadisi ve yakın çevresinin tektonik yapısını saptamak amacıyla gravite etüdü gerçekleştirilmiştir (Kaynak, 1989). Bu proje kapsamında Ziga Hamamı yakınlarında olası küçük atımlı basamak faylanmalar yanı sıra Ziga Hamamı ile Ihlara Vadisi boyunca uzanan Ihlara vadisine paralel ikinci bir olası faylanma tespit edilmiştir. Ziga jeotermal kaynaklarının boşalımı bu faylanmalarla ilişkilidir.



Şekil 4: Ziga-Yaprakhisar Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Dönmez vd., 2005a).

1.3.2. Hidrojeolojik Özellikler

Bozçaldağ mermerleri faylanmaya bağlı olarak kırık ve çatlaklar boyunca ikincil gözeneklilik kazanmış ve erime boşlukludur. Bozçaldağ mermerleri bu yapısı ile geçirimlidir ve bölgede jeotermal sistemin derin rezervuarını oluşturur. Egemen olarak gölsel kireçtaşlarından oluşan Kışladağ formasyonu içerisinde bulunan kiltaşı ve killi kireçtaşı seviyeleri birimin geçirimliliğini azaltmaktadır. Fakat kireçtaşları birbirini kesen kırık-çatlak yoğunluğuna bağlı olarak önemli miktarda yeraltı suyu içerebilmektedir. Karstik özellikte olmaları nedeniyle Bozçaldağ ve Kışladağ formasyonları "karstik akifer" olarak adlandırılmıştır (Şekil 5).

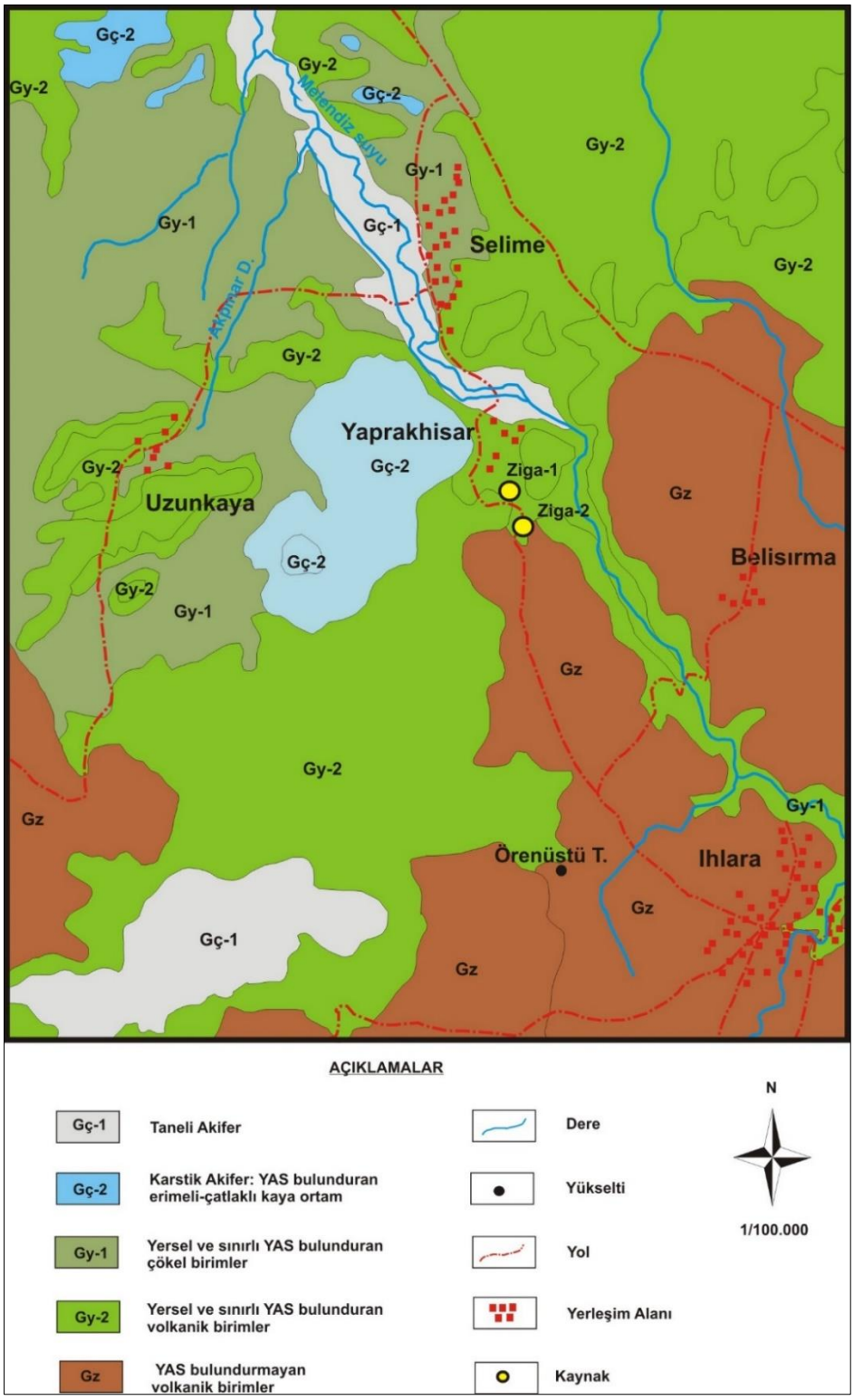
Ürgüp formasyonun gevşek tutturulmuş çakıltaşı, kumtaşı, gölsel kireçtaşı, ignimbirit ve tüf seviyeleri genelde geçirimli tüfit, kiltaşı ve marnlı seviyeleri ise geçirimsiz özelliktedir. Ürgüp formasyonu hidrojeoloji haritasında "yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran çökel birimler" olarak adlandırılmıştır. Sarımadentepe, Kızılkaya ve Cemilköy ignimbiritleri oluşumları bakımından kırıklı çatlaklıdır. Bu nedenle düşük debili ve sızıntı şeklinde kaynakların oluşumunu sağlayan kırıklı-çatlaklı akifer özelliği taşırlar (Afşin ve Eltahip, 2000). Ürgüp formasyonu üyeleri ve Kızılkaya ignimbiriti hidrojeoloji haritasında "yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran volkanik birimler" olarak adlandırılmıştır. Hasandağ volkanitleri geçirimsiz birimlerdir ve hidrojeoloji haritasında "yeraltı suyu bulundurmayan volkanik birimler" olarak adlandırılmıştır.

1.3.3. Kavramsal Model

Jeotermal sistemler, oldukça karmaşık bir yapıya sahip olup, ısı kaynağı, bünyesinde büyük miktarda su ve buharı tutabilecek bir akifer, ısı ve buhar kaybını önleyen bir örtü kayaç ve akifere su sağlayan bir beslenme kaynağından oluşmaktadır. Burada hidrojeolojik sistemlerden farklı olarak faz değişimleri ve ısı taşınımı da söz konusudur. Dolayısıyla, böyle karmaşık bir sistemde, beslenim-boşalım ilişkisine bağlı olarak meydana gelebilecek değişimlerin öngörülmesinde modelleme yaklaşımının kullanılmalıdır.

Jeotermal sistemlerde ısı kaynakları, yüksek sıcaklıkta yüzeye yakın kısımlara ulaşabilen magmatik sokulumlar, düşük sıcaklıklı sistemlerde derinlikle birlikte artan jeotermal gradyan ile kabuksal kayaçlarda bulunan yüksek miktardaki radyasyon, ekzotermik kimyasal reaksiyonlar, erimiş kayaçların katılaşması veya kristalleşmesi sırasında açığa çıkan ısı ve faylar aracılığı ile yükselerek akifere giren sıcak magmatik gazlardır (Armstead, 1978). Ziga-Yaprakhisar jeotermal alanında hidrotermal sisteminin ısı kaynağı muhtemelen volkanik etkinliktir. Bölgede yapılan manyetotellürik (MT) çalışma sonuçlarına göre oluşturulan 2 boyutlu (2-B) manyetotellürik modellemede 1000 ohmm'ye ulaşan yüksek dirence sahip kabuk içinde yaklaşık 8 km derinlikte yer alan düşük rezistiviteli kütle (7-24 Ohmm) kabuk içine sokulmuş, kısmen ergiyik veya katı; fakat henüz sıcaklığını kaybetmemiş ve

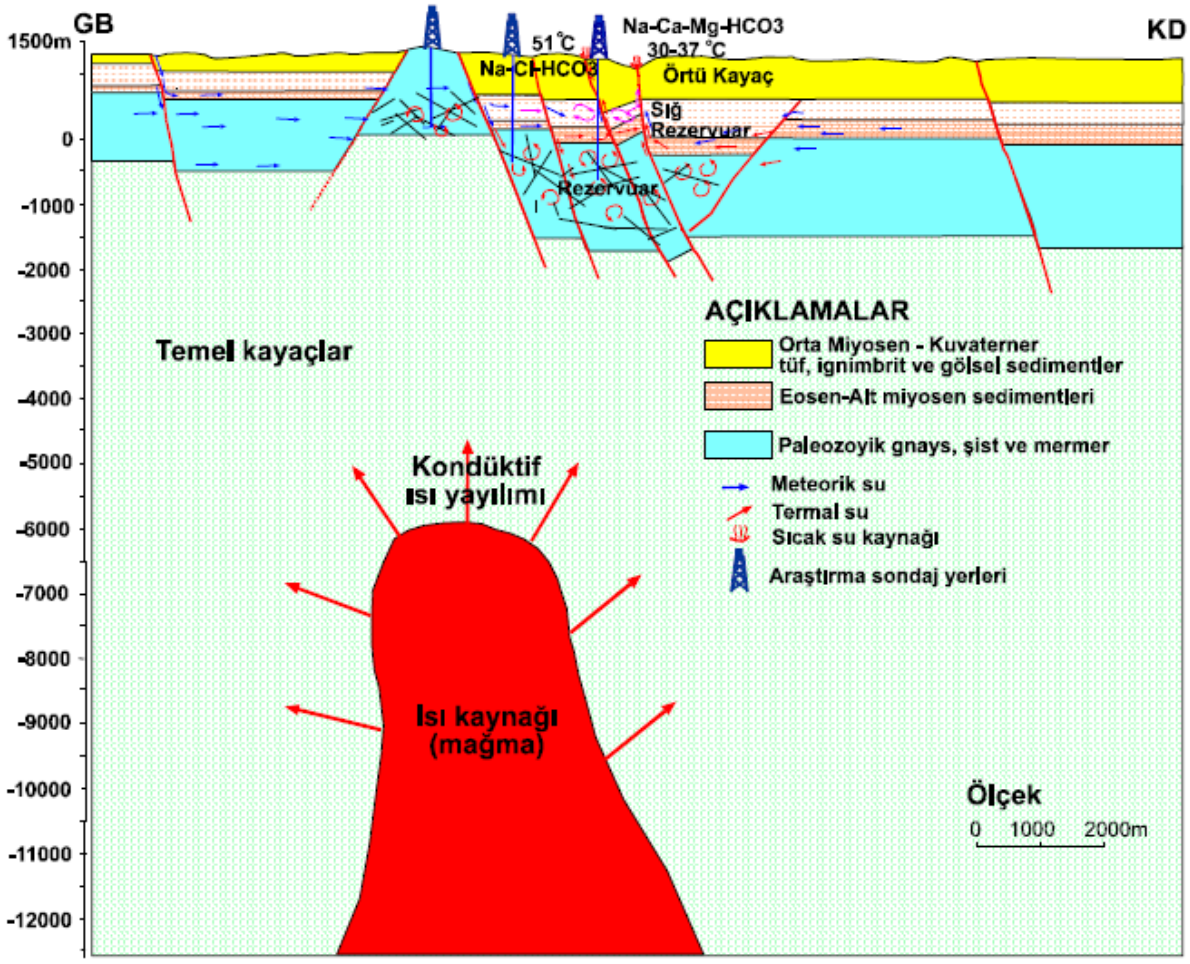
jeotermal sistemin ısı kaynağını oluşturduğu düşünülen magmatik sokulum olarak yorumlanmıştır (Burçak, 2006).



Şekil 5: Ziga-Yaprakhisar Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası

Sistemin örtü kayacı geçirimsiz özellikteki Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı ignimbirit, tüf ve bunlarla yaşıt karasal gölsel fasiyeste oluşmuş tortullardır. Bu birimler içerisinde yer alan geçirimli zonlarda sığ rezervuarın geliştiği düşünülmektedir (Burçak, 2006).

Sistemin rezervuar kayacı temeldeki metamorfik kayaçlardan Bozçaldağ formasyonuna ait mermerler ikincil geçirgenlikleri nedeniyle rezervuar kayacıdır. MT modelde örtü kayacı olarak yorumlanan düşük rezistiviteli birim altındaki yüksek rezistiviteli (16-67 Ohmm) birim, Paleozoyik yaşlı mermer şist ve gnaysların oluşturduğu derin rezervuar (500-1.500 m) olarak belirlenmiştir (Burçak, 2006) (Şekil 6). Ölmez ve Gevrek (1991) tarafından yapılan çalışmada jeotermal gradyan Ziga-1 kuyusunda 0,62 °C /10 m ve Ziga-2 kuyusunda 0,53 °C /10 m olarak belirlenmiştir. Bu değerler normal jeotermal gradyanın iki katına yakındır (Burçak, 2009).



Şekil 6: Ziga-Yaprakhisar Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (Burçak, 2006)

1.3.4. Hidrojeokimyasal Özellikler

Proje kapsamında Nisan 2019 ayında Ziga jeotermal alanında bulunan Ziga-1ve Ziga-2 kuyularından termal su örneği alınmıştır. Örnek alım işlemleri sırasında yerinde ölçümler (pH, EC, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve tuzluluk) yapılmıştır. Aksaray ilindeki en yüksek Elektriksel iletkenlik (EC) değeri Ziga-1 kuyusunda ölçülmüştür (Tablo 3). EC değerinin yüksek olması termal suların derin dolaşımlı olduğunun bir göstergesidir. Ziga jeotermal kuyularında pH değeri 7'nin altında ölçülmüştür ve asidik karakterlidir. Ziga-1 kuyusunda su sıcaklığı 43,6 °C, Ziga-2 kuyusunda ise 54,2 °C olarak ölçülmüştür.

Ziga kuyu sularında başlıca katyon sodyum (Na^+)'dur. Daha sonra kalsiyum (Ca^{2+}) ve potasyum (K^+) gelir. Anyonlarda ise Ziga-1 kuyusunda klorür (Cl^-), Ziga-2 kuyusunda ise bikarbonat (HCO^{3-}) en yüksek gözlenen anyondur (Tablo 3, Şekil 7). Schoeller yarı logaritmik diyagramında benzer kökenli, aynı hazneye ve beslenme alanına sahip sular benzer değişim gösterir. Ziga-1 ve Ziga-2 kuyu sularının Schoeller diyagramında görüldüğü gibi benzer majör iyon içeriğine sahip olduğu görülmektedir Aksaray ilindeki en yüksek Cl içeriği ise Ziga-2 kuyusunda ölçülmüştür. Ziga-2 kuyusundaki yüksek Cl içeriği derin kökenli dolaşımdan ziyade Mezgit Grubu kayalarının tuzlu birimleri ile ilişkili olabilir (Burçak, 2006).

Piper diyagramına göre Ziga termal suları "karbonat olmayan alkalinitesi % 50'den fazla olan suları" temsil etmektedir. Ziga-1'den alınan termal suyun sınıfı Na-Ca-Cl, Ziga-2'den alınan termal suyun sınıfı, Na-Ca-Cl-HCO_3'dır (Şekil 7; Tablo 3). Tespit edilen majör iyon analiz sonuçları "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" (İTASHY, 2005)'teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeleri göre Ziga-1 ve Ziga-2 kuyu sularının EC, Na ve Cl değerlerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir.

1.3.4.1. Doygunluk İndisleri

Termal su örneklerinin doygunluk 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. Ziga-1 kuyu suları sadece kuvars mineraline doygun olup diğer mineraller doygunluk altındadır. Ziga-2 kuyu suları ise aragonit, kalsit, dolomit ve kuvars minerallerine doygundur.

Tablo 3: Ziga Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı

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	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	SAR
Ziga-1	Güzelyurt	İl Özel İdaresi	6810	6,59	43,6	3,66	2,3	3600	549	761	123	47	21,54	2,86	75,48	1460,71	8,37
Ziga-2	Güzelyurt	İl Özel İdaresi	6720	6,64	54,2	3,73	2,6	3610	561	803,83	128,56	48,53	1.590,2	4,31	74,44	1473,09	8,73
İTASHY 2005			2500							200					250	250	

Ağır Metal İçerikleri:

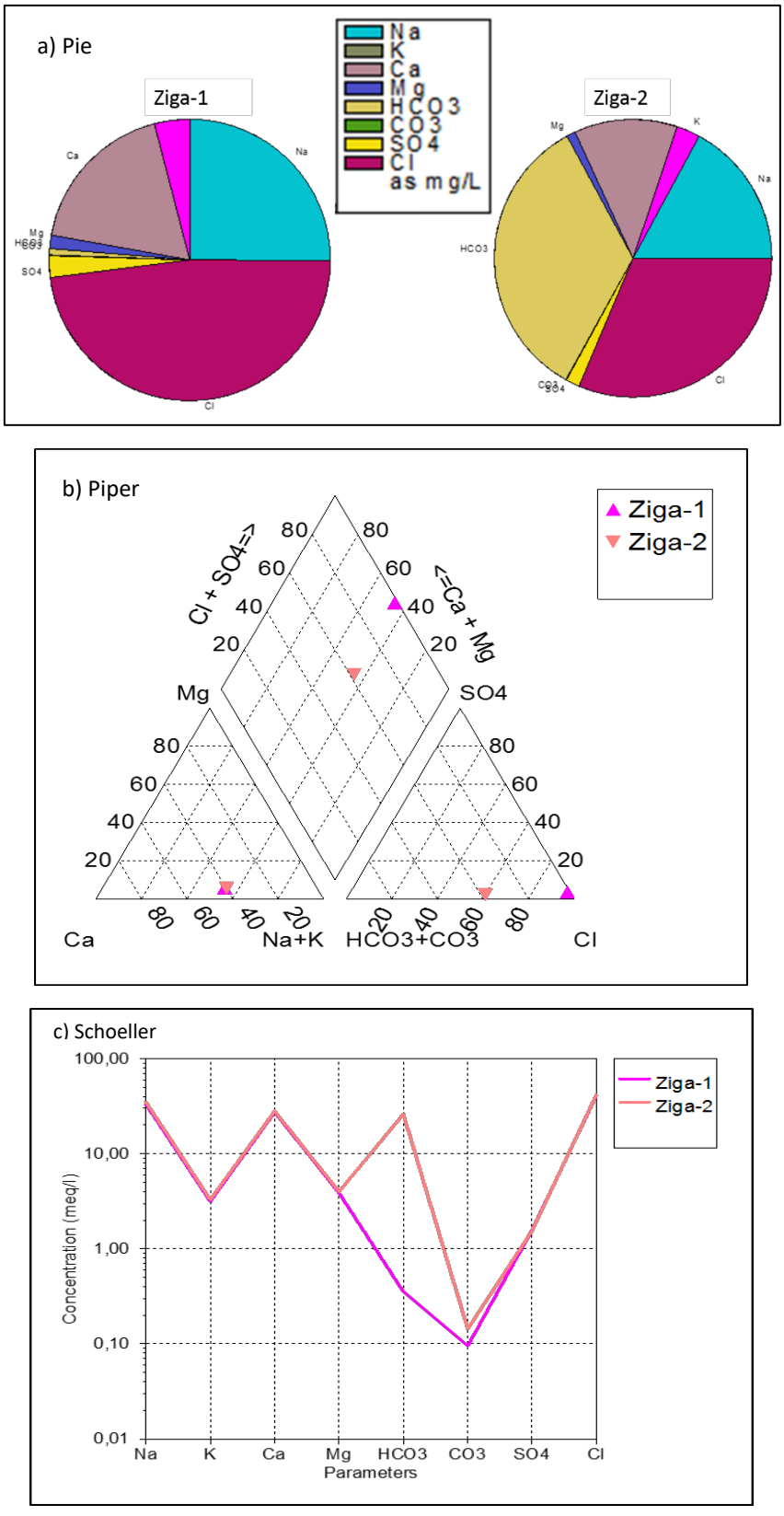
Kuyu /Simge	Al mg/l	As mg/l	B mg/l	Br mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	F mg/l	Fe mg/l	Li mg/l	Ni mg/l	Mn mg/l	P mg/l	Pb mg/l	Si mg/l	Zn mg/l	NO3 mg/l
Ziga-1	0,006	1,087	18,563	2,05	<0,005	<0,002	0,99	2,321	2,983	<0,002	0,183	0,021	<0,0005	17,762	0,002	<0,27
Ziga-2	0,017	1,085	19,046	2,06	<0,005	<0,002	0,85	2,558	3,016	<0,002	0,18	0,023	<0,0005	19,311	0,004	<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

	Anhidrit	Aragonit	Kalsit	Kalsedon	Dolomit	Florit	Jips	Halit	Kuvars	Talk
Ziga-1	-1,4956	-0,7973	-0,6661	-0,1719	-1,8936	-0,7372	-1,3806	-4,6893	0,2026	-3,2184
Ziga-2	-1,476	1,0053	1,13	-0,2391	1,7293	-1,0423	-1,4445	-4,6996	0,1071	-1,945

Major İyon Dizilimi ve Su Sınıfı

İlçe	Örnek No	Katyon dizilim	Anyon dizilimi	Su sınıfı
Güzelyurt	Ziga-1	Na>Ca>K>Mg	Cl > SO4> HCO3> CO3	Na-Ca-Cl
Güzelyurt	Ziga-2	Na>Ca>K>Mg	HCO3>Cl> SO4> CO3	Na-Ca-Cl-HCO3



Şekil 7: Sırasıyla Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları

Bu durum Ziga-2 kuyusunda suların kullanıldığı taşıyıcı sistemlerde kalsit, aragonit ve dolomit kabuklaşması görülebileceğini göstermektedir (Tablo 3).

1.3.4.2. Ağır Metaller

Proje kapsamında suların Al, As, B, Br, Cr, Cu, F, Fe, Li, Ni, Mn, P, Pb, Si, Zn ve 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 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 Ziga-1 ve Ziga-2 kuyu sularının As, B, Br, Fe ve Mn ağır metallerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir (Tablo 3) Bu suların uzun süreli içme kürü olarak kullanımında önemli sağlık problemleri yaşanabilecektir.

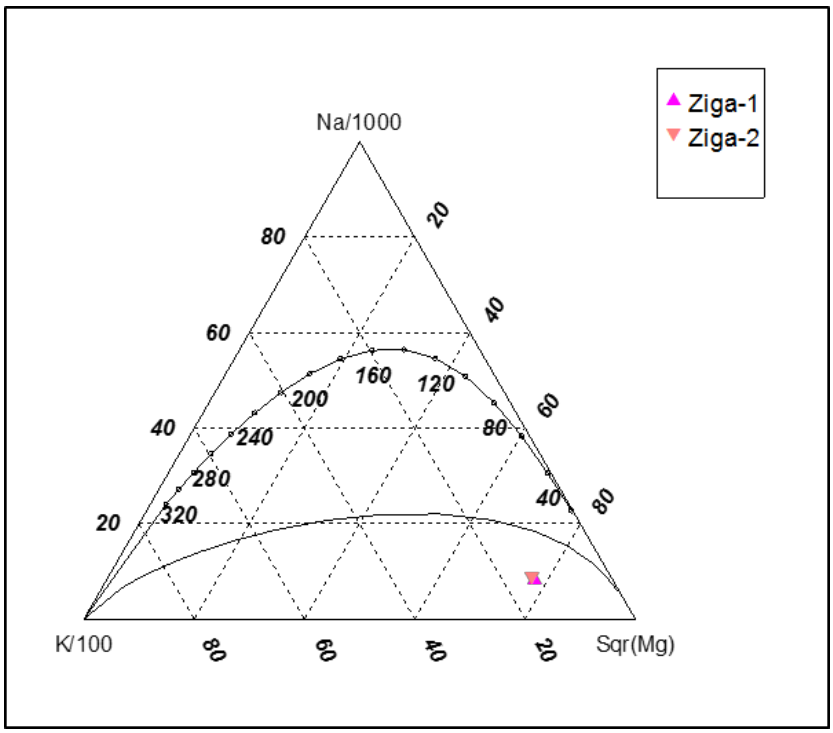
Ziga jeotermal alanında reenjeksiyon kuyusu bulunmamaktadır. Suların kullanımdan sonra ortaya çıkan geri dönüşüm sularının doğal ortama deşarj edilmesi çevre açısından da önemli problemlere neden olabilecektir. Ziga jeotermal alanındaki suların özellikle yüksek bor, demir ve arsenik içerikleri hem tatlı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

1.3.4.3. 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, Ziga jeotermal alanından alınan sular "su-kayaç dengesini kuramamış ham sular" bölgesinde yer almaktadır (Şekil 8). Bu nedenle, rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında katyon jeotermometreleri hatalı sonuç verecektir. Ziga jeotermal

alanında suların rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında silis jeotermometreleri kullanılmıştır. Kalsedon ve kuvars jeotermometre hesaplamalarına göre Ziga jeotermal alanında rezervuar sıcaklıkları 58.65 - 106,86 °C arasında belirlenmiştir (Tablo 4).



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

Tablo 4: Ziga Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri

Uygulanan Jeotermometreler		Hazne Sıcaklığı (°C)	
		Ziga-1	Ziga-2
SiO2 (Kalsedon)	Fournier, 1977	58,65	62,57
SiO2 (Kuvars)	Fournier, 1977	89,42	93,11
SiO2 (Kuvars buhar kyb)	Fournier, 1977	91,81	95,02
SiO2 (Kuvars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	65,70	69,03
SiO2 (Kuvars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	90,42	93,65
SiO2	Fournier, Potter, 1982	99,66	106,86

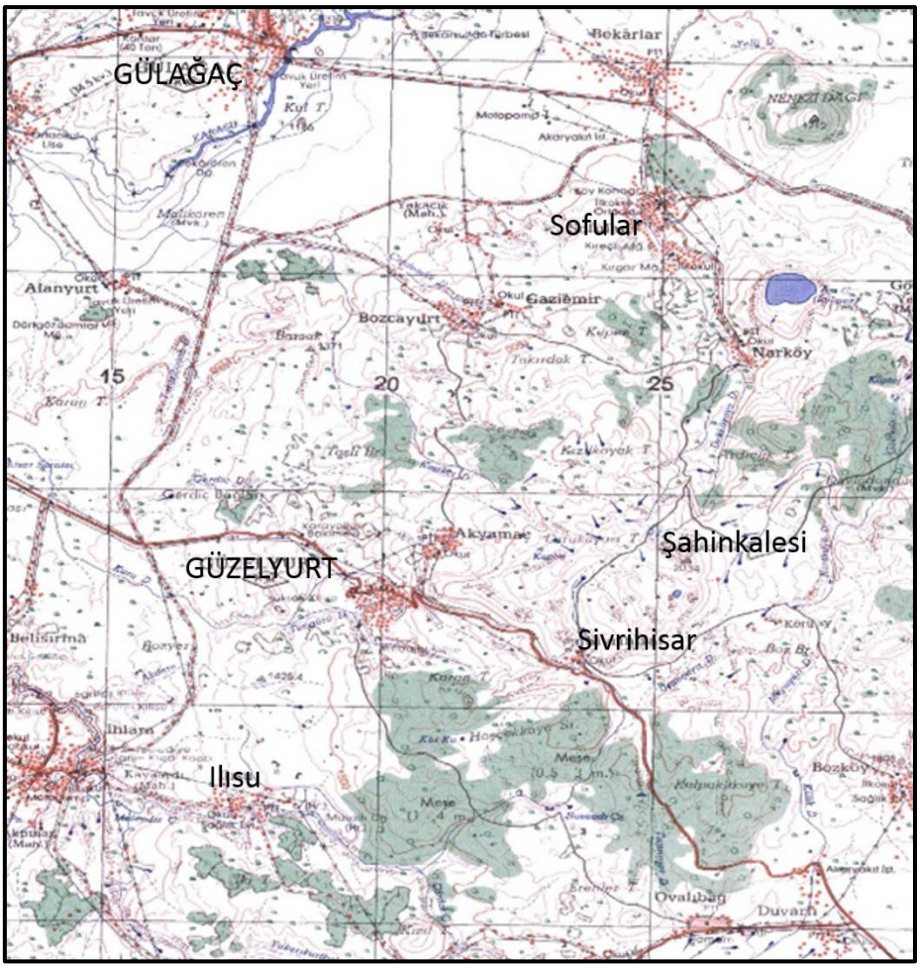
1.3.5. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen Çalışmalar

Ziga-Yaprakhisar jeotermal alanında yapılan manyetotellürik (MT) çalışma sonuçlarına göre 2 boyutlu (2-B) manyetotellürik model oluşturulmuştur. Bu modelde jeotermal sistemin örtü kayacı, rezervuar kayacı, ısı kaynağı ve jeotermal sıvının taşınımını sağlayan fay hatları belirlenmiştir. Bu araştırmada

derin rezervuarı oluşturan Paleozoyik yaşlı mermer şist ve gnaysların yaklaşık olarak 500 - 1500 m derinliklerinde olduğu belirtilmiştir. Bölgede MT çalışması alan genişletilerek yapılmalı, arazi gözlemleri, aktif tektonik araştırmaları ve eski jeofizik araştırma sonuçları birlikte değerlendirilerek sahada yeni kuyu yerleri önerilebilir. MTA tarafından yapılan bu jeofizik raporların temini ile mevcut durumda belirlenmiş fay hatlarını kesen ve rezervuara ulaşacak derinlikte kuyu yerleri önerilebilecektir.

1.4. Güzelyurt (Şahinkalesi-Ilısu) ve Gülağaç Jeotermal Alanları

Güzelyurt ve çevresinde bulunan Sivrihisar, Ilısu ve Gülağaç Sofular alanları aynı jeotermal alan içerisinde ele alınmıştır (Şekil 9 ve Şekil 10).



Şekil 9: Güzelyurt-Gülağaç Jeotermal Alanları Konumu

Aksaray İli Güzelyurt İlçesi Sivrihisar Köyü 2011/4 İşletme Ruhsatı

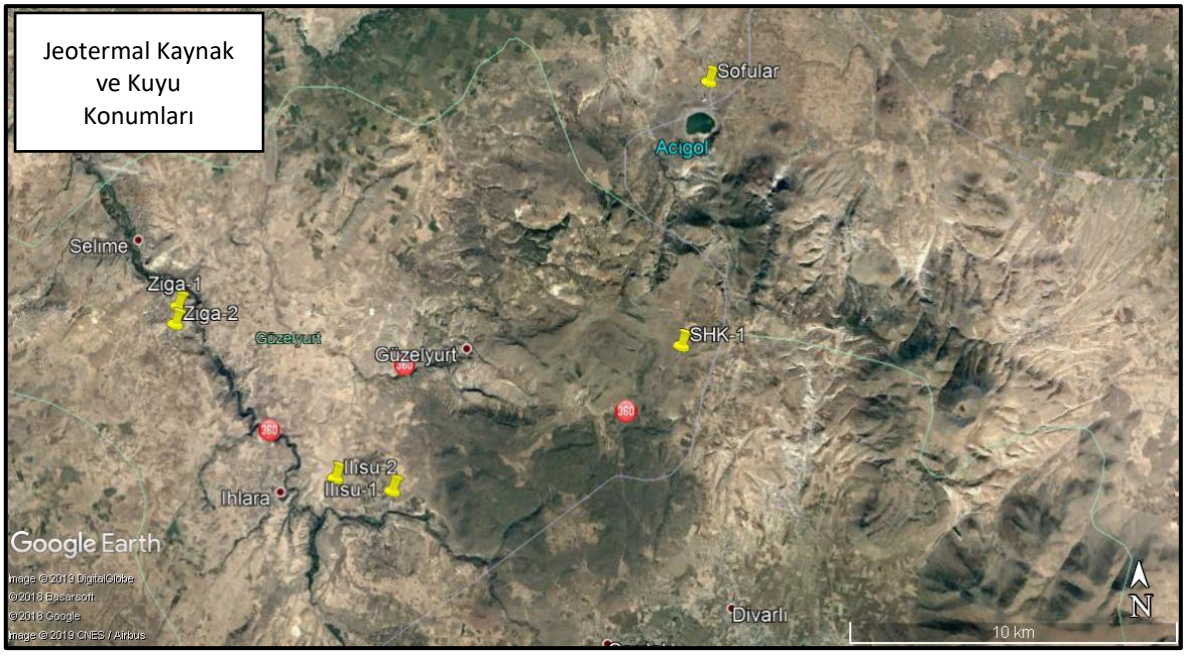
MTA Genel Müdürlüğü tarafından Aksaray İli, Güzelyurt İlçesi, Sivrihisar Köyü Şahinkalesi Mevkiine bulunan 2011/4 no'lu jeotermal kaynak işletme ruhsatı Bergama Prestij Jeotermal şirketi uhdesinde iken termin planı içerisinde işletmeye başlamadığından iptal edilmiştir. Saha şu anda başka bir şirketin arama ruhsatının içerisinde kalmaktadır. Bu kuyu (SHK-1) 1.800 metre olup 53 °C ve 10 l/sn debiye sahiptir.

Aksaray İli Güzelyurt İlçesi Ilısu Köyü 2013/6 İşletme Ruhsatı

Aksaray İl Özel İdaresine ait olan Aksaray İli, Güzelyurt İlçesi, Ilısu Köyü sınırları içerisinde bulunan 2013/6 no'lu jeotermal kaynak işletme ruhsat sahası içerisinde 2 adet sıcak su kuyusu bulunmaktadır. Ilısu-1 kuyusu köye ait hamamda kullanılmaktadır. Ilısu-2 kuyusu 500 metrede olup 36,8 °C ve 20 l/sn debiye sahiptir. Güzelyurt-Şahinkalesi bölgesinde MTA (2005) tarafından yapılan envanter serisinde özel sektöre ait 2001 ve 2002 yılarında açılmış iki adet kuyudan bahsedilmektedir. Kuyuların sulamada kullanıldığı belirtilmiştir. Güncel ruhsatlarda bu kuyulara ait bir bilgi bulunmamaktadır.

Aksaray İli Gülağaç İlçesi Sofular Köyündeki 2008/1 İşletme Ruhsatı

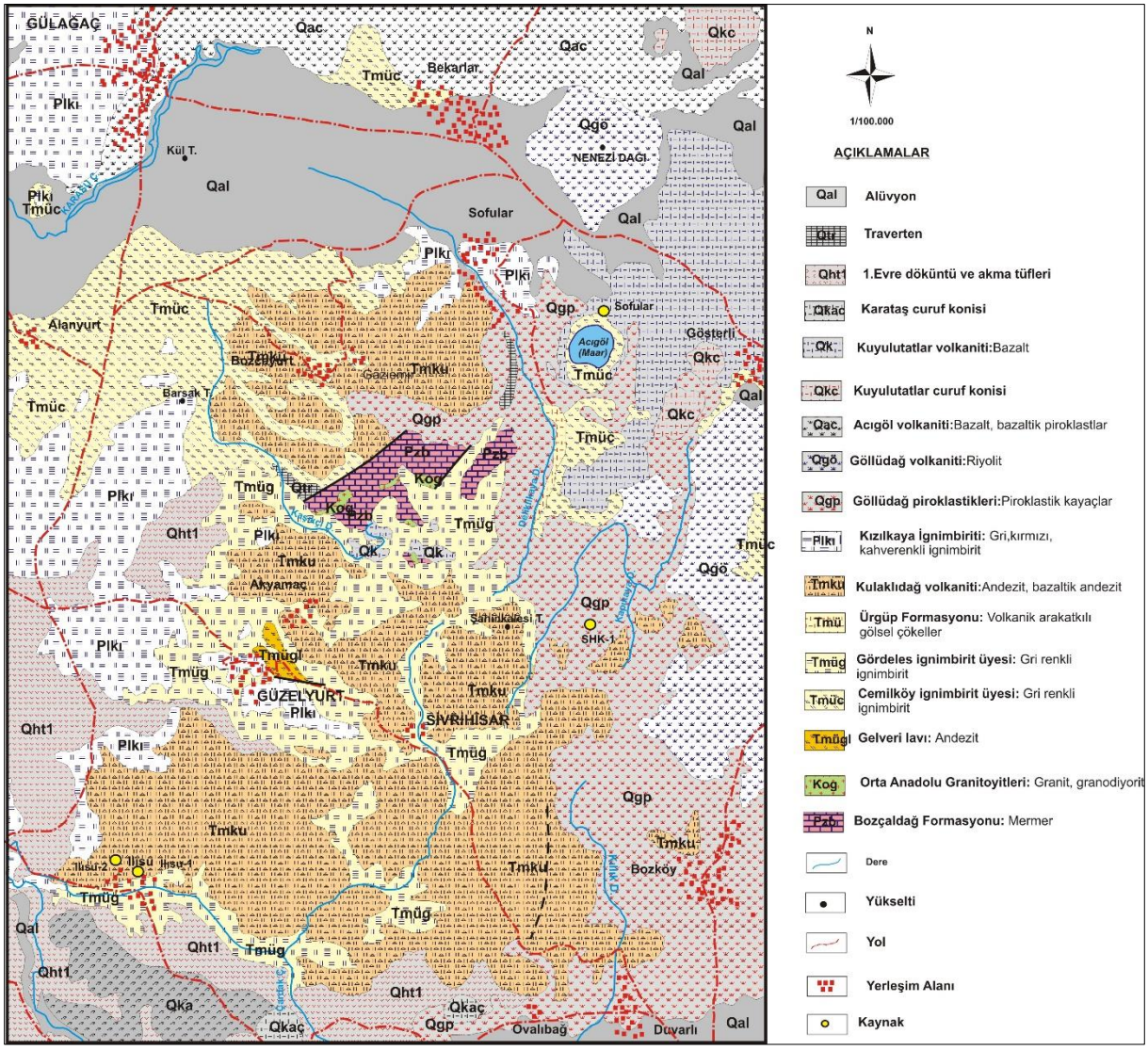
Kent Tur. Yat. İnş. San ve Tic. A.Ş. 'ne ait olan Aksaray İli, Gülağaç İlçesi, Sofular Köyü içerisinde bulunan 2008/1 numaralı jeotermal kaynak işletme ruhsat sahası içerisinde bir adet sıcak su kuyusu bulunmaktadır. Kuyu 800 metrede olup 68,9 °C ve 20 l/sn debiye sahiptir. Statik seviye 35 m, dinamik seviye 90 m'dir. Jeotermal su termal tesislerde (havuz ve banyolarda) kullanılmaktadır.



Şekil 10: Mevcut Kuyuların Uydu Görüntüsü Üzerindeki Konumu

1.4.1. Jeolojik Özellikler

Bölgede Kırşehir masifine ait Bozçaldağ formasyonu Güzelyurt kuzeyinde yüzeylemektedir. Mermer ve şist birimlerinden oluşan Bozçaldağ formasyonu (Pzb) en yaşlı kaya birimidir. Bozçaldağ formasyonu'nun yüzeylediği bölgede küçük alanlarda Orta Anadolu Granitoyitleri bulunmaktadır (Şekil 11). Orta Anadolu Granitoyitleri (Kog) granit ve granodiyoritlerden oluşmaktadır ve Senoniyen yaşlıdır. Çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı, kireçtaşı, ignimbrit ara seviyelerinden oluşan Ürgüp formasyonu (Tmü) ve formasyonun Cemilköy ignimbiriti, Gördeles ignimbiriti ve Gelveri lav üyeleri Güzelyurt ve Sivrihisar çevrelerinde gözlenmektedir. Cemilköy ignimbiriti (Tmüc) yer yer peri paçalarının geliştiği pomza, bazalt, obsidyen ve andezit türü kayaç parçaları içermektedir. Gördeles ignimbiriti (Tmüg) pomza ve litik ve vitrik parçalar ve içeren tek bir piroklastik akıntıdan oluşmaktadır. Sınırlı alanlarda yüzeyleyen Gelveri lav (Tmügl) üyesi yer yer gaz boşluklu andezit bileşimli lavlardan oluşmaktadır. Güzelyurt, Sivrihisar köyleri ve Şahinkalesi tepede çok geniş alanlarda Kulaklıdağ volkaniti yüzeylemektedir. Kulaklıdağ volkaniti (Tmku) siyah, gri renkli, andezitik bileşimli lav ve piroklastiklerden oluşmaktadır. Volkanitin alt dokanağında Gördeles ve Cemilköy ignimbiritleri, üstünde ise Kızılkaya ignimbiriti yer alır (Dönmez vd., 2005a). Güzelyurt batısında geniş alanlarda yüzeyleyen Kızılkaya ignimbiriti (plkı) pomza ve volkanik kayaç parçalarından oluşmaktadır. Ihlara vadisi olarak bilinen tarihi ve turistik yerler büyük oranda Kızılkaya ignimbiriti üzerinde gelişmiştir.



Şekil 11: Güzelyurt ve Gülağaç Jeotermal Alanları ve Çevresi Jeoloji Haritası [4]

Bölgede geniş alanlarda çok sayıda Kuvaterner birim yüzeylemektedir. Bunlar Göllüdağ, Acıgöl, Kuyulutatlar, Karataş ve Hasandağ volkanitleri ile traverten ve alüvyondur. Göllüdağ volkanitleri (Qgö) riyolitik piroklastikler, riyolit-vitrofir-obsidyen dom ve lav akmalarından oluşmaktadır. Pomza, obsidyen, perlit ve tüflerden oluşan piroklastikler Göllüdağ piroklastikleri (Qgp) olarak ayırtlanmıştır. Acıgöl volkaniti (Qac) genel olarak Acıgöl kalderası ürünü piroklastikler ile obsidyen akıntıları, riyolitik domlar, maar piroklastikleri, curuf konileri ve bazaltik lav akıntılarından oluşmaktadır. Gri, siyah renkli bazaltik lavlar Kuyulutatlar volkaniti (Qk), stromboliyen tipi kırmızı, kahverengi renkli cüruf konileri Kuyulutatlar cüruf konisi (Qkc) olarak adlandırılmıştır. Bu birimler Narköy civarında yüzeylemektedir. Gri, koyu gri renkli bazaltik lavlar (Qka) ve kırmızı, kahverengi renkli stromboliyen tipte cüruf

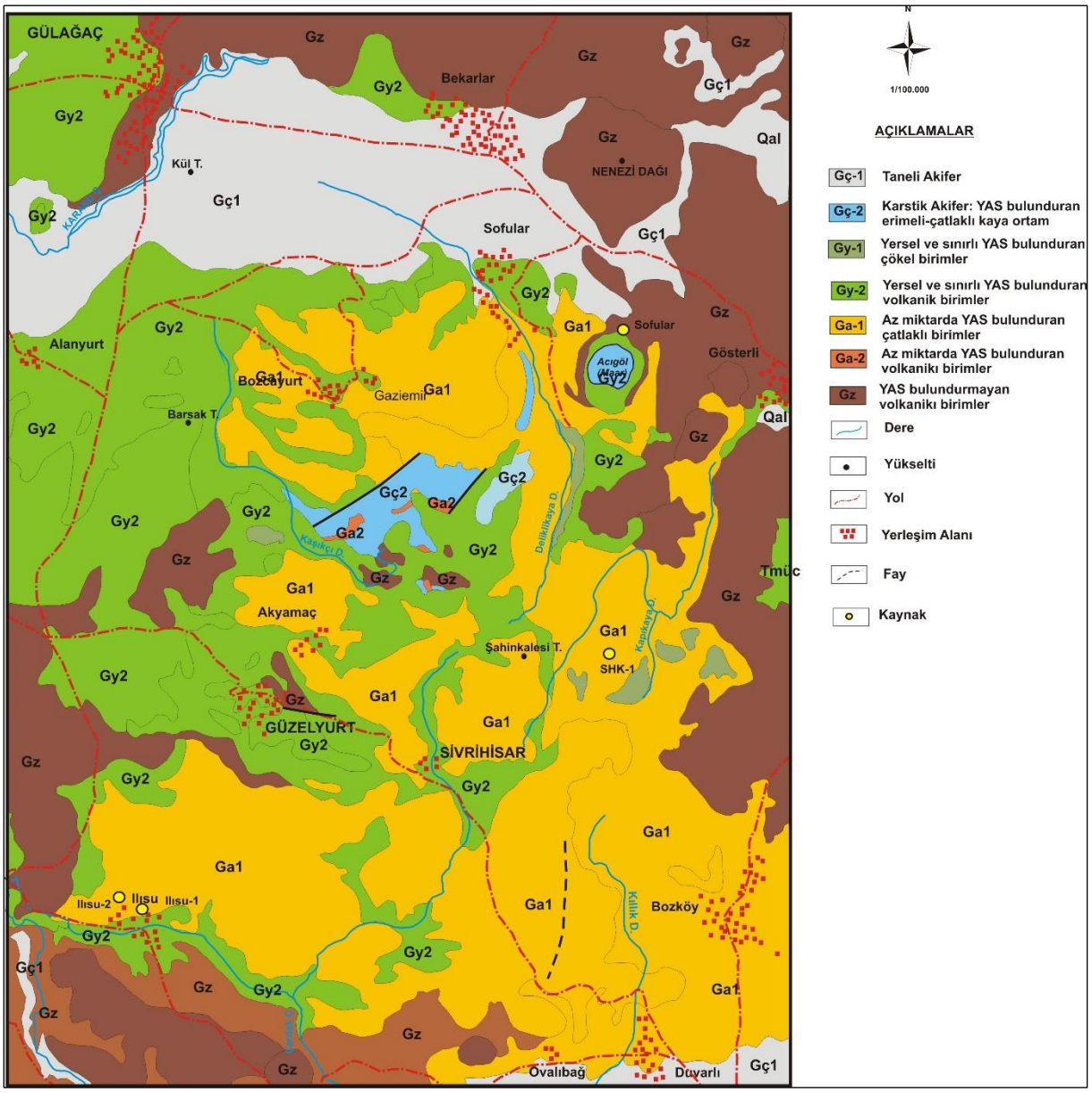
[4] Dönmez vd., 2005a

konilerinden (Qkac) oluşan birim Karataş volkanitleri olarak tanımlanmıştır (Dönmez, vd., 2005a). Ilısu güneyi batısında geniş alanlarda Hasandağı volkanitlerine ait I. Evre döküntü ve akma tüfleri yüzeylemektedir. I. Evre döküntü ve akma tüfleri(Qht1) obsidyen, andezitik-riyolitik parçalar, pomza gibi karışık çökeller halinde gözlenen tüf ve küllerden oluşmaktadır. Güzelyurt kuzeyinde küçük bir alanda yüzeyleyen traverten (Qtr) bölgeyi etkileyen genç tektonik oluşumlarla yüzeye çıkan sıcak sulara bağlı olarak çökelmiştir. Alüvyon (Qal) birim ise Gülağaç güneyi Sofular köyü batısındaki ovalık alanda bulunmaktadır.

1.4.2. Hidrojeolojik Özellikler

Mermerden oluşan Bozçaldağ formasyonu faylanmaya bağlı olarak kırık ve çatlaklar boyunca ikincil gözeneklilik kazanmıştır (Şekil 12). Bozçaldağ mermerleri bu yapısı ile geçirimlidir ve bölgede jeotermal sistemin derin rezervuarını oluşturur. Bölgede küçük alanlarda yüzeyleyen traverten birimi erimeli kaya ortamdır ve yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Bozçaldağ mermerleri ve traverten “karstik akifer” olarak adlandırılmıştır.

Ürgüp formasyonun gevşek tutturulmuş çakıltaşı, kumtaşı, gölsel kireçtaşı, ignimbirit ve tüf seviyeleri genelde geçirimli tüfit, kiltaşı ve marnlı seviyeleri ise geçirimsiz özelliktedir. Ürgüp formasyonu hidrojeoloji haritasında “yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran çökel birimler” olarak adlandırılmıştır. Gördeles, Kızılkaya ve Cemilköy ignimbiritleri oluşumları bakımından kırıklı çatlaklıdır. Bu nedenle düşük debili ve sızıntı şeklinde kaynakların oluşumunu sağlayan kırıklı-çatlaklı akifer özelliği taşırlar (Afşin ve Elhatip, 2000). Ürgüp formasyonu üyeleri ve Kızılkaya ignimbiriti hidrojeoloji haritasında “yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran volkanik birimler” olarak adlandırılmıştır. Orta Anadolu granitoyiti birimi kırıklı-çatlaklı olduğu durumda, çatlakları dolgulu değilse bir miktar yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Bu birim hidrojeoloji haritasında “az miktarda yeraltı suyu bulunduran çatlaklı birimler” olarak adlandırılmıştır. Piroklastikler içerisinde bulunan tüf ve pomza seviyeleri yayılımları ve kalınlıklarına bağlı olarak bir miktar yeraltı suyu içerebilmektedir. Bölgede yüzeyleyen Göllüdağ piroklastikleri ve Kulaklıdağ volkaniti hidrojeoloji haritasında “az miktarda yeraltı suyu bulunduran volkanik birimler” olarak adlandırılmıştır. Hasandağ volkanitlerine ait I. Evre döküntü ve akma tüfleri, Kuyulutatlar volkaniti ve cüruf konileri, Karataş volkaniti ve cüruf konileri, Acıgöl volkaniti, Göllüdağ volkaniti ile Gelveri lavı geçirimsiz birimlerdir ve hidrojeoloji haritasında “yeraltı suyu bulundurmayan volkanik birimler” olarak adlandırılmıştır. Gülağaç güneyinde geniş alanlarda yüzeyleyen alüvyon birim 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 12: Güzelyurt ve Gülağaç Jeotermal Alanları ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası

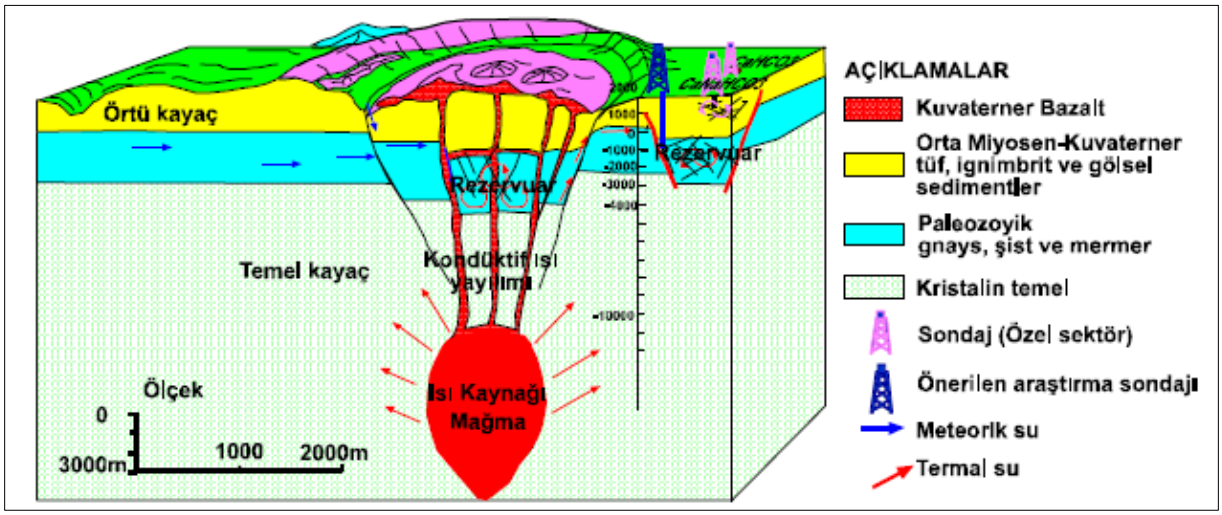
1.4.3. Kavramsal Model

Güzelyurt-Ilısu, Güzelyurt-Sivrihisar (Şahinkalesi) ve Gülağaç-Sofular bölgelerinde bulunan jeotermal kuyular aynı jeotermal sistem içerisinde yer almaktadır. Bu bölgelerde de Ziga-Yaprakhisar jeotermal alanına benzer şekilde hidrotermal sisteminin ısı kaynağı muhtemelen volkanik etkinliktir. Şahinkalesi civarında yapılan 2-B manyetotellürik modellemede 500 ohmm'ye ulaşan yüksek dirence sahip kabuk içinde yaklaşık 12 - 16 km derinlikte yer alan düşük rezistiviteli kütle (<24 Ohmm), kabuk içine sokulmuş, kısmen eriyik veya katı, fakat henüz sıcaklığını kaybetmemiş ve jeotermal sistemin ısı kaynağını oluşturduğu düşünülen magmatik sokuluma yorumlanmıştır (Burçak, 2006).

Sistemin örtü kayacı geçirimsiz özellikteki Üst Miyosen-Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı ignimbirit, tüf, piroklastikler ve bunlarla yaşıt karasal gölsel fasiyeste oluşmuş tortullardır. Bu birimler içerisinde yeralan geçirimli zonlarda sığ rezervuarın geliştiği düşünülmektedir (Burçak, 2006). Jeotermal sistemde temeldeki metamorfik kayaçlardan Bozçaldağ formasyonuna ait mermerler ikincil geçirgenlikleri nedeniyle rezervuar kayacıdır. MT modelde örtü kayacı olarak yorumlanan düşük rezistiviteli birim altındaki yüksek rezistiviteli (16-67 Ohmm) birim, Paleozoyik yaşlı mermer şist ve gnaysların oluşturduğu derin rezervuar (1.250-1.750 m) olarak belirlenmiştir (Burçak, 2006) (Şekil 13).

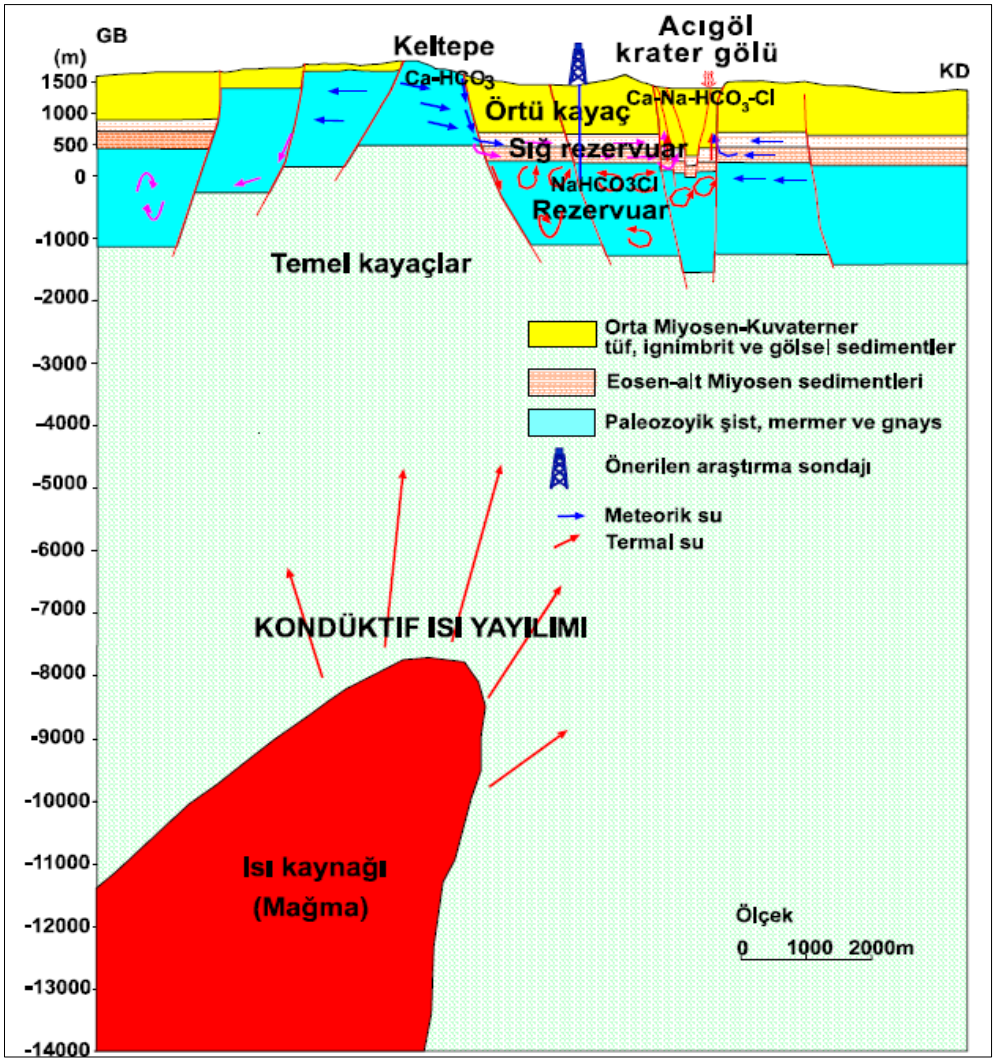
Güzelyurt-Ilısu ve Gülağaç-Sofular bölgelerinde de jeotermal sistemin örtü kayacı Üst Miyosen-Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı ignimbirit, tüf ve piroklastikler; hazne kayacı ise Bozçaldağ formasyonuna ait mermerlerdir. (Şekil 14 ve Şekil 15).

Şahinkale alanında açılan SHK-1 nolu (1.697 m) kuyuda yapılan ölçümlerde jeotermal gradyan 0,75 °C ve kuyu dibi sıcaklığı 130 °C olarak belirlenmiştir (Kara, 2007a).

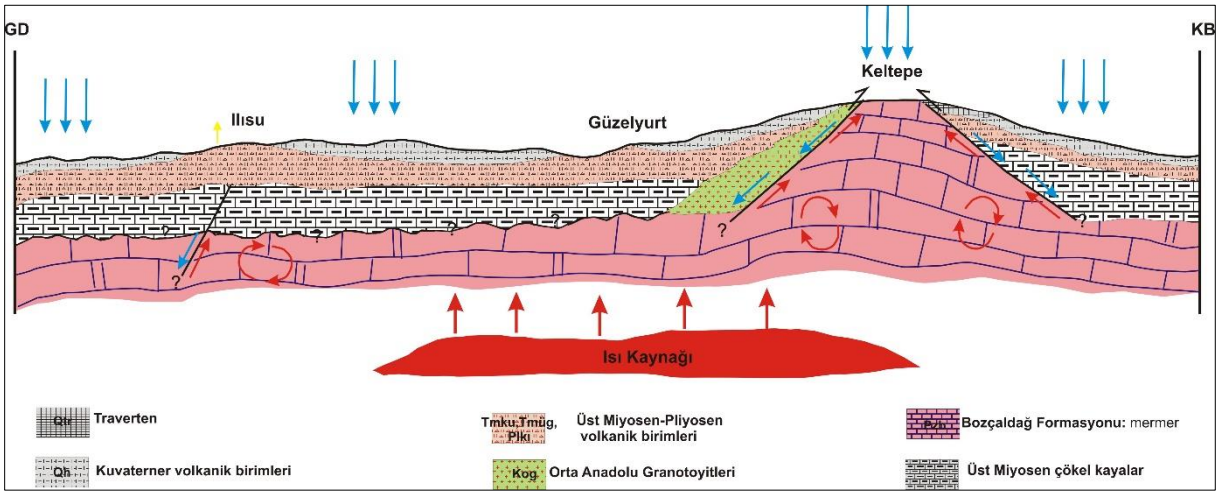


Şekil 13: Şahinkalesi Jeotermal Sahası Kavramsal Model[5]

[5] (Burçak, 2006)



Şekil 14: Gülağaç-Sofular Jeotermal Sahası Kavramsal Model



Şekil 15: Güzelyurt-Ilısu Jeotermal Sahası Kavramsal Model (Ölçeksiz)

1.4.4. Hidrojeokimyasal Özellikler

Proje kapsamında Güzelyurt-Gülağaç jeotermal alanında bulunan Ilısu-1 ve Sofular (Kapadokya kent otel) kuyularından termal su örneği alınmıştır. Örnek alım işlemleri sırasında yerinde ölçümler (pH, EC, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve tuzluluk) yapılmıştır. Aksaray ilindeki en yüksek sıcaklık (56,2 °C) değeri Sofular kuyusunda ölçülmüştür. Bu örneğin EC, TDS ve majör iyon içerikleri Ilısu-1 örneğinden oldukça yüksektir. Ilısı-1 örneği 34,1 °C sıcaklığa sahiptir. Nötre yakın pH değerine sahip Ilısu-1 termal suyunun majör iyon içerikleri de oldukça düşüktür (Tablo 5). 800 m derinliğe sahip Sofular'da bulunan kuyuda (Sfk-1) yüksek sıcaklık elde edilmesi ve 500 m derinliğe sahip Ilısu-1 kuyusundan elde edilen akışkanın sıcaklığının düşük olması derin akiferde su sıcaklığının artabileceğini göstermektedir.

Sofular Sfk-1 kuyusunda başlıca katyon Ca olup 429 mg/l'dir. Ilısu-1 kuyusunda ise başlıca katyon Na ve Ca'dur. Her iki kuyuda da baskın anyon bikarbonattır (Tablo 5; Şekil 16). Sofular kuyusunda Ca ve HCO3 iyonlarının baskın olması bu kuyuda kireçtaşı veya mermer akiferinden yeraltı suyu alındığını göstermektedir. Ilısu-1 kuyusunda Na ve Ca iyonlarının içeriklerinin birbirine yakın olması kireçtaşı akiferi ve yüzeyde bulunan kayaçlar ile etkileşime işaret etmektedir. Schoeller yarı logaritmik diyagramda bu iki termal su örneği arasındaki farklılıklar gözlenmektedir (Şekil 16).

Çalışma alanındaki su kaynaklarının hidrojeokimyasal fasiyesini belirlemek amacıyla kimyasal analiz sonuçları, Piper diyagramı üzerine yerleştirilmiştir (Piper, 1944) (Şekil 16). Piper diyagramına göre Güzelyurt-Gülağaç termal suları karbonat sertliği % 50'den fazla olan suları temsil etmektedir. Ilısu-1 kuyusundan alınan termal suyun sınıfı Na-Ca-HCO3, Sofular kuyusundan alınan termal suyun sınıfı Ca-HCO3-Cl'dur. Tespit edilen majör iyon analiz sonuçları "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" (İTASHY, 2005)'teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeleri göre Sfk-1 kuyu suyunun Na ve Cl değerlerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir.

Tablo 5: Güzelyurt-Gülağaç Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı

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	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	SAR
Ilısu-1	Güzelyurt	İl Özel İdaresi	485	7,1	34,1	0,23	6,04	232	30	48	19	10	201,92	2,13	16,53	24,45	1,94
Sfk-1	Gülağaç	Kapadokya Kent Otel	4180	6,57	56,2	2,27	3,12	2171	429,96	279,73	97,9	83,61	1666,6	7,67	132,46	756,63	3,23
İTASHY, 2005			2500							200					250	250	

Ağır Metal İçerikleri

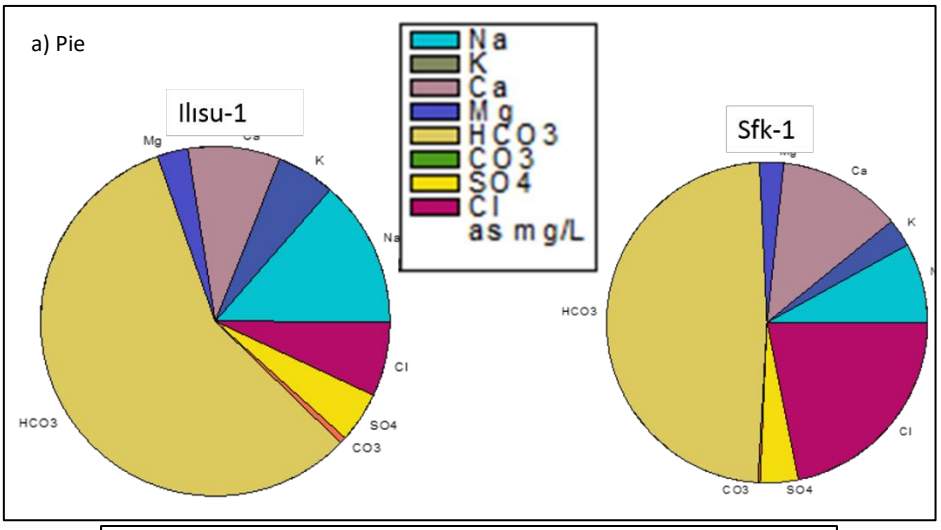
Simge	Al mg/l	As mg/l	B mg/l	Br mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	F mg/l	Fe mg/l	Li mg/l	Ni mg/l	Mn mg/l	P mg/l	Pb mg/l	Si mg/l	Zn mg/l	NO3 mg/l
Ilısu-1	<0,005	0,054	0,36	<0,25	<0,005	<0,002	0,19	0,004	0,062	<0,002	0,0002	0,035	<0,0005	49,18	<0,002	18,57
Sfk-1	0,005	0,003	12,258	1,43	<0,005	<0,002	0,23	6,377	3,047	0,003	0,324	0,219	<0,0005	71,737	0,002	<0,27
İTASHY, 2005	0,200	0,01	1	0,01	2	0,05	1,5	0,2			0,05					50

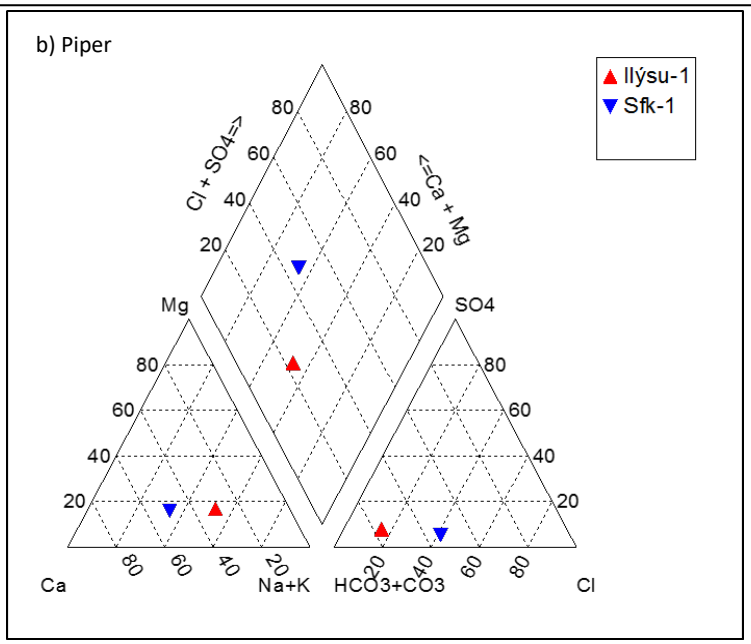
Doygunluk İndisi (SI) Değerleri

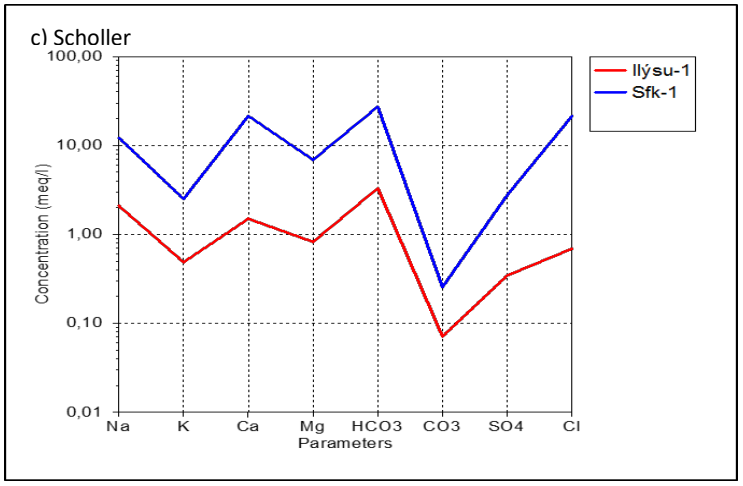
	Anhidrit	Aragonit	Kalsit	Kalsedon	Dolomit	Florit	Jips	Halit	Kuvars	Talk
Ilısu-1	-2,844	-0,5516	-0,4142	0,3616	-0,8656	-2,8832	-2,6674	-7,5161	0,7631	-0,7841
Sfk-1	-1,2578	0,9109	1,0344	0,3082	1,8829	-2,286	-1,2431	-5,4278	0,6493	0,8498

Major İyon Dizilimi ve Su Sınıfı

İlçe	Örnek No	Katyon Dizilim	Anyon Dizilimi	Su Sınıfı
Güzelyurt	Ilısu-1	Na>Ca>K>Mg	HCO3>Cl> SO4> CO3	Na-Ca-HCO3
Gülağaç	Sfk-1	Ca>Na>K>Mg	HCO3>Cl> SO4> CO3	Ca-HCO3-Cl







Şekil 16: Sırasıyla Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları

Burçak (2006) tarafından yapılan çalışmada Piper diyagramında Şahinkalesi sıcak sularının katyonlarına göre Ca+Mg>K+Na; anyonlarına göre HCO_3+CO_3>Cl+SO_4 bölgelerinde yer alan Ca-Mg-HCO_3 tipinde sular olduğu belirtilmiştir.

1.4.4.1. Doygunluk İndisleri

Termal su örneklerinin doygunluk 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. Ilısu-1 kuyu suları kalsedon ve kuvars mineraline doygun olup diğer mineraller doygunluk altındadır. Sfk-1 aragonit, kalsit, dolomit, kalsedon, kuvars ve talk minerallerine doygundur. Anhidrit, florit, jips ve halit mineralleri doygunluk altındadır. Bu durum Sfk-1 kuyusunda suların kullanıldığı taşıyıcı sistemlerde kalsit, aragonit ve dolomit kabuklaşması görülebileceğini göstermektedir (Tablo 5). Burçak (2006) tarafından yapılan çalışmada, Şahinkalesi jeotermal alanından alınan örneklerin kuvars ve kalsedona doygun; kalsit, dolomit, aragonit, jips ve anhidrite ise doygun olmadığı tespit edilmiştir.

1.4.4.2. Ağır Metaller

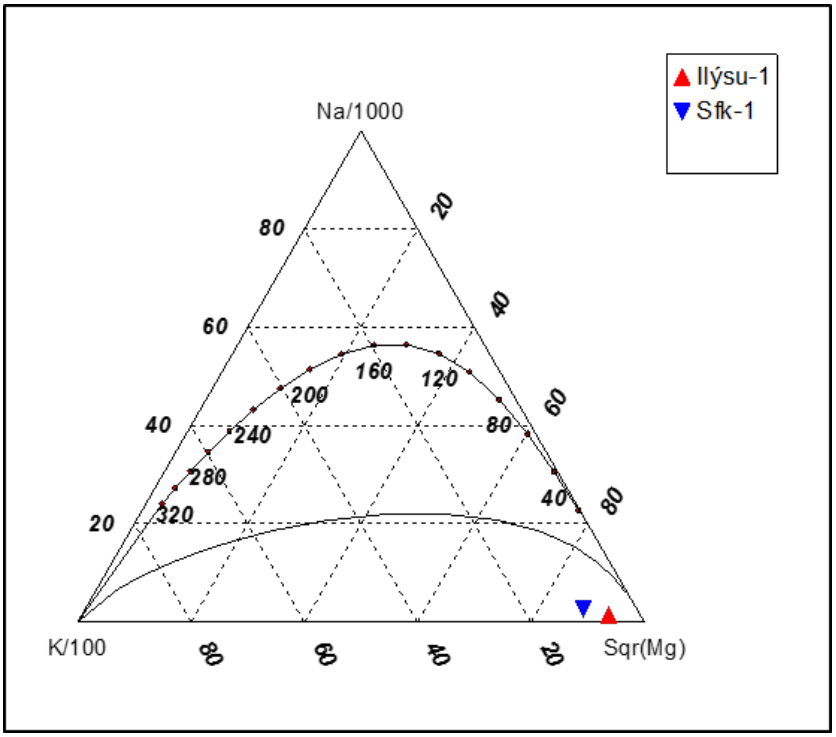
Proje kapsamında suların Al, As, B, Br, Cr, Cu, F, Fe, Li, Ni, Mn, P, Pb, Si, Zn ve NO_3 içeriklerinin analizleri de yapılmıştır. Tespit edilen kimyasal analiz sonuçları "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" (İTASHY, 2005)'teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmelere göre Sfk-1 kuyu sularının B, Br, Fe ve Mn elementleri limit değerlerin üzerindedir. Ilısu-1 kuyu sularında ise As ve Br elementleri sınır değerlerin üzerindedir. Bu elementlerin yüksek olması termal suların içilmesi durumunda sağlık riski oluşturabilecektir (Tablo 5). Güzelyurt-Gülağaç jeotermal alanında reenjeksiyon kuyusu bulunmamaktadır. Termal suların yüksek bor, arsenik ve demir içerikleri deşarj edildiği doğal ortamlar için olumsuz etkisi olacaktır.

1.4.4.3. Çözünürlük Jeotermometreleri

Jeotermometre uygulamaları, jeotermal sistemlerde rezervuar sıcaklıklarının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. 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. Diyagramda Ilısu-1 ve Sfk-1 kuyu suları ham sular bölgesinin en alt kesiminde "Mg" köşesinde bulunmaktadır. Giggenbach (1988) ham sular bölümüne düşen suların katyon jeotermometre sonuçlarına şüpheyle bakılması gerektiğini ifade etmiştir. Değirmendere kaynak suyu diyagramda ham sular bölgesinde bulunduğu için katyon jeotermometrelerine güvenilmesi sağlıklı bir

yaklaşım olmayacaktır. Güzelyurt-Gülağaç jeotermal alanında suların rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında silis jeotermometreleri kullanılmıştır.

Güzelyurt-Gülağaç jeotermal alanında kalsedon ve kuvars jeotermometre hesaplamalarına göre maksimum rezervuar sıcaklığı Ilısu-1 kuyusunda 140,04 °C, Sfk-1 kuyusunda 162,6 °C olarak belirlenmiştir (Tablo 6).



Şekil 17: Güzelyurt-Gülağaç Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları

Tablo 6: Güzelyurt-Gülağaç Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri

Uygulanan Jeotermometreler		Hazne Sıcaklığı (°C)	
		Ilısu-1	Sfk-1
SiO2 (α-Kristobalit)	Fournier 1977	89,43	112,35
SiO2 (β-Kristobalit)	Fournier 1977	40,76	62,90
SiO2 (Kalsedon)	Fournier 1977	113,66	138,98
SiO2 (Kuvars)	Fournier 1977	140,04	162,60
SiO2 (Kuvars buhar kyb)	Fournier 1977	135,11	153,89
SiO2 (Kuvars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	111,28	131,45
SiO2 (Kuvars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	134,14	153,14

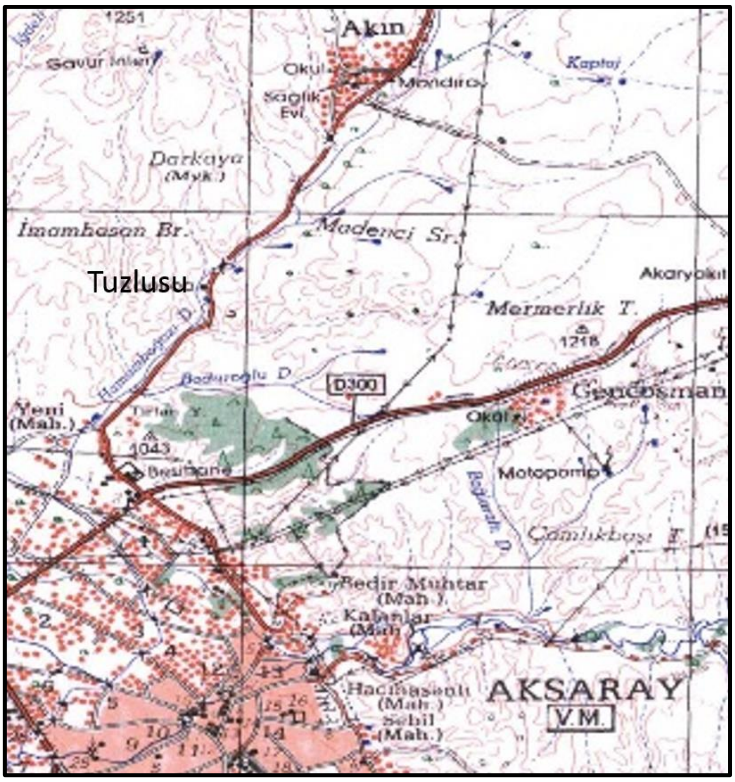
1.4.5. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen Çalışmalar

Bölgede Şahinkalesi ve Sofular alanlarında yapılan manyetotellürik (MT) çalışma sonuçlarına göre 2 boyutlu (2-B) manyetotellürik model oluşturulmuştur. Bu modelde jeotermal sistemin örtü kayacı, rezervuar kayacı, ısı kaynağı ve jeotermal sıvının taşınımını sağlayan fay hatları belirlenmiştir. Bu araştırmada derin rezervuarı oluşturan Paleozoyik yaşlı mermer şist ve gnaysların yaklaşık olarak 1.250-1.750 m derinliklerinde olduğu belirtilmiştir. Bölgede MT çalışması alan genişletilerek yapılmalı, arazi gözlemleri, aktif tektonik araştırmaları ve eski jeofizik araştırma sonuçları birlikte değerlendirilerek sahada yeni kuyu yerleri önerilebilir. MTA tarafından yapılan bu jeofizik raporların temini ile mevcut durumda belirlenmiş fay hatlarını kesen ve rezervuara ulaşacak derinlikte kuyu yerleri önerilebilecektir.

Ilısu çevresinde ise herhangi bir jeofizik araştırma bulunmamaktadır. Ilısu'da 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.

1.5. Tuzlusu-Aksaray (Merkez) Jeotermal Alanı

Tuzlusu Jeotermal alanı Aksaray ilinin yaklaşık olarak 5 km kuzeybatısında bulunmaktadır (Şekil 18). Tuzlusu sıcak ve mineralli su kaynakları, KD-GB yönlü ana fay ile buna verev olan fayların kesişme noktalarında deniz seviyesinden ortalama 1.040 m yükseklikte üç noktadan açığa çıkmaktadır (Şekil 19). Kaynakların toplam debisi Havuz ve Eskihamam kaynaklarında 1,2 ve 1,8 l/sn ölçülmüştür (Afşin ve Elhatip, 2000). Günümüzde bu kaynaklardan sadece bir tanesi aktif durumdadır.



Şekil 18: Tuzlusu Jeotermal Alanı Konumu

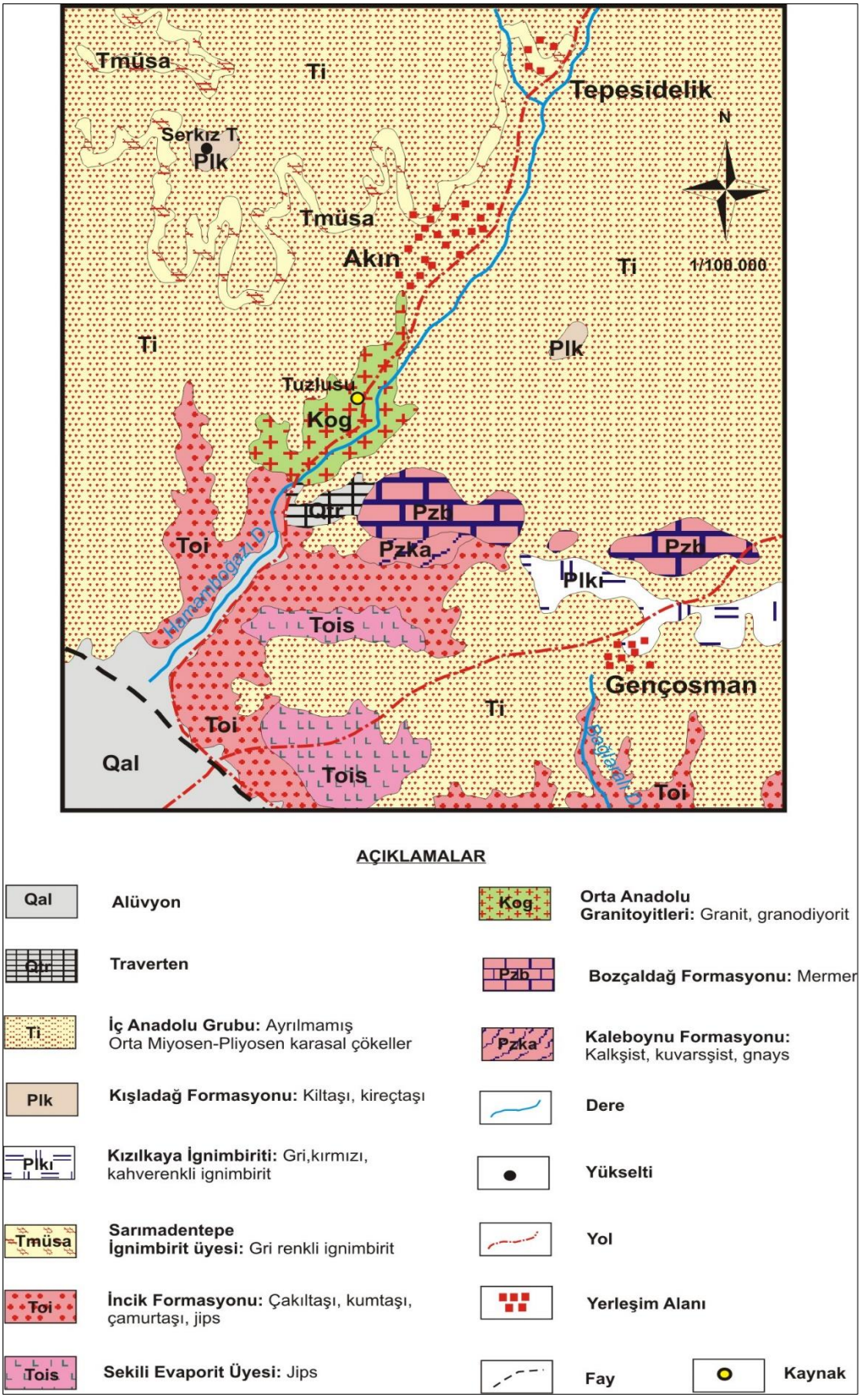
Şekil 19: Tuzlusu Kaynağı ve Uydu Görüntüsü Üzerindeki Konumu

Aksaray ilinden alınan güncel bilgilere göre; Aksaray Belediye Başkanlığı'na ait olan Aksaray İli, Merkez İlçesi, Tuzlusu Mevkii içerisinde bulunan 2013/7 numaralı jeotermal kaynak işletme ruhsat sahası içerisinde bir adet sıcak su kuyusu bulunmaktadır. Tuzlusu-1 kuyusu 915 metrede olup 34,5 °C ve 102 l/sn debiye sahiptir. Jeotermal su kullanılmamaktadır. Belediyenin planlaması devam etmektedir.

1.5.1. Jeolojik Özellikler

Tuzlusu jeotermal alanında temelde Kırşehir masifine ait Kaleboynu ve Bozçaldağ formasyonları bulunmaktadır. Kırşehir masifi olarak bilinen metamorfik kayaçlar bölgenin en yaşlı topluluğudur. Kaleboynu formasyonu (Pzka) mermer arakatkılı kuvarsit, kuvarsşist, kalkşist, gnays vb. kaya türlerinden oluşmaktadır (Göncüoğlu, 1977). Çal mevkiinin güneyinde küçük mostralar halinde yüzeyleyen formasyonun yaşı Paleozoyiktir. Kaleboynu formasyonunun üzerinde yer yer erime boşluklu mermerler ve çok az oranda şistlerden oluşan Bozçaldağ formasyonu (Pzb) bulunmaktadır (Şekil 20). Orta Anadolu Granitoyitleri (Kog) granit, granodiyorit, mikrodiyorit bileşimindeki derinlik ve yer yer yarı derinlik kayaçlarından oluşmaktadır. Birim bu bölgede Hamamboğazı ve Gümüşpınar derelerinin çevresinde bulunmaktadır.

Tuzgölü fay zonunun (TFZ) doğusunda, KB-GD uzanımlı olarak Hamamüstü tepe ve dolaylarında yer alan İncik formasyonu (Toi) kırmızı renkli, karasal çakıltaşı, kiltaşı, kumtaşı ve yeşil renkli jips seviyeleri içermektedir. Birim içerisindeki jips seviyeleri Sekili evaporit üyesi (Tois) olarak ayırtlanmıştır. Tuzlusu jeotermal alanında geniş alanlarda yüzeyleyen İç Anadolu Grubu (Ti) fasiyes ve stratigrafik özelliklerine göre ayırtlanmamış Neojen yaşlı karasal çökellerden oluşmaktadır.



Şekil 20: Tuzlusu Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası (Dönmez Vd., 2005a).

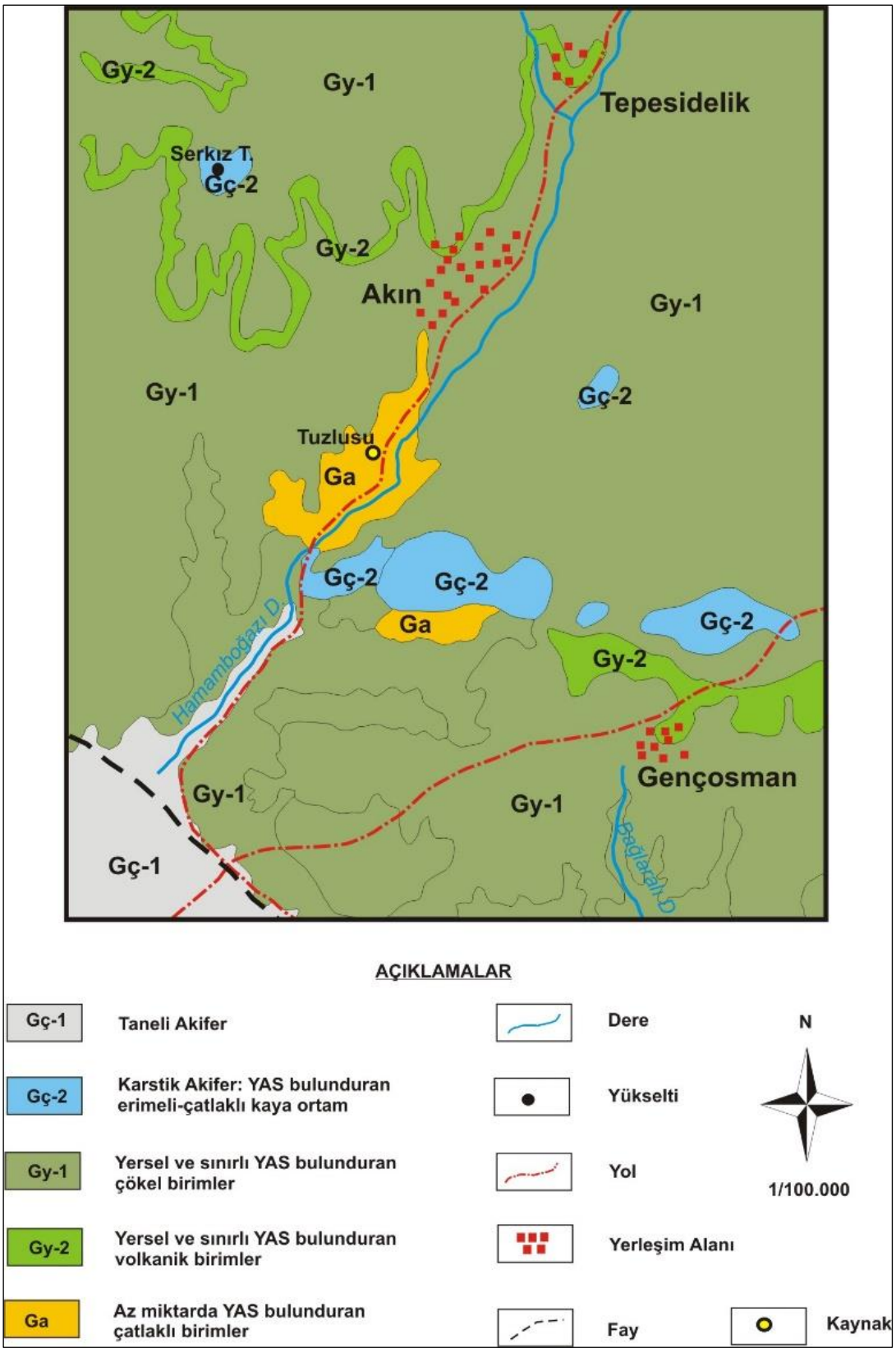
İç Anadolu grubuna ait çökeller Miyosen öncesi kayaçları uyumsuzluk örter. Ürgüp formasyonunun üyesi olan Sarımadentepe ignimbirit üyesi (Tmüsa), bölgede Gümüşpınar derede granitlerin, Çal mevkiinde mermerlerin ve genel olarak ise İncik formasyonunun üzerinde bulunur. Sarımadentepe ignimbriti (Tmüsa) pomza, volkanik kayaç ve obsidyen parçaları içermektedir. Üye içerisindeki obsidyenler yer yer yoğunlaşarak ignimbiritin siyah bir görünüm kazanmasını sağlamaktadır. Birim Göstük ignimbiriti ile eşdeğerdir. Kışladağ formasyonu (plk) küçük bir alanda yüzeylemektedir. Formasyon yer yer kiltaşı, killi kireçtaşlarının egemen olduğu gölsel kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kaynak boşalım alanının çevresinde yüzeyleyen traverten (Qtr) bölgeyi etkileyen genç tektonik oluşumlarla yüzeye çıkan sıcak sulara bağlı olarak çökelmiştir.

Tuzlusu jeotermal alanı TFZ'nun kuzeyinde bulunmaktadır. Geç Kretase'de gelişmiş Tuzgölü havzasının (Görür vd., 1984) kuzeyinden başlayarak KB-GD yönünde Bor'a kadar devam eden genç bir morfolojiye sahip Tuzgölü fayının uzunluğu 180 km'dir (Şaroğlu vd., 1987). Tuzlusu alanında Hamamboğazı dere boyunca TFZ'na verev olarak KD-GB yönünde Gümüşpınar dereye doğru uzanan Hamamboğazı dere fayı bulunmaktadır. Bu fayı KB-GD yönünde kesen tali faylarda mevcuttur (Afşin ve Elhatip, 2000).

1.5.2. Hidrojeolojik Özellikler

Çal mevkiinde yeralan Bozçaldağ metamorfitlerine ait mermerlerin çatlaklı, kırıklı ve karstik boşluklu bölümleri geçirimlidir. Mermerler Tuzlusu kaynaklarının akiferini oluşturmaktadır (Afşin ve Elhatip, 2000). Egemen olarak gölsel kireçtaşlarından oluşan Kışladağ formasyonu kireçtaşları birbirini kesen kırık-çatlak yoğunluğuna bağlı olarak önemli miktarda yeraltı suyu içerebilmektedir. Bölgede küçük alanlarda yüzeyleyen traverten birimi erimeli kaya ortamdır ve yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Karstik özellikte olmaları nedeniyle Bozçaldağ ve Kışladağ formasyonları ile traverten birimi "karstik akifer" olarak adlandırılmıştır (Şekil 21).

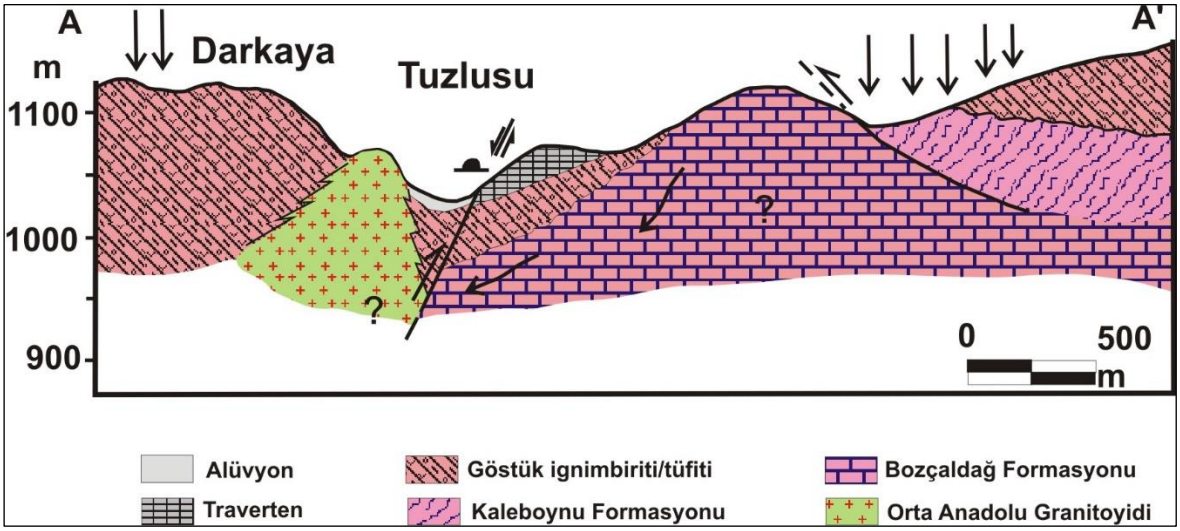
Kızılkaya ve Sarımadentepe ignimbiritleri kırıklı-çatlaklı oldukları durumda yeraltı suyu bulundurabilmektedirler. Bu nedenle bu birimler hidrojeoloji haritasında "yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran volkanik birimler" olarak adlandırılmıştır. Benzer çökel kayaçlardan oluşan İncik formasyonu ve İç Anadolu grubu oluştukları litolojik birimlerin karmaşık halinde bulunmaları ve yeraltı suyu bulundurma özelliklerinin kısıtlı olması nedeniyle "yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran çökel birimler" olarak adlandırılmışlardır. İncik formasyonu üyesi olan Sekili evaporitleri de bu grup içerisinde ele alınmıştır. Bazalt, riyolit ve granit litolojilerinde oluşan Orta Anadolu granitoyiti ile şistlerden oluşan Kaleboynu formasyonu kırıklı-çatlaklı oldukları durumda bir miktar yeraltı suyu bulundurabilmektedirler. Bu birimler "az miktarda yeraltı suyu bulunduran çatlaklı birimler" olarak adlandırılmıştır.



Şekil 21: Tuzlusu Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası

1.5.3. Kavramsal Model

Tuzlusu sıcak su kaynağı KD-GB yönlü ana fay ile buna verev olarak kesen fayın kesişme noktasından çıkmaktadır (Şekil 22). Tuzlusu jeotermal alanında da jeotermal sistemin hazne kayacı Bozçaldağ formasyonuna ait mermerlerdir. Kaynak alanı yakınında sokulum yapan granitlerden de yeraltı suyu katkısı olmaktadır. Tuzlusu kaynakları, dolaşım yolu boyunca sokulum yapan granitleri ve evaporitli birimleri yıkayarak yeryüzüne ulaşmış ve sıcaklığını belli ölçüde kaybetmiştir. Kaynak alanındaki evaporitler ve gölsel birimler örtü kaya konumundadır (Afşin ve Elhatip, 2000).



Şekil 22: Tuzlusu Jeotermal Alanı Kavramsal Model (Afşin ve Elhatip, 2000).

1.5.4. Hidrojeokimyasal Özellikler

Proje kapsamında 2019 yılının nisan ayında Tuzlusu kaynağından su örneği alınmıştır. Kaynak suyunun sıcaklığı 28,4 °C, EC değeri 5580 µS/cm ve pH değeri 6,05 olup asidik karakterlidir (Tablo 7). Tuzlusu kaynağında baskın katyon Na (801 mg/l) olup bu iyonu Ca (441 mg/l) izlemektedir. Baskın anyonlar HCO3 ve Cl'dur. Piper diyagramında Tuzlusu kaynağı 2. bölge (Ca + Mg < Na + K), 4. bölge (Cl + SO4 < CO3 + HCO3) ve 7. bölgede (Karbonat olmayan alkalinitesi % 50'den fazla olan sular) yer almaktadır. Piper diyagramına göre Tuzlusu kaynağının su sınıfı Na-Ca-Cl-HCO3'dır (Şekil 23; Tablo 7). Afşin ve Elhatip (2000) tarafından yapılan çalışmada Aksaray-Merkez Tuzlusu kaynak sularının Na-Ca-Cl-HCO3 ve Na-Cl tipi su kimyası fasiyesinde orta derin dolaşımlı akifer sisteminde genelde yavaş hareket eden ve bu nedenle de iyon miktarı yüksek yeraltı suları olduğu belirtilmiştir. Tespit edilen majör iyon analiz sonuçları "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" (İTASHY, 2005)'teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeleri göre Tuzlusu kaynak sularının EC, Na ve Cl değerlerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir.

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

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	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	SAR
Tuzlusu-1	Merkez	Aksaray Belediyesi – Tuzlusu-1 Kay.	5580	6,05	28,4	3,08	1,31	2790	441	801	37	56	1442	2,19	111,05	1092,53	9,54
İTASHY, 2005			2500							200					250	250	

Ağır Metal İçerikleri

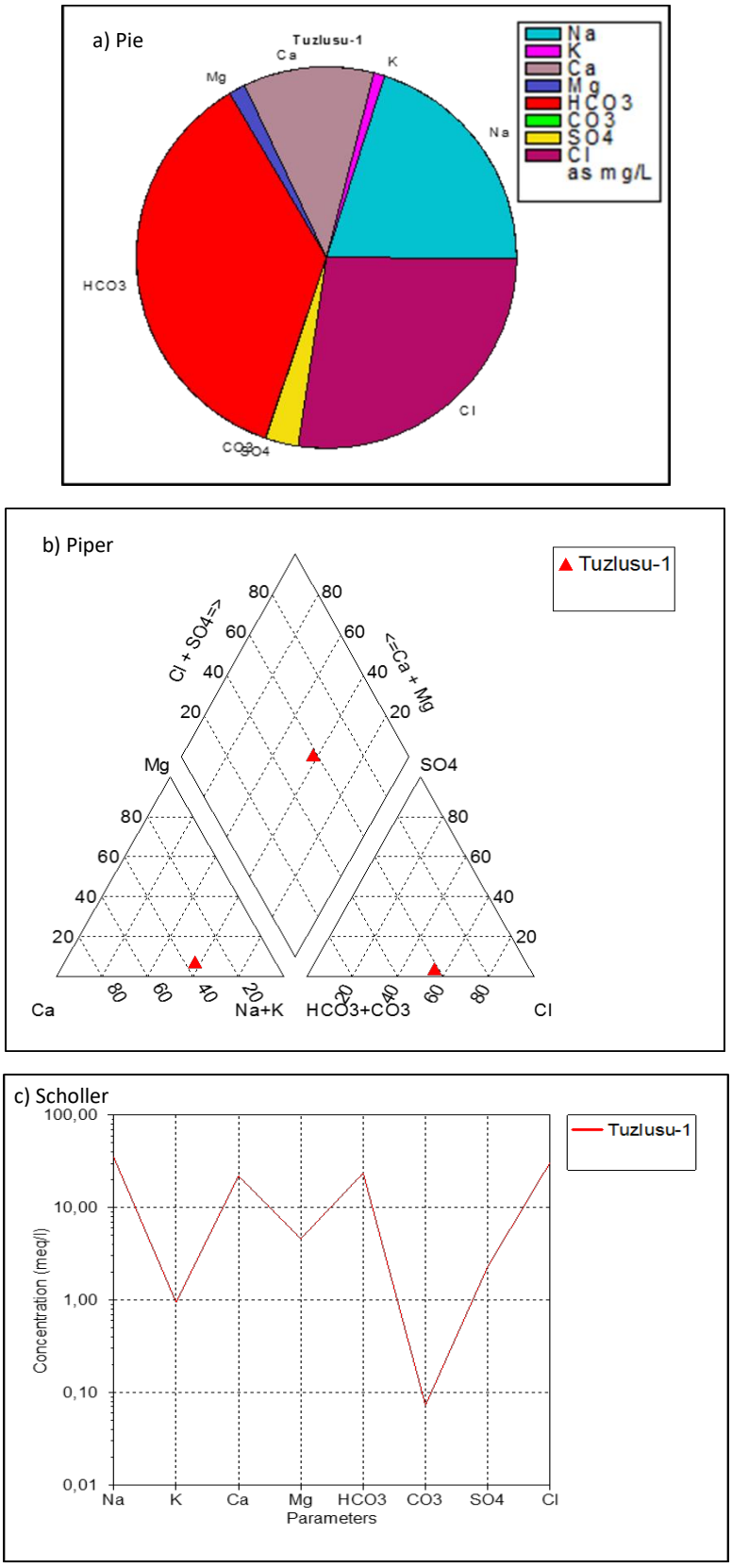
Simge	Al mg/l	As mg/l	B mg/l	Br mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	F mg/l	Fe mg/l	Li mg/l	Ni mg/l	Mn mg/l	P mg/l	Pb mg/l	Si mg/l	Zn mg/l	NO3 mg/l
Tuzlusu-1	0,017	0,232	7,557	1,44	0,041	<0,002	0,69	0,065	0,583	0,003	0,042	0,013	0,006	15,709	0,059	15,12
İTASHY, 2005	0,200	0,01	1	0,01	2	0,05	1,5	0,2			0,05					50

Doygunluk İndisi (SI) Değerleri

	Anhidrit	Aragonit	Kalsit	Kalsedon	Dolomit	Florit	Jips	Halit	Kuvars	Talk
Tuzlusu-1	-1,5056	-0,025	0,1164	-0,0596	-0,264	-1,0012	-1,302	-4,7573	0,359	-8,1604

Major İyon Dizilimi ve Su Sınıfı

İlçe	Örnek No	Katyon dizilim	Anyon dizilimi	Su sınıfı
Merkez	Tuzlusu-1	Na>Ca>Mg>K	HCO3>Cl> SO4> CO3	Na-Ca-Cl-HCO3



Şekil 23: Sırasıyla Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları

1.5.4.1. Doygunluk İndisleri

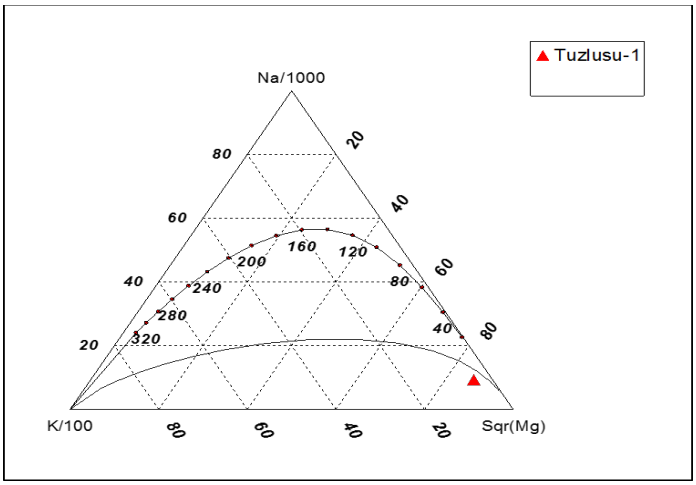
Termal su örneklerinin doygunluk indisi değerleri AquaChem programının PHREEQC arayüzü ile hesaplanmıştır. Program ile suların anhidrit ($CaSO_4$), aragonit ($CaCO_3$), kalsit ($CaCO_3$), kalsedon (SiO_2), dolomit ($CaMg(CO_3)_2$), florit (CaF_2), jips ($CaSO_4 + 2H_2O$), halit (NaCl), kuvars (SiO_2) ve talk ($3MgO_4SiO_2H_2O$) mineralleri ele alınmıştır. Tuzlusu kaynağının kalsit ve kuvars minerallerine doygun; anhidrit, aragonit, kalsedon, dolomit, florit, jips, halit, kuvars ve talk minerallerinin doygunluk altında olduğu belirlenmiştir. Bu durum kaynak suların kullanıldığı taşıyıcı sistemlerde kalsit kabuklaşması görülebileceğini göstermektedir (Tablo 7). Bu içerik sıcak suların akiferinin mermer olduğunu ve dolaşım yolu boyunca çözünürlüğü yüksek evaporitik kayaçların da etkisi olduğu belirtilmektedir (Afşin ve Elhatip, 2000).

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 NO3 içeriklerinin analizleri de yapılmıştır. Yeraltı sularının kimyasal yapısı etkileşimde oldukları kayaçlar ile doğrudan ilişkilidir. Sulardaki ağır metal içeriklerindeki artış kaya-su etkileşiminden kaynaklanmaktadır. Tuzlusu kaynak sularının arsenik (As) içeriği 232 µg/l olup "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" (İTASHY, 2005)'te verilen As için sınır değer olan 10 µg/l'nin oldukça üzerindedir. Benzer şekilde kaynak suyunun Bor (B) içeriği 7.55 mg/l olup limit değer olan 1 mg/l'nin üzerindedir. Tuzlusu kaynağının Bromür (Br) içeriği de İTASHY'de verilen sınır değer olan 10 µg/l'yi aşmıştır (Tablo 7). Bu suların uzun süreli içme kürü olarak kullanımında önemli sağlık problemleri yaşanabilecektir.

1.5.4.3. Çözünürlük Jeotermometreleri

Kimyasal jeotermometreler yeraltındaki sıcaklık ile akışkanlar arasında kaya-su etkileşimine bağlı olarak gelişen kimyasal alış-veriş dengesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Katyon ve silis jeotermometrelerinin geçerliliğinin tespiti için Giggenbach (1988) tarafından geliştirilen Na-K-Mg üçgen diyagramından yararlanılmaktadır. Giggenbach (1988) katyon olgunluk diyagramına göre Tuzlusu kaynak suyu "su-kayaç ilişkisinin dengede olmadığı ham sular" bölgesine düşmektedir (Şekil 24). Bu durum katyon jeotermometre sonuçlarının güvenilir olmayacağını göstermektedir. Tuzlusu kaynak sularının rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında silis jeotermometreleri kullanılmıştır. Kalsedon ve kuvars jeotermometre hesaplamalarına göre Tuzlusu jeotermal alanında beklenebilecek maksimum rezervuar sıcaklık 90.71 °C olarak belirlenmiştir (Tablo 8).



Şekil 24: Tuzlusu Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları

Tablo 8: Tuzlusu Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri

Uygulanan Jeotermometreler		Hazne Sıcaklığı (°C)
		Tuzlusu-1
SiO2 (Kalsedon)	Fournier 1977	53,06
SiO2 (Kuvars)	Fournier 1977	84,14
SiO2 (Kuvars buhar kyb)	Fournier 1977	87,20
SiO2 (Kuvars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	60,92
SiO2 (Kuvars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	85,77
SiO2	Fournier, Potter, 1982	90,72

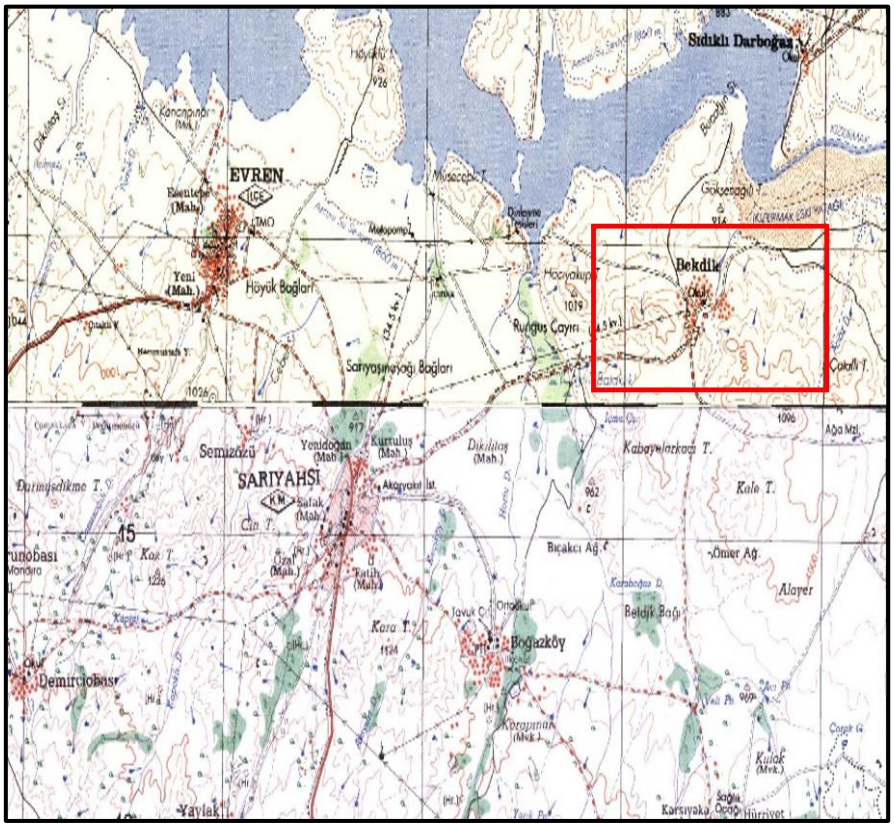
1.5.5. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen Çalışmalar

Tuzlusu jeotermal alanında doğal kaynak boşalımı ve bir adet kuyu bulunmaktadır. Bu kaynak fay hattı vasıtasıyla yüzeye çıkmaktadır. Ancak, bölgede akışkanın yüzeye ulaşmak için kullandığı fay hattının özellikleri belli değildir. Sahada yapılacak ayrıntılı jeoloji araştırmaları ve jeofizik ölçümler ile kaynağın boşaldığı fay hattının konumu, boyutları vb. özellikleri tespit edilebilecektir. 915 m derinlikteki kuyudan ise 34 °C su elde edilmiştir. Kuyu derinliği fazla olmasına rağmen sıcaklığının düşük olması ve yüksek debide akışkan elde edilmesi soğuk su akiferinin etkisini yansıtabilir. Ancak, bu durum mevcut kuyu loğunun elde edilmesi ile kuyuda kesilen birimler öğrenilerek değerlendirme yapılmalıdır.

Tuzlusu jeotermal alanında herhangi bir jeofizik araştırma bulunmamaktadır. Tuzlusu'da bulunan kuyunun sahada ne tür çalışma yapılarak kuyu açılması kararının verildiği, 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.

1.6. Sarıyahşi (Bekdik) Jeotermal Alanı

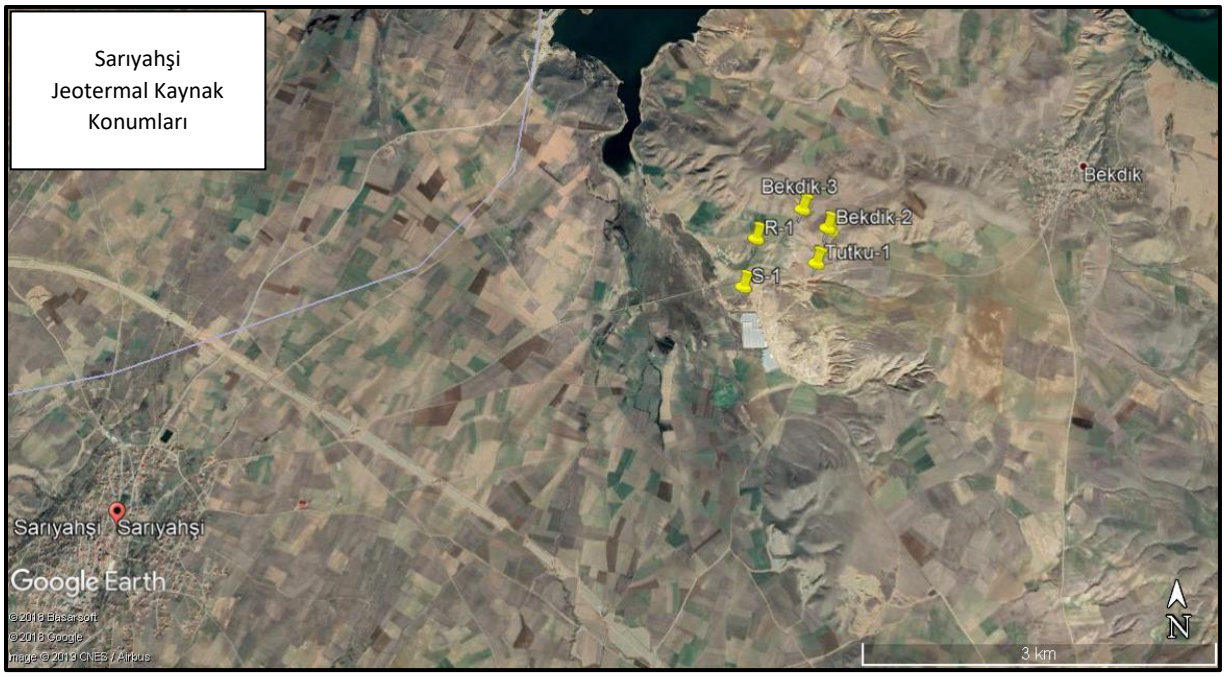
Sarıyahşi-Bekdik jeotermal alanı Aksaray'ın yaklaşık olarak 110 km kuzeybatısında bulunmaktadır (Şekil 25 ve Şekil 26). Bu alanda 2014 yılında 4 adet işletme bir adet reenjeksiyon kuyusu açılmıştır (Tablo 9). Beşinci işletme kuyusunun açılmasına devam edilmektedir. Tutku Tarım Madencilik Turizm Gıda Hayvancılık San. Tic. A.Ş.' ye ait olan kuyulara (2014/08 no'lu) işletme ruhsatı verilmiştir. Jeotermal su serada ısıtma amaçlı kullanılmaktadır.



Şekil 25: Sarıyahşi-Bekdik Jeotermal Alanı Konumu

Tablo 9: Sarıyahşi-Bekdik Köyünde Bulunan Jeotermal Kuyuların Verileri

Kuyu No	Sıcaklık °C	Derinlik (m)	Debi (l/sn)	Mevcut Durum
Bekdik-1	58	110	110	Kuru
Bekdik-2	58	550	40	Artezyen
Bekdik-3	51	720	35	Pompa
S-1	37	50	1.3	Artezyen
R-1	42	400	5	
Tutku-1	Çalışma devam ediyor.			

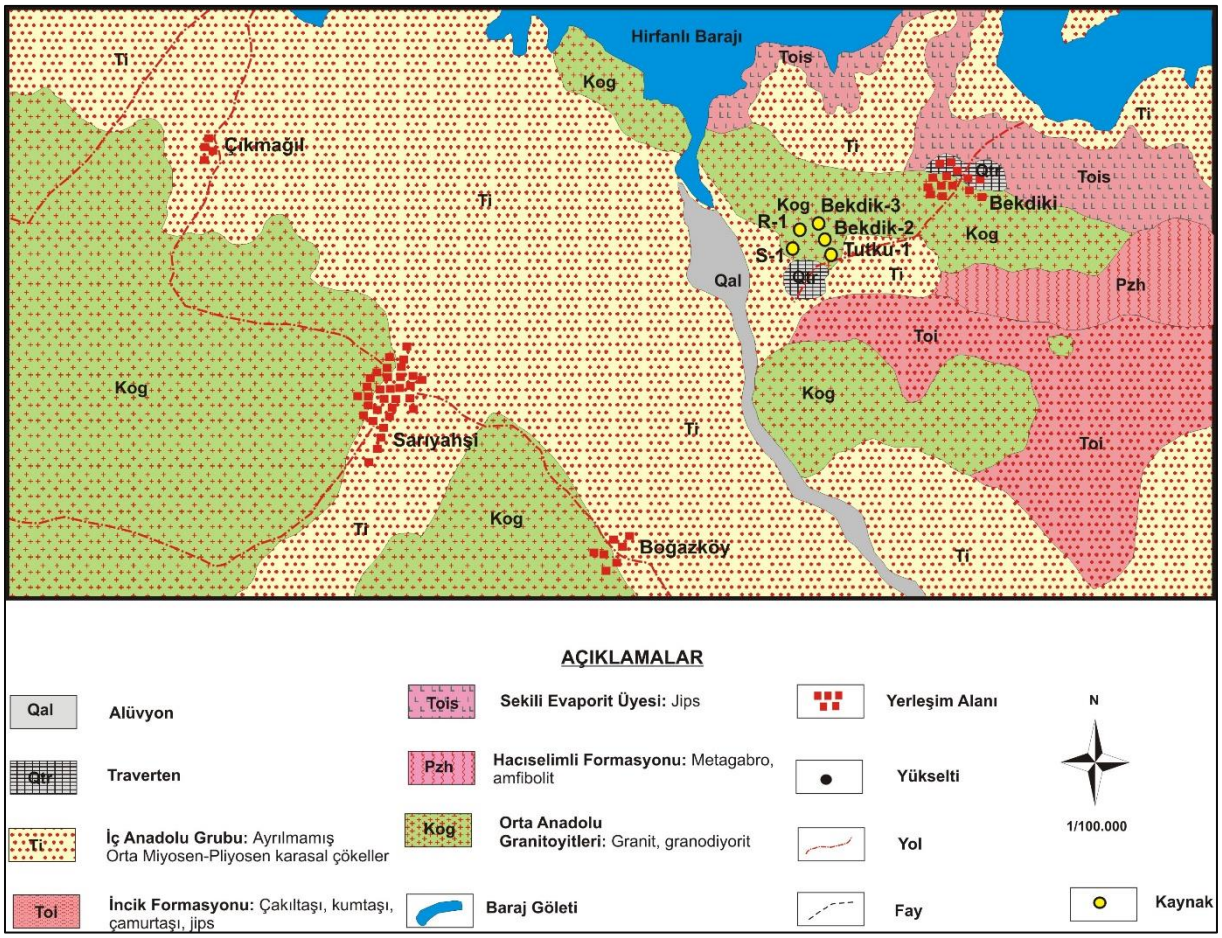


Şekil 26: Aksaray Jeotermal Alanı Kuyuların Uydu Görüntüsü Üzerindeki Konumu

1.6.1. Jeolojik Özellikler

Bu bölgede MTA tarafından 1989 (Aksaray-H17) ve 1990 (Kırşehir-G17) yıllarında yapılmış iki rapor bulunmaktadır. Bu raporlarda verilen harita ve adlamalar komşu paftalarda yenilenen ve eşleştirilen adlamalar kullanılarak yeniden oluşturulmuştur. Sarıyahşi ilçesi ve Bekdik köyü çevresinde geniş alanlarda yüzeyleyen granit, granit porfir, granodiyorit, kuvarsdiyorit, kuvarsmonzonit, siyenit türü kayaçlardan oluşan Orta Anadolu Granitoyitleri (Kog) bulunmaktadır (Şekil 27). Bu birim MTA tarafından 1989, 1990 yıllarında yapılan raporlarda Ortaköy granitoidi, gabro-bantlı gabro birimi, Baranadağ granitoyidi ve Hacıselimli formasyonu isimleri ile adlandırılmıştır. Akçay vd. (2008a) tarafından yapılan Kırşehir-J30 paftası ve Dönmez vd., (2005a) tarafından yapılan Aksaray-L32 paftasına ait raporlarda bu birimlerin eşleştirmeleri yapılmıştır.

Bu bölgede geniş alanlarda bulunan diğer birim ise çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, jips, anhidrit, kireçtaşı ve ignimbirit birimlerinden oluşan İç Anadolu grubu (Ti)'dur. Bu birim 1990'lı yıllarda yapılan MTA çalışmalarında Kızılırmak ve Peçenek formasyonları olarak adlandırılmıştır. Bekdik köyü güneyinde karasal çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşan İncik formasyonu (Toi) bulunmaktadır. Bu formasyon önceki çalışmalarda Kızılöz formasyonu olarak adlandırılmıştır. İncik formasyonunun Sekili evaporit üyesi (Tois) Bekdik köyü ve kuzeyinde yüzeylemektedir. Bekdik köyü içerisinde sıcak sulara bağlı olarak Traverten (Qtr) çökelimi gözlenmektedir.

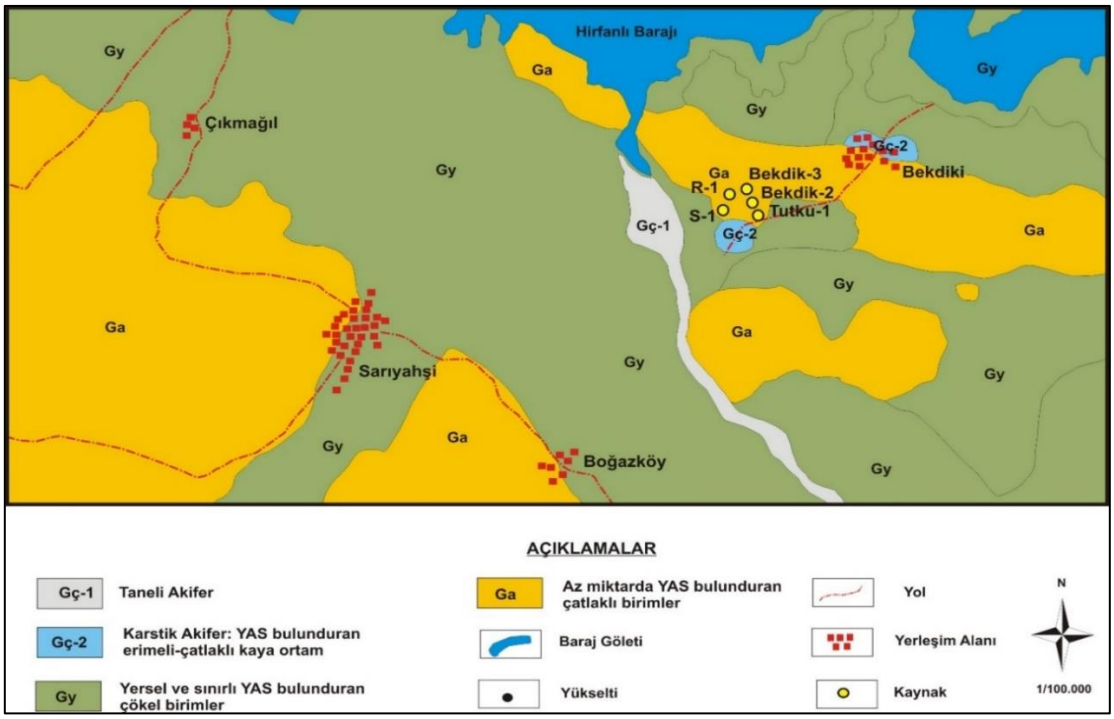


Şekil 27: Sarıyahşi-Bekdik Jeotermal Alanı ve Çevresi Jeoloji Haritası [6]

1.6.2. Hidrojeolojik Özellikler

Sarıyahşi ilçesi ve çevresinde geniş alanlarda yüzeyleyen genel olarak granitlerden oluşan Orta Anadolu granitoyiti birimi kırıklı-çatlaklı oldukları durumda yeraltı suyu bulundurabilmektedirler. Bu nedenle bu birimler hidrojeoloji haritasında "az miktarda yeraltı suyu bulunduran çatlaklı birimler" olarak adlandırılmıştır. İç Anadolu grubu, İncik formasyonu ve Sekili evaporit üyesi birimleri oluştukları litolojik birimlerin yeraltı suyu bulundurma özelliklerinin kısıtlı olması nedeniyle "yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran çökel birimler" olarak adlandırılmışlardır. Bu birimler içerisinde bulunan gevşek çimentolanmış, kırıklı-çatlaklı kumtaşı ve konglomera seviyeleri geçirimlidir ve akifer olarak yersel öneme sahiptir. Kiltaşı, marn, çamurtaşı, seviyeleri ise geçirimsiz birimlerdir. Küçük alanlarda bulunan traverten birimi ise erime boşluklu ve kırıklı yapısı nedeniyle "karstik akifer" olarak adlandırılmıştır (Şekil 28).

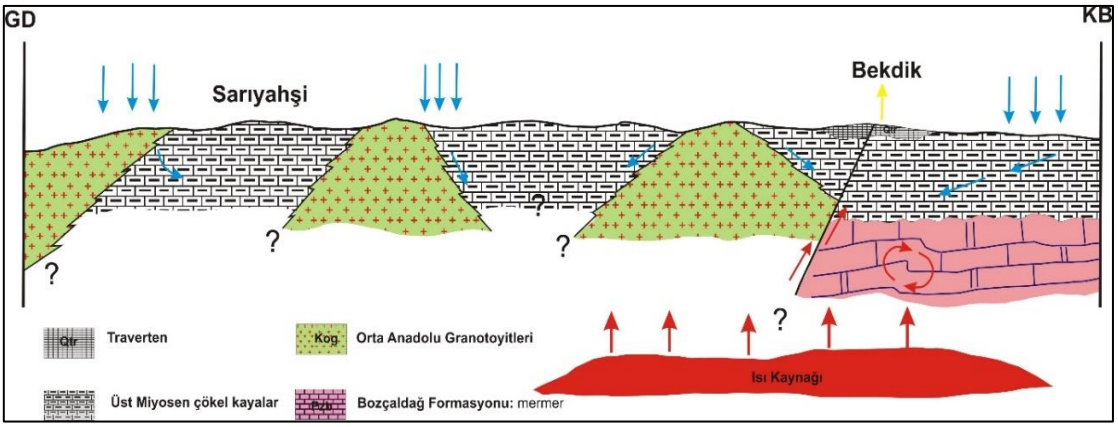
[6] (Kara ve Dönmez, 1990; Atabey, 1989a)



Şekil 28: Sarıyahşi-Bekdik Jeotermal Alanı ve Çevresi Hidrojeoloji Haritası

1.6.3. Kavramsal Model

Sarıyahşi jeotermal alanında Üst Kretase-Erken Paleosen yaşlı granodiyorit ve granit bileşimli Orta Anadolu granitoyidi temel kayaları oluşturmaktadır. Bu birimin üzerinde çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşan İncik formasyonu gelmektedir. Bu birim üzerinde ise İç Anadolu grubu bulunur. İncik formasyonu ve İç Anadolu grubu birimleri bölgede jeotermal sistemin örtü kayacını oluşturmaktadır. Sarıyahşi jeotermal alanında neotektonik döneme ait KD-GB ve KB-GD doğrultulu normal faylar boyunca sıcak su çıkışlarına bağlı olarak alterasyonlar ve traverten çökelimleri gelişmiştir (Yıldız vd., 2016). Sarıyahşi jeotermal alanının hazne kayacı Bozçaldağ formasyonuna ait mermerlerdir (Şekil 29). Jeotermal sistemin ısıtıcı kaynakları volkanizma, jeotermal gradyan ve granit sokulumlarıdır (Yıldız vd., 2016).



Şekil 29: Sarıyahşi-Bekdik Jeotermal Alanı Kavramsal Modeli (Ölçeksiz)

1.6.4. Hidrojeokimyasal Değerlendirmeler

Proje kapsamında bu jeotermal alandan termal su örneği alınamamıştır. Bu nedenle bölgede daha önce yapılmış araştırma sonuçları özetlenmiştir. Yıldız vd., (2016) tarafından yapılan çalışmada Sarıyahşi jeotermal alanında iki kuyunun yüzeydeki sıcaklık, pH ve elektriksel iletkenlik değerleri sırasıyla 28-31°C, 6,6 – 7,9 ve 15.660 – 54.000 µS/cm arasında olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu jeotermal suların su kimyası fasiyesi Na-Cl'dir. Na ve Cl artışı yeraltı akış sisteminde uzun dolaşım ve suların yüzeye doğru yükselimi sırasında evaporitleri çözmesi olarak verilmiştir. Bu öngörü, suların kalsit ve aragonite minerallerine göre doygun; jips, halit ve anhidrit minerallerine göre doymamış olmaları ile desteklenmektedir. (Yıldız vd. 2016)

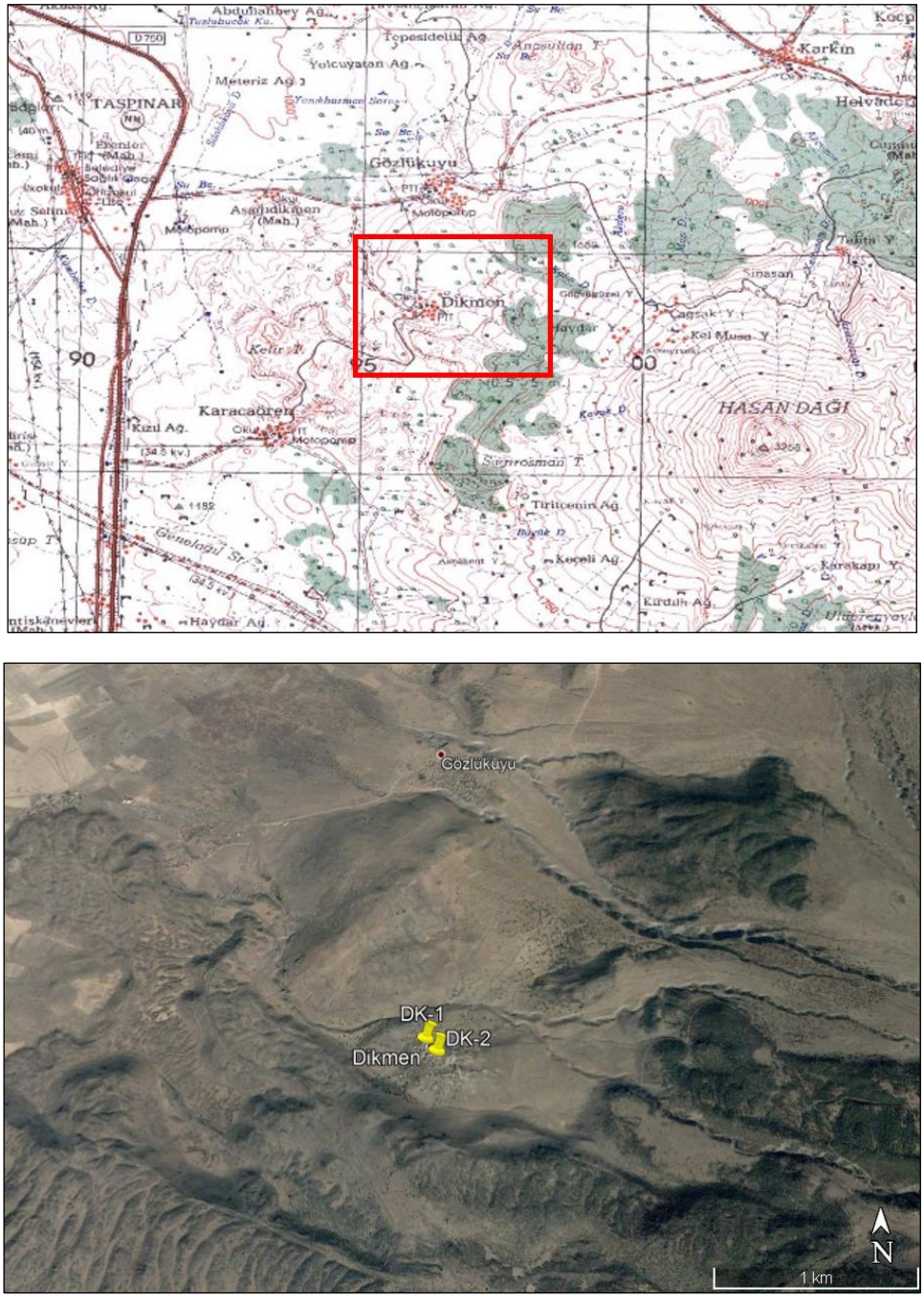
1.6.5. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen Çalışmalar

Sarıyahşi-Bekdik jeotermal alanında açılmış kuyuların derinlikleri 50-720 m arasında değişmekte olup bir adet reenjeksiyon kuyusu bulunmaktadır. Bölgede açılan bu kuyuların loğları, kuyu açılması sırasında yapılan araştırma sonuçları elde edilememiştir. Bu araştırma sonuçları bölgede yapılacak yeni araştırmalar ile birlikte değerlendirilmelidir. Bölgede yapılacak jeolojik saha çalışmaları ve 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. Bu veriler jeotermal aktiviteyi yansıtan anomali zonlarının saptanması ve yeni kuyuların yer seçiminde önemli bilgiler sağlayacaktır.

1.7. Dikmen (Aksaray-Merkez) Jeotermal Alanı

Bu alan daha önceki araştırmalarda yer almamaktadır. Aksaray merkez ilçeye bağlı Dikmen köyü ve civarında jeotermal ruhsat bulunmamaktadır. Ancak, arazi çalışmaları sırasında Dikmen köyünde açılan

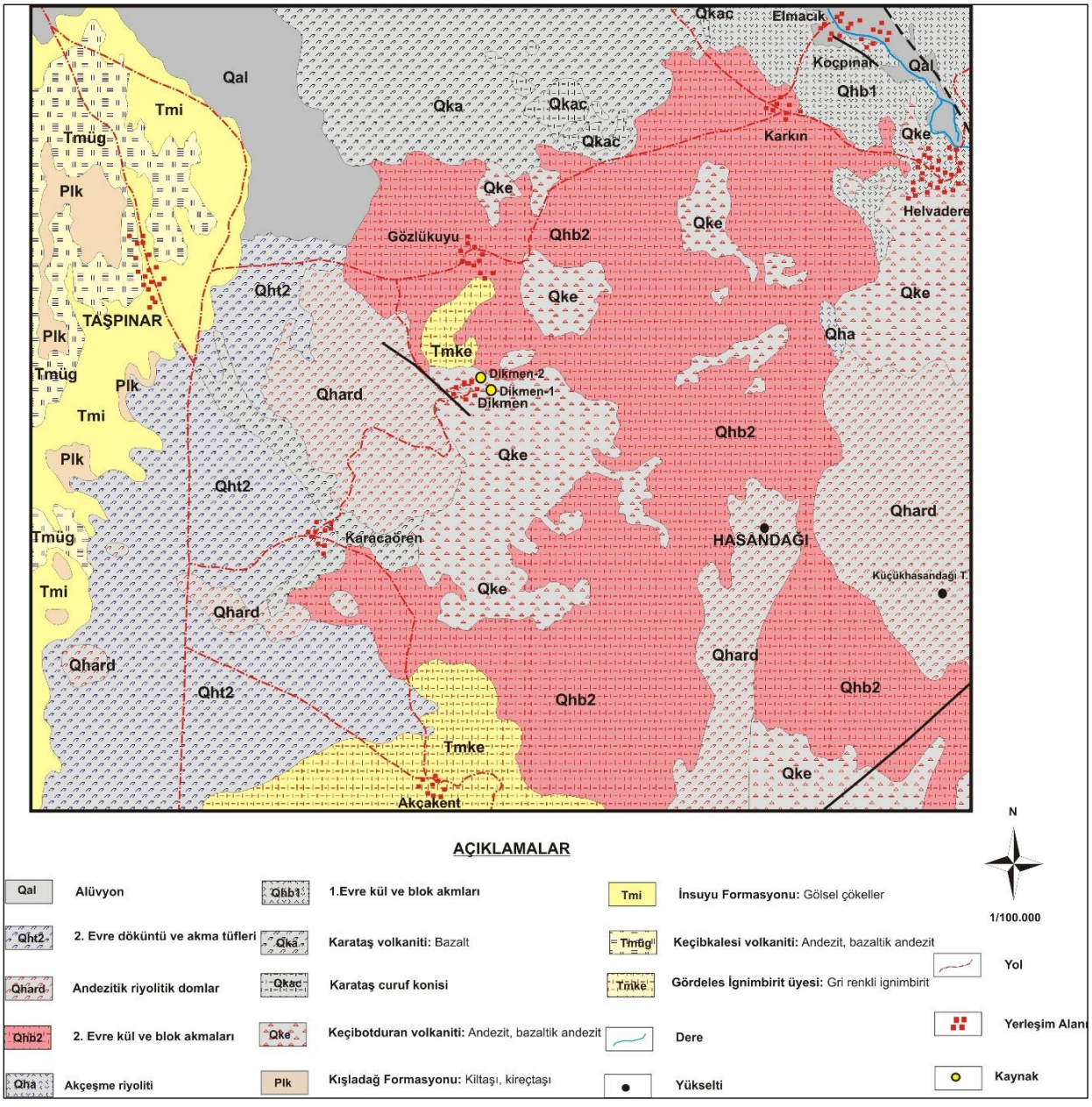
iki kuyuda 35 °C ve 31 °C su sıcaklığı olan iki adet kuyu tespit edilmiştir. Bu kuyulardan sulama ve evsel kullanım için faydalanılmaktadır. (Şekil 30) Bu nedenle bu bölge potansiyel jeotermal alan olarak değerlendirilmiş ve ayrı bir başlık altında anlatılmıştır.



Şekil 30: Dikmen Köyü Konumu ve Uydu Görüntüsü

1.7.1. Jeolojik Özellikler

Dikmen köyü ve çevresinde yüzeyleyen en yaşlı birim Keçikalesi volkanitidir (Şekil 31). Keçikalesi volkaniti (Tmke) bazaltik andezit ve bazalt bileşimli lav ve piroklastiklerden oluşmaktadır. Birim Dikmen ve güneyde Keçikalesi köyleri civarında Kuvaterner yaşlı Hasandağ volkanitlerince uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Birimin yaşı Orta Miyosen'dir (Dönmez vd., 2005a).



Şekil 31: Dikmen Köyü Civarı Jeoloji Haritası (Dönmez vd., 2005a).

Dikmen köyü batısında bulunan Taşpınar ve çevresinde İnsuyu formasyonu yüzeylemektedir. İnsuyu formasyonu (Tmi) gölsel kireçtaşı, marn, çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı ve yer yer volkanik ara katkılardan oluşmaktadır. Formasyon genellikle ince marn ve kil ara katmanlı kireçtaşları ile temsil edilir. İnsuyu

formasyonu temel kayalar üzerinde diskordanslı olarak yeralır. Taşpınar civarında Ürgüp formasyonunun Gördeles ignimbirit üyesi gözlenmektedir. Gördeles ignimbirit üyesi (Tmüg) pomza, litik ve vitrik parçalar içeren ve tek bir piroklastik akıntıdan oluşmaktadır. Bu bölgede küçük alanlarda Kışladağ formasyonu yüzeylemektedir. Kışladağ formasyonu (Plk) egemen olarak gölsel kireçtaşlarından oluşmaktadır. Birim kiltaşı ve killi kireçtaşı seviyeleri de içermektedir. Dikmen köyü ve güneyinde Keçiboyduran volkaniti'nin (Qke) siyah renkli andezit ve bazaltik andezit bileşimli lavları yüzeylemektedir. Bu birim Hasandağ volkanitlerinin piroklastikleri tarafından örtülmektedir. Dikmen köyü kuzeyinde Karataş volkaniti birimi bulunmaktadır. Gri, koyu gri renkli bazaltik lavlar Karataş volkaniti (Qka), kırmızı kahverengi renkli stromboliyen tipi cüruf konileri Karataş cüruf konisi (Qkac) olarak adlandırılmıştır. Bölgede bu birimlerin üzerinde Hasandağ volkanitlerine ait I. Evre kül-blok akmaları (Qhb1), Akçeşme riyoliti (Qha), Andezitik-riyolitik domlar (Qhard), II. Evre kül-blok akmaları (Qhb2)ve II. Evre döküntü ve akma tüfleri (Qht2) ile alüvyon (Qal) yüzeylemektedir.

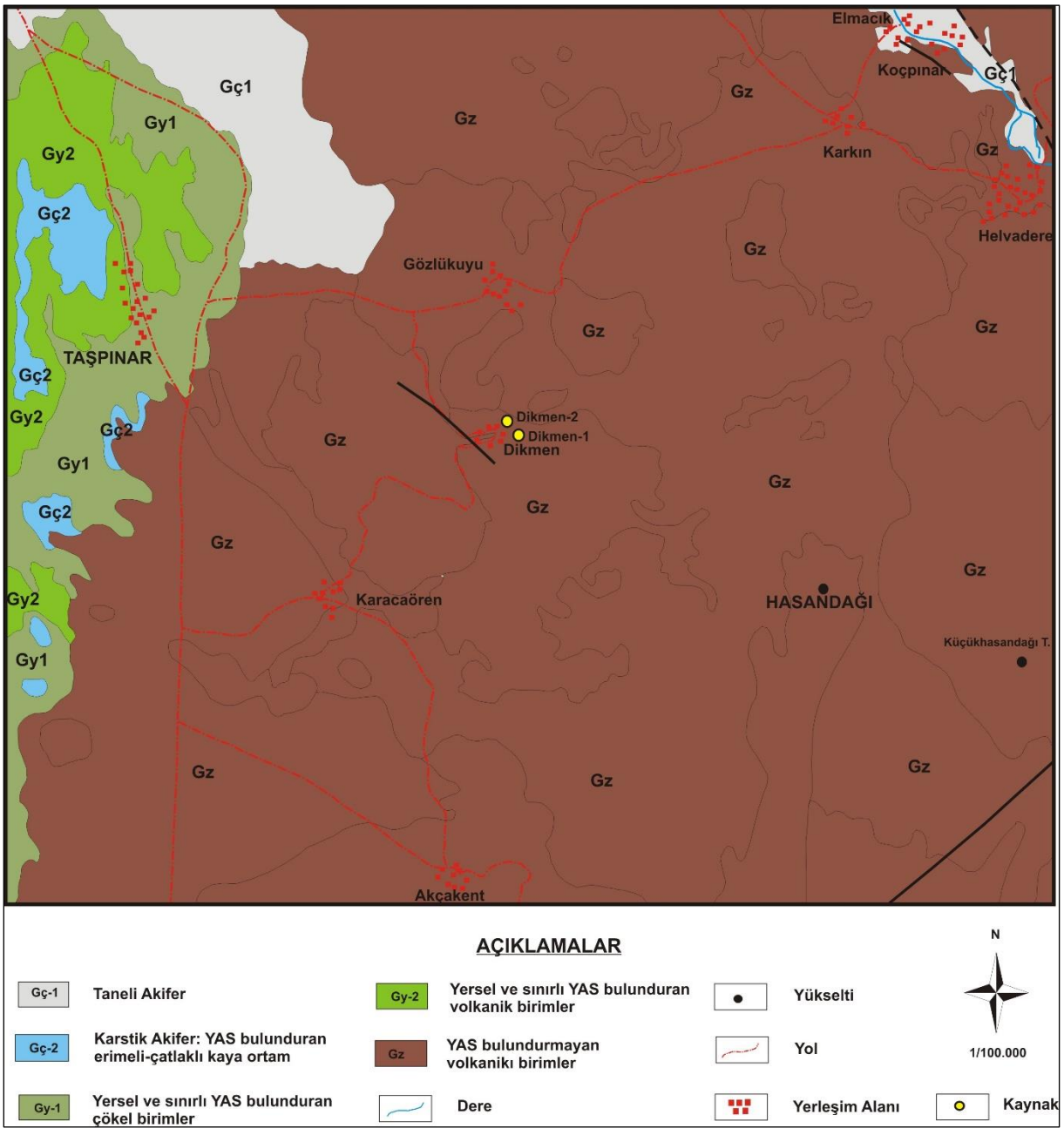
1.7.2. Hidrojeolojik Özellikler

Dikmen köyü ve çevresinde bulunan Hasandağ volkanitlerine ait birimler (Qhb1, Qha, Qhard, Qhb2, Qht2), Karataş volkaniti ve cüruf konisi, Keçiboyduran volkaniti ile Keçikalesi volkaniti birimleri oluştukları litolojilerin yeraltı suyu bulundurma özelliklerinin olmaması nedeniyle hidrojeoloji haritasında "yeraltı suyu bulundurmayan volkanik birimler" olarak adlandırılmıştır (Şekil 32). Gördeles ignimbiriti oluşumları bakımından kırıklı çatlaklıdır. Bu nedenle hidrojeoloji haritasında "yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran volkanik birimler" olarak ayrılmıştır. Gölsel kireçtaşlarından oluşan Kışladağ formasyonu, kireçtaşlarının kırıklı-çatlaklı ve erime boşluklu özellikleri nedeniyle "karstik akifer" olarak adlandırılmıştır. İnsuyu formasyonu içerisindeki kireçtaşı, çakıltaşı ve kumtaşı seviyeleri yayılımları ve kalınlıkları oranında yeraltı suyu bulundurabilmektedir. Bu nedenle, İnsuyu formasyonu hidrojeoloji haritasında "yersel ve sınırlı yeraltı suyu bulunduran çökel birimler" olarak adlandırılmıştır.

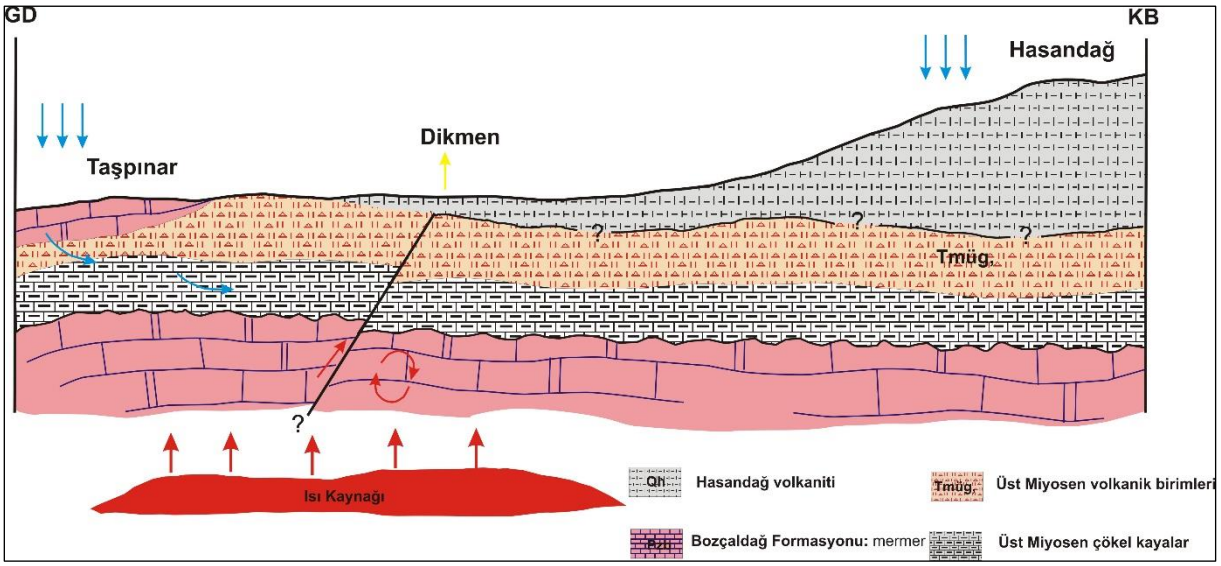
1.7.3. Kavramsal Model

Bilindiği gibi tektonizma sıcak su kaynaklarının oluşumunda önemli bir yer tutmaktadır. Çeşitli şekillerde yeryüzüne düşen yağmur suları faylar, kırık-çatlaklar ve geçirimli özellikteki kayaçlar aracılığıyla yeraltına süzülmekte, burada magmatik sokulumlarla temasa geçerek ısınmakta veya alçalan soğuk su ile yükselen sıcak su arasındaki yoğunluk farkından oluşan basınç kuvveti ve tektonik yapılar aracılığıyla yeryüzüne yükselmektedir (Grant et al., 1982). Hazne kayanın sıcaklığını doğal olarak kaybetmemesi için düşük geçirgenliğe sahip örtü kaya ile korunması gerekir. Dikmen jeotermal alanında geçirimsiz özellikteki Hasandağ volkanitlerine ait piroklastik ve lav akıntıları ile Keçiboyduran volkaniti, Keçikalesi volkaniti, gölsel çökeller jeotermal sistemin örtü kayacını oluşturmaktadır. Sistemin

ısı kaynağı volkanizma ve jeotermal gradyandır. Hazne kayacı ise Aksaray ve civarındaki bütün jeotermal alanlarda olduğu gibi Bozçaldağ formasyonuna ait mermerlerdir (Şekil 33).



Şekil 32: Dikmen Köyü Civarı Hidrojeoloji Haritası



Şekil 33: Dikmen Jeotermal Alanı Kavramsal Model (Ölçeksiz)

1.7.4. Hidrojeokimyasal Özellikler

Proje kapsamında Nisan-2019 ayında Dikmen jeotermal alanında bulunan Dikmen köyünde bulunan iki kuyudan su örneği alınmıştır. Bu kuyuların sıcaklıkları 31,3-35 °C'dir. Elektriksel iletkenlik değerleri 1.242-2.790 µS/cm ve pH değerleri 6,56-6,97 arasında olup asidik karakterlidir (Tablo 10). DK-1 kuyusunda katyon dizilimi Na>K>Ca>Mg iken DK-2 kuyusunda Na>Ca>K>Mg'dur. Anyon dizilimleri ise HCO_3>Cl>SO_4>CO_3 şeklindedir. Yeraltı sularındaki Na ve K artışı bölgede yüzeyleyen volkanik kayaçlar ile ilişkilidir.

Çalışma alanındaki su kaynaklarının hidrojeokimyasal fasiyesini belirlemek amacıyla kimyasal analiz sonuçları, Piper diyagramı üzerine yerleştirilmiştir (Piper, 1944; Şekil 34). Piper diyagramına göre Dikmen termal suları karbonat olmayan alkalinitesi % 50'den fazla olan sular olup DK-1 kuyusu Na-Mg-Ca-Cl-HCO_3 su sınıfında olup karışım sularını temsil etmektedir. DK-2 kuyusu Na-HCO_3-Cl su sınıfındadır. Tespit edilen majör iyon analiz sonuçları "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" (İTASHY, 2005)'teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeleri göre DK-1 kuyu suyunun EC, Na ve Cl değerlerinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir.

Tablo 10: Dikmen Jeotermal Alanı Sularının Majör İyon, Yerinde Ölçüm, Ağır Metal, Doygunluk İndisi Değerleri ve Su Sınıfı

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	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	SAR
DK-1	Dikmen	Dikmen Köyü	2790	6,56	35	1,44	4,29	1426	149,35	311,15	41,93	92,02	977,04	2,65	105,72	591,38	4,94
DK-2	Dikmen	Dikmen Köyü Ortaokulu	1242	6,97	31,3	0,62	6,27	616	76,95	153,73	20,23	27,81	463,3	4,775	65,39	108,53	3,81
İTASHY 2005			2500							200					250	250	

Ağır Metal İçerikleri

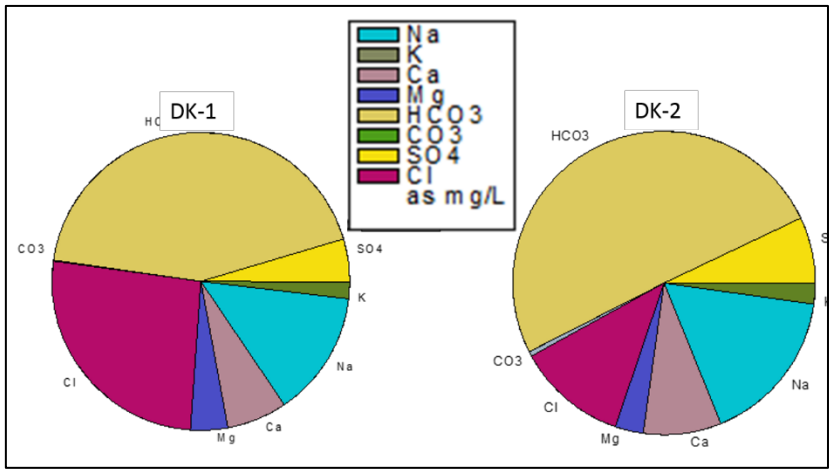
Simge	Al mg/l	As mg/l	B mg/l	Br mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	F mg/l	Fe mg/l	Li mg/l	Ni mg/l	Mn mg/l	P mg/l	Pb mg/l	Si mg/l	Zn mg/l	NO3 mg/l
DK-1	0,0207	0,257	29,36	0,42	<0,005	<0,002	0,18	0,022	0,422	<0,002	0,029	0,153	<0,0005	68,34	<0,002	14,56
DK-2	0,015	0,134	1,816	0,41	0,0095	0,002	0,28	0,046	0,228	<0,002	0,0008	0,060	0,0005	55,876	0,0273	76,6
İTASHY, 2005	0,200	0,01	1	0,01	2	0,05	1,5	0,2			0,05					50

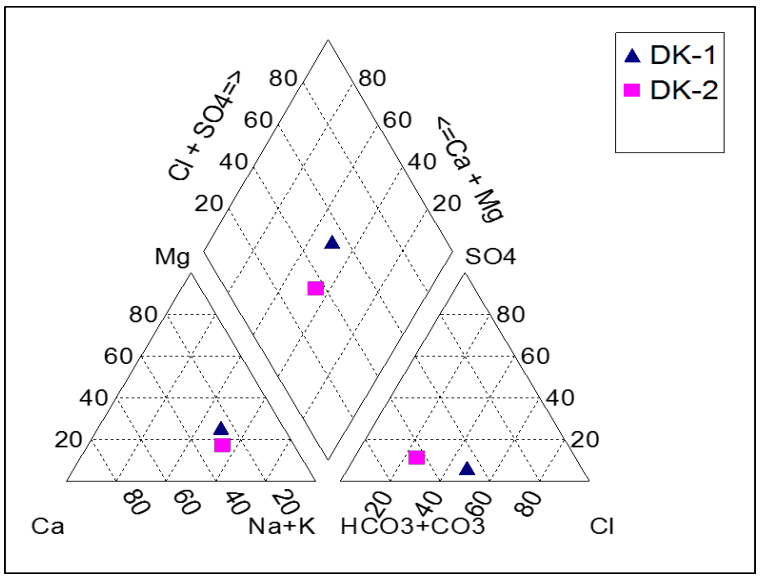
Doygunluk İndisi (SI) Değerleri

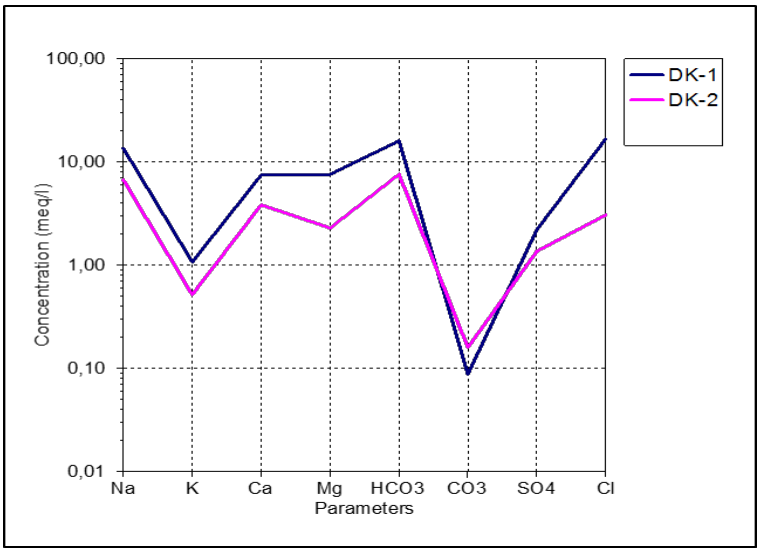
	Anhidrit	Aragonit	Kalsit	Kalsedon	Dolomit	Florit	Jips	Halit	Kuvars	Talk
DK-1	-1,811	0,0319	0,1687	0,5006	0,5808	-2,6372	-1,6404	-5,4138	0,8995	-1,0288
DK-2	-4,772	-1,2436	-1,1043	0,4483	-2,013	-3,3815	-4,5805	-9,2617	0,8581	-3,5465

Major İyon Dizilimi ve Su Sınıfı

İlçe	Örnek No	Katyon Dizilim	Anyon Dizilimi	Su Sınıfı
Dikmen	DK-1	Na>K>Ca>Mg	HCO3>Cl> SO4> CO3	Na-Mg-Ca-Cl-HCO3
Dikmen	DK-2	Na>Ca>K>Mg	HCO3>Cl> SO4> CO3	Na-HCO3-Cl







Şekil 34: Sırası ile Pie, Piper ve Schoeller Diyagramları

1.7.4.1. Doygunluk İndisleri

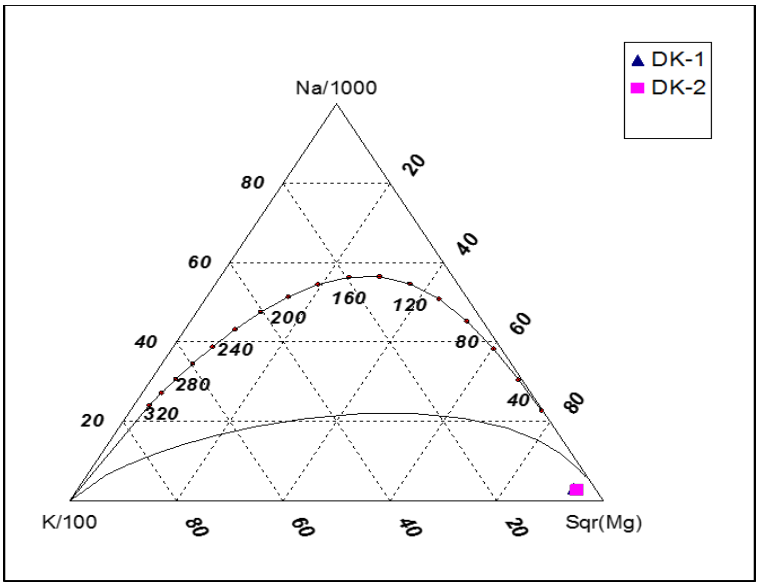
Termal su örneklerinin boşalım sıcaklıklarında ve arazide ölçülen pH değerine göre, doygunluk indisi değerleri AquaChem programının PHREEQC arayüzü ile hesaplanmıştır. Program ile suların anhidrit ($CaSO_4$), aragonit ($CaCO_3$), kalsit ($CaCO_3$), kalsedon (SiO_2), dolomit ($CaMg(CO_3)_2$), florit (CaF_2), jips ($CaSO_4 + 2H_2O$), halit (NaCl), kuvars (SiO_2) ve talk ($3MgO_4SiO_2H_2O$) mineralleri ele alınmıştır. DK-1 kuyusundan alınan termal su aragonit, kalsit, kalsedon, dolomit ve kuvars minerallerine doygun; anhidrit, florit, jips, halit ve talk minerallerine doygun değildir. DK-2 kuyusundan alınan sular ise sadece kalsedon ve kuvars minerallerine doygundur (Tablo 10). Bu durum kuyularda kabuklaşma probleminin olabileceğini göstermektedir.

1.7.4.2. Ağır Metaller

Proje kapsamında suların Al, As, B, Br, Cr, Cu, F, Fe, Li, Ni, Mn, P, Pb, Si, Zn ve NO_3 içeriklerinin analizleri de yapılmıştır. Tespit edilen kimyasal analiz sonuçları "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" (İTASHY, 2005)'teki limitler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmelere göre kuyu sularının As, B ve Br ağır metalleri ile DK-2 kuyusunda nitrat (NO_3) içeriğinin limit değerleri aştığı görülmektedir. Bu elementlerin yüksek olması termal suların içilmesi durumunda sağlık riski oluşturabilecektir (Tablo10).

1.7.4.3. Çözünürlük Jeotermometreleri

Çözünürlük jeotermometreleri ve diğer jeotermometreler (gaz ve izotop) akifer sıcaklığını belirlemek için kullanılmaktadır. Giggenbach (1988) tarafından sıcak suların akifer (hazne) sıcaklıklarının saptanması ve suların ilişkide olduğu kayaçlarla olan denge durumlarının belirlenmesi için geliştirilmiş olan Na-K-Mg birleşik jeotermometresi ile sıcak suların hazne sıcaklığı hızlı olarak yorumlanabilmektedir. Diyagramda DK-1 ve DK-2 kuyu suları su-kayaç ilişkisinin dengede olmadığı (ham sular) bölgesine düşmektedir (Şekil 35). Bu durum katyon jeotermometre sonuçlarının güvenilir olmayacağını göstermektedir. Dikmen kuyu sularının rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında silis jeotermometreleri kullanılmıştır. Kalsedon ve kuvars jeotermometre hesaplamalarına göre DK-1 kuyusunda maksimum rezervuar sıcaklığı 159,56 °C, DK-2 kuyusunda 147,40 °C olarak belirlenmiştir (Tablo 11).



Şekil 35: Dikmen Jeotermal Akışkanının Na-K-Mg Üçgeninde Denge Durumları

Tablo 11: Dikmen Jeotermal Sahasındaki Akışkanda Hesaplanan Jeotermometre Değerleri

Uygulanan Jeotermometreler		Hazne Sıcaklığı (°C)	
		DK-1	DK-2
SiO2 (α-Kristobalit)	Fournier 1977	109,24	96,87
SiO2 (β-Kristobalit)	Fournier 1977	59,88	47,91
SiO2 (Kalsedon)	Fournier 1977	135,54	121,86
SiO2 (Kuvars)	Fournier 1977	159,56	147,40
SiO2 (Kuvars buhar kyb)	Fournier 1977	151,38	141,27
SiO2 (Kuvars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	128,74	117,87
SiO2 (Kuvars buhar kyb)	Arnorsson vd. 1983	150,60	140,37

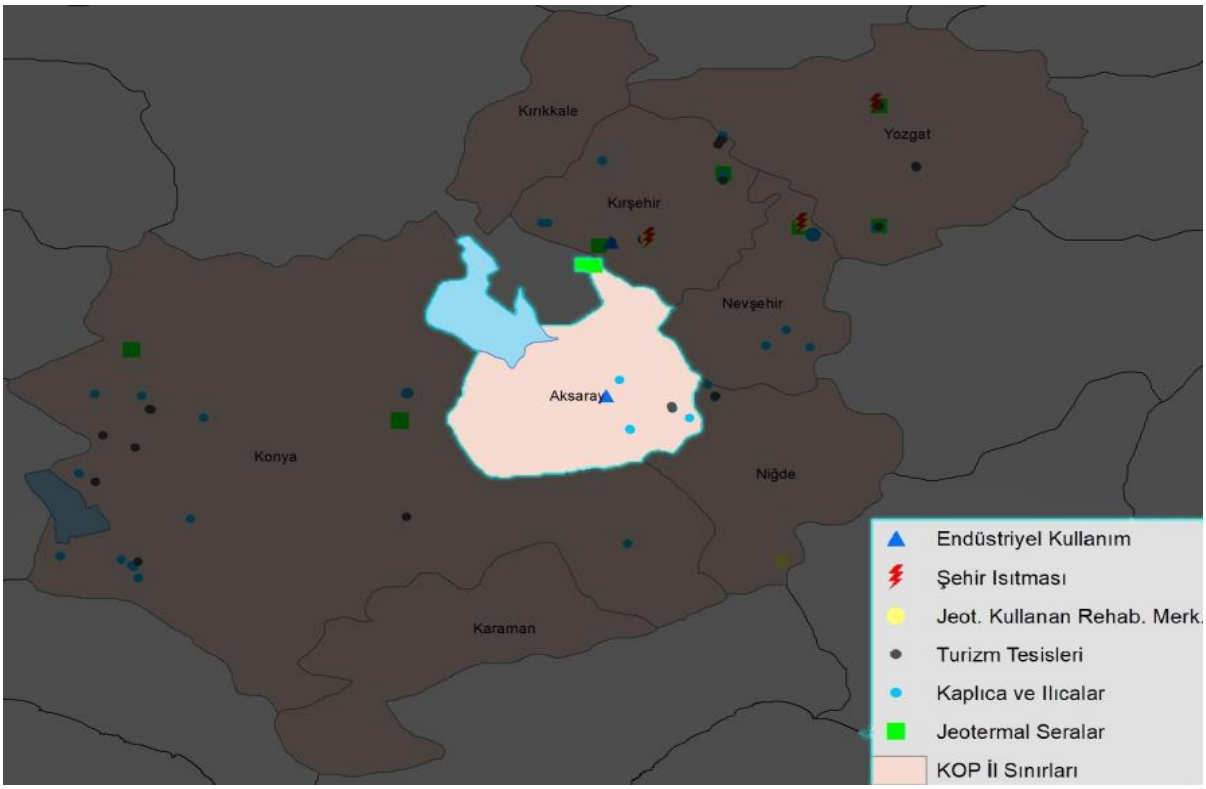
1.7.5. Sahanın Geliştirilmesi İçin Öngörülen Çalışmalar

Dikmen jeotermal alanında farklı amaçlarla için açılan iki kuyuda 31-35 °C sıcaklığa sahip yeraltı suyu elde edilmiştir. Bu 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.

Dikmen jeotermal alanında açılan bu kuyu loğları temin edilerek jeolojik saha çalışmaları ile ön değerlendirmeler yapılıp elde edilecek sonuçlara göre jeofizik yöntemler uygulanmalıdır. 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.

2. Aksaray İli Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanları

Aksaray ilinde jeotermal enerjinin başlıca kullanım alanı turizm ve tarımdır. Bölgede jeotermal kaynaklar Sarıyahşi, Güzelyurt ve Narlıgöl alanlarında yoğunlaşmaktadır. Ayrıca jeotermal enerjinin endüstriyel alanda kullanıldığı karbondioksit tesisi de Aksaray'da bulunmaktadır.



Şekil 36: Aksaray Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanları

2.1. Aksaray Paydaş Ekosisteminin Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanlarına Yönelik Görüşleri

Veri

Aksaray'da ekosistemin paydaşları ile yapılan odak grup toplantısında, kamu tarafından sunulan mevcut jeolojik sonuçların ve raporların yetersizliği üzerinde durulmuştur. Özel işletmeler ise sondaj çalışmalarından elde ettikleri sonuçları (derinlik, sıcaklık ve debi vb.) ticari bilgi olduğu düşüncesi ile paylaşmamaktadır. Sondaj kuyusu maliyetlerinin çok yüksek olduğu düşünüldüğünde veri paylaşımındaki eksiklik ve raporlardaki yetersizlik direkt ve endirekt olarak kaynakların kullanılamamasına neden olmaktadır. Bu açıdan ayrıntılı jeolojik ve jeofizik çalışmalarının yapılması ve analiz sonuçlarına dayanan sondaj kuyularının maliyetleri açısından desteklenmesi veya sigortalanmasının önemli olduğu üzerinden durulmuştur. Ayrıca mevzuat açısından bakıldığı zaman, sondaj sonrası kuyuda nitelikli bir kaynak bulunduğu takdirde, kuyunun çevresinden belli uzaklığa kadar yeni sondaj yasağının getirilmesi gerektiği değerlendirilmiştir. (mevcut mevzuattaki belirtilen mesafe yetersiz kalmaktadır.)

Ruhsatlandırma ve Bilgi Üretimi

Jeotermal ekosistemin yönetişimi ve başta ruhsatlandırma olmak üzere mevzuatının karmaşıklığı yine paydaşlarca eleştirilmiş olup daha yerel düzeyde yetkilendirilmiş kurum ya da platformların yönetişimin mekanizmasının merkezinde olması gerektiği ifade edilmiştir. Bu açıdan paydaşlar yerel ya da bölgesel jeotermal kaynak otoritesinin gereksinimini savunmaktadır. Ayrıca jeotermal kaynaklar konusunda uzmanlaşmış araştırma ve uygulama temelli bir ulusal enstitünün kurulması da paydaşlar tarafından önerilmiştir.

Mevzuat

Tesis sahipleri ve yerel yönetimler arasında problemler olması ve mevzuatın ağır şartları pek çok işletmeyi kapanma noktasına getirdiğinin altı çizilmiştir.

Yurtdışı Pazarlar

Sağlık Bakanlığı'nın yurtdışından hasta gelebilmesi için yürüttüğü uyum sürecinin 4 yıldır devam ettiği belirtilmiştir. Eğer yurtdışı sosyal güvenlik kurumları ve sigortalar ile anlaşılabilirse Aksaray ilinin Kapadokya'ya olan yakınlığının verdiği avantajla ilin önemli bir çekim merkezi olma potansiyeline sahip olduğu değerlendirilmiştir.

2.2. Aksaray İline Yönelik Ulusal ve Bölgesel Termal Turizm Strateji ve Planları

Aksaray İline Yönelik Ulusal ve Bölgesel Termal Turizm Strateji ve Planları

Aksaray, Termal Turizm Master Planı bölgeleri kapsamında yapılan gruplamalarda Kırşehir, Nevşehir Niğde ve Yozgat ile birlikte 'Orta Anadolu Termal Turizm Kentleri' bölgesinde yer almaktadır.

Termal Turizm Master Planı'nın da (2007-2023) Orta Anadolu Turizm Merkezi (Aksaray, Kırşehir, Nevşehir, Niğde, Yozgat) olarak 11 adet Öncelikli Geliştirilecek Termal Turizm Merkezi önerilmiştir.

Bu kapsamda ise Aksaray Güzelyurt Ilısu Termal Turizm Merkezi bu plana dâhil edilmiştir. Yine söz konusu Termal Turizm Master Planı' nında (2007-2023) Aksaray ilinde termal destinasyon planlama kriterlerine uygun olarak geliştirilmesi öngörülen Güzelyurt-Ilısu Termal Turizm Merkezi ve Narlıgöl Termal Turizm Merkezi'nde toplam 15.000 planlı yatak kapasitesi oluşturulacaktır. Diğer termal alanlardaki 5.000 yatak kapasitesiyle birlikte il genelinde toplam 20.000 yatak kapasitesi planlanmıştır.

KOP Bölgesi Turizm Master Planı

KOP Turizm Master Planında Aksaray TR 71 Bölgesinde yer almaktadır. İl bazında planlarda Aksaray için mevcut kaynakların iyileştirilmesi planlaması yapılmıştır.

- **Narlıgöl-Ilısu Termal Turizm Merkezi**

Niğde-Aksaray Narlıgöl Ilısu Termal Turizm Merkezi (Aksaray ve Niğde sınırları içinde büyük kısmı Aksaray'da) Bakanlar Kurulu'nun 04.06.2007 Tarih ve 2007/12286 sayılı kararıyla kabul edilmiştir. Çevre Düzeni Planı, nazım ve uygulama imar planları mevcuttur.

Turizm merkezi ilk olarak Narlıgöl turizm merkezi olarak onaylanmıştır. Bu Alanın Planları Kültür ve Turizm Bakanlığı'nca onaylanmıştır. Daha sonra merkeze Ilısu kasabası ve çevresi eklenmiştir. Her iki bölgenin çevre düzeni planı Kültür ve Turizm Bakanlığı'nca onaylanmıştır. Ancak alt ölçekli planları henüz yapılmamıştır. Merkezin gerek Narlıgöl, gerekse Ilısu bölümünün alt ölçekli planlarının kaynak kapasitesi ve koruma alanları dikkate alınarak planlanması önerilmektedir. Kalan yerler Aksaray il sınırları içinde kaldığından merkez ile ilgili öneriler Aksaray ili plan kararlarında yer verilmiştir. İl sınırları içinde kalan Narlıgöl Gölü'nde peyzaj projesi İl Özel İdaresi tarafından yapılmıştır. Projenin uygulanması özellikle Kapadokya'dan Ihlara Vadisi'ne geçen turistler için bir mola noktası olma potansiyeli açısından önemlidir.

- **Ziga Kaplıcaları**

Kırşehir-Nevşehir-Niğde-Aksaray Planlama Bölgesi 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı kapsamında Aksaray'a yer verilmiştir. Buna göre Aksaray ilinde kültür turizmi potansiyeline sahip Ihlara'nın turizm gelişme planların yapılarak uygulanması gerekmektedir. İlde değerlendirilebilecek turizm potansiyeli olan baraj gölleri (Mamasun, Hirfanlı) Hasan Dağı, Nora (Viranşehir) Antik Kenti, Ziga Kaplıcaları, Ihlara ve Manastır Vadisi gibi kaynakların alt yapı ve üst yapı çalışmalarının bir an önce tamamlanıp daha sonra tanıtım ve pazarlama hizmetlerine ağırlık vermek suretiyle turizmden daha çok gelir elde etmek yoluna gidilmesi konusu planda yer verilen diğer unsurlardandır.

2.3. Aksaray 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. Hâlihazırda Aksaray'da jeotermal kaynaklardan konut ısıtmasında yararlanılamamaktadır.

2.3.1.Aksaray İlinde Jeotermal Kaynakların Isı Kapasiteleri

Bu bölümde, Aksaray 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.

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

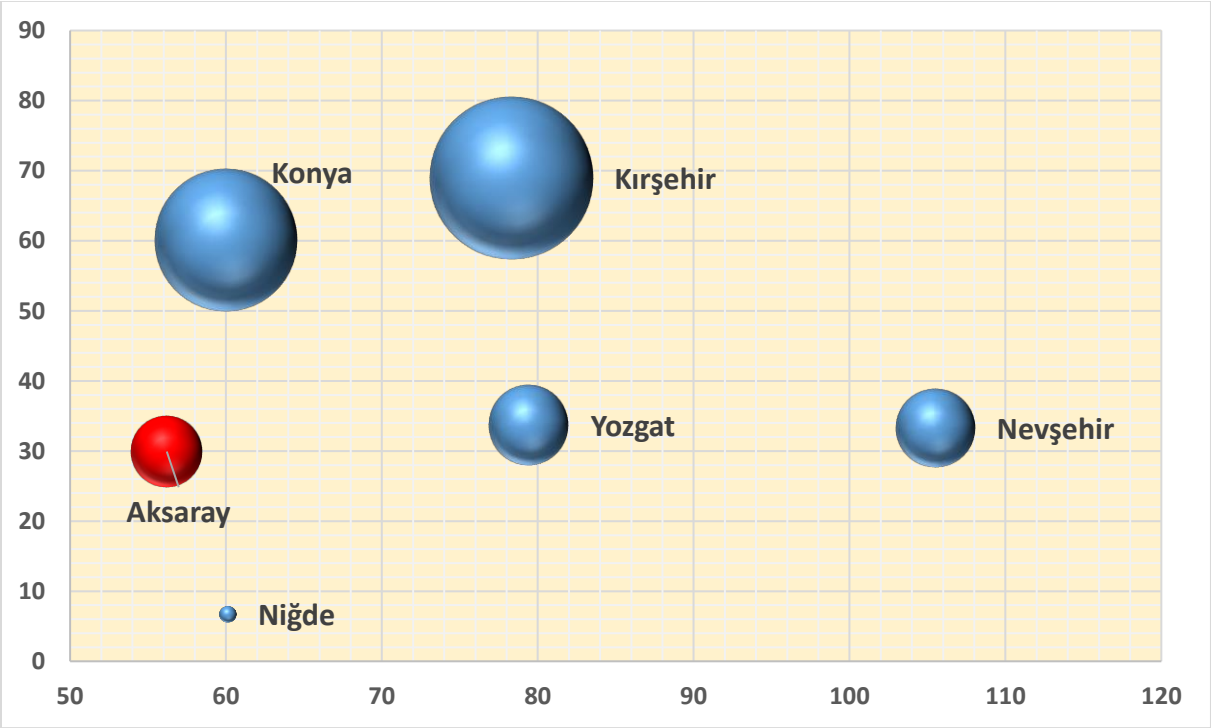
Formülde; *w* (kg/s) kütlesel debiyi, *T* (°C) sıcaklığı vermektedir. Elde edilen ısı kapasitesi ise MW_t birimindendir.

Isı kapasitesi analizi KOP Bölgesi'ndeki illere göre yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 12'de verilmektedir. Aksaray'da bulunan ve verisine ulaşılan 7 kaynağın toplam ısı kapasitesi 29,9 MW_t olup, KOP Bölgesi potansiyelinin % 13'ünü temsil etmektedir. Mevcut veriler ışığında en yüksek kapasite ise Kırşehir ilinde gerçekleşmektedir. KOP Bölgesi illeri arasında Aksaray ısı kapasitesi açısından bölgede beşinci sırada gelmektedir.

Tablo 12: KOP Bölgesi ve Aksaray 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 37'de KOP bölgesi ısı kapasite dağılımı verilmiş ve Aksaray'ın kapasite değeri vurgulanmış olup Tablo 13'de yer alan son sütunda, hesaplanan ısı kapasiteleri de verilmektedir. Hesaplanan ısı kapasitesi değerleri, mevcut sıcaklık ve debi değerleri üstünden yapılmıştır. Debi değerleri zaman içinde değişebilmektedir. Herhangi bir bölgede proje kapsamında ek kuyuların açılması durumunda üretim debisi yükseleceğinden ısı kapasitesi de artacaktır.



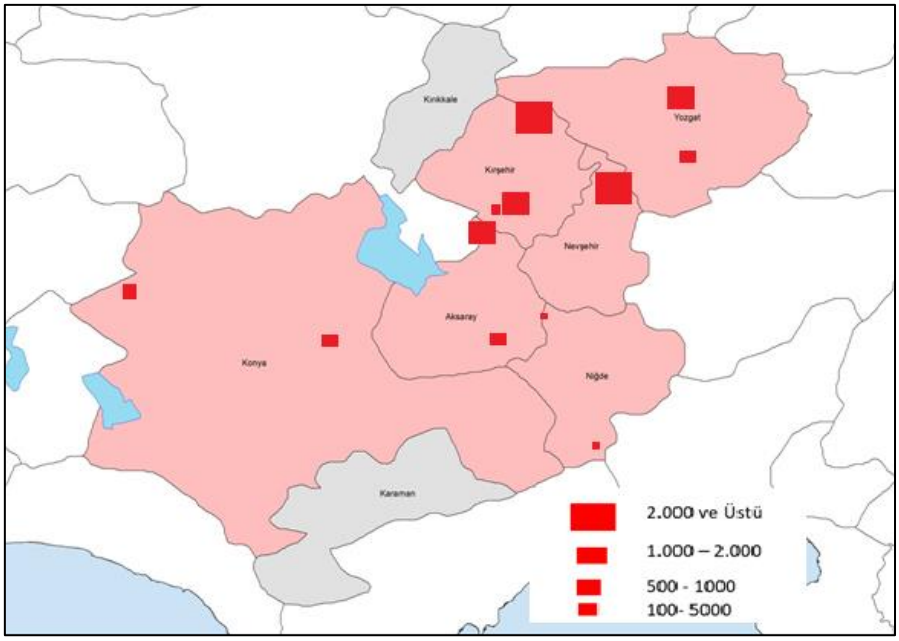
Şekil 37: Isı Kapasitesi ve Maksimum Sıcaklık Arasındaki İlişkinin İllere Göre Dağılımı

Tablo 13: Aksaray İlindeki Jeotermal Kaynakların Hesaplanan Isı Kapasiteleri

ID	İlçe	Kuyu Adı	Y	X	Bikarbonat (HCO_3)	Karbonat ($CaCO_3$)	Toplam Ç.Madde	Sıcaklık	pH	Debi l/sn	MWt
90	GÜZELYURT	Aksaray İl Özel İdaresi – Ziga-1	38.285	34.2674	21.54	2.86	3600	43.6	6.59	120	**11,84**
91	MERKEZ	Aksaray Belediyesi – Tuzlusu-1 Kaynağı	38.4258	34.0259	1442	2.19	2790	28.4	6.05	100	**3,51**
92	GÜZELYURT	Aksaray İl Özel İdaresi – Ilısu-1	38.2332	34.3442	201.92	2.13	232	34.1	7.1	8	**0,47**
93	GÜLAĞAÇ	Kapadokya Kent Otel – SK-1	38.4021	34.4271	1666.6	7.67	2171	56.2	6.57	5	**0,75**
96	GÜZELYURT	Aksaray İl Özel İdaresi – Ziga-2	38.2804	34.2663	1590.2	4.31	3610	54.2	6.64	90	**12,87**
97	MERKEZ	Dikmen Köyü Ortaokulu – DK-2 Kuyusu	38.1777	34.0709	463.3	4.775	616	31.3	6.97	3	**0,14**
98	MERKEZ	Dikmen Köyü/DK-1 Kuyusu	38.1745	34.0737	977.04	2.65	1426	35	6.56	5	**0,31**

2.3.2. Aksaray 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, ısıtılabilecek potansiyel alanlar tespit edilmiştir. Bu kapsamda, potansiyel oluşturabilecek olan iller Kırşehir, Nevşehir, Niğde ve Yozgat olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 38: KOP Bölgesi'nde Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtma Kapasitelerinin Eşdeğerleri

Şehir ısıtması için, akışkanın dağıtımı esnasında % 20 enerji kaybı olacağı varsayıldığında, ısıtabileceği potansiyel alan miktarı (m^2) hesaplanmıştır. Bir konutun büyüklüğünün 100 m^2 olduğu kabulü ile ısıtılabilecek konut adedi hesaplanmış ve hesaplar Tablo 14'de verilmiştir.

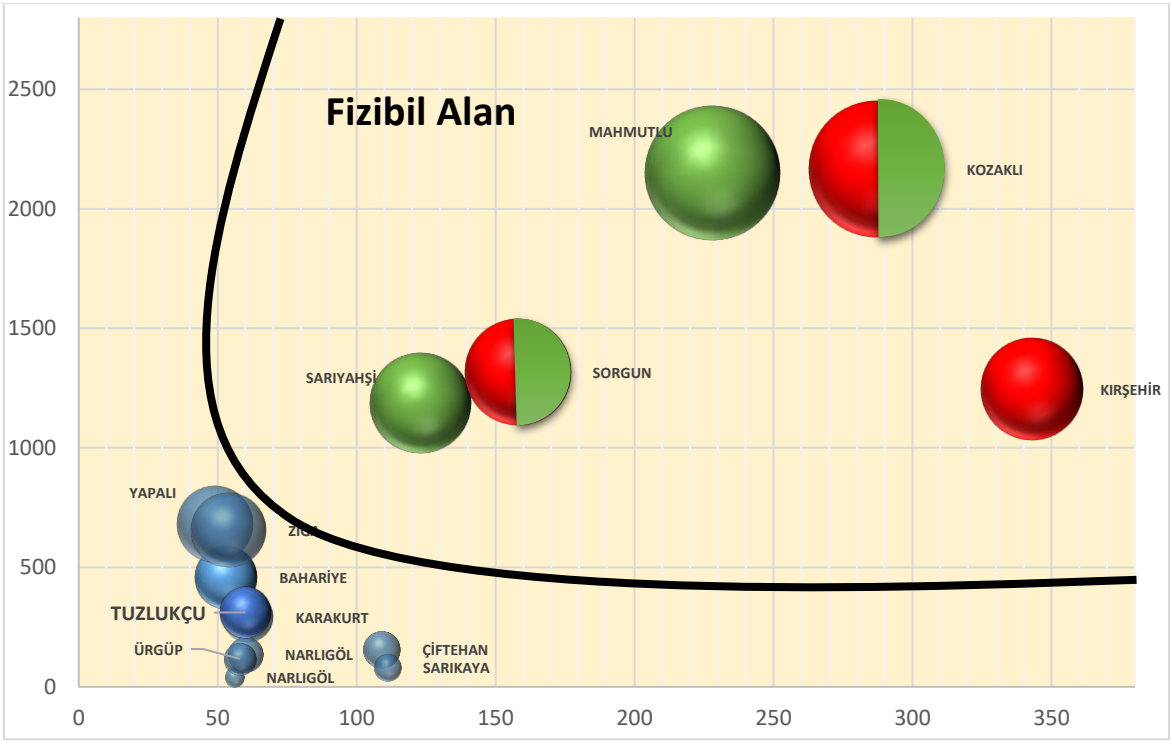
KOP Bölgesi'nde ısıtılabilecek konut adedi teorik olarak 11.452 adet olarak belirlenmiştir. Ancak 300 adet konutun altındaki kaynakların ilk yatırım maliyetini karşılamasının zor olması nedeni ile 9 nokta değerlendirilmiştir. 50 °C altındaki kaynakların konut ısıtması için ekonomik olmadığı için hesaplamalara 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 karşılamasının zor olması nedeni ile 9 nokta değerlendirilmiştir. Hesaplamalarda dönüş sıcaklığı 45 – 38 ^oC arası alınmış olup, suyun silislenme özelliğine göre değişiklik göstermektedir. Konutlardaki ısı kayıpları için İç Anadolu Bölgesindeki genel şartlar alınmıştır.

Tablo 14: KOP Bölgesi'ndeki Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtmada Kullanım Potansiyelinin Değerlendirmesi

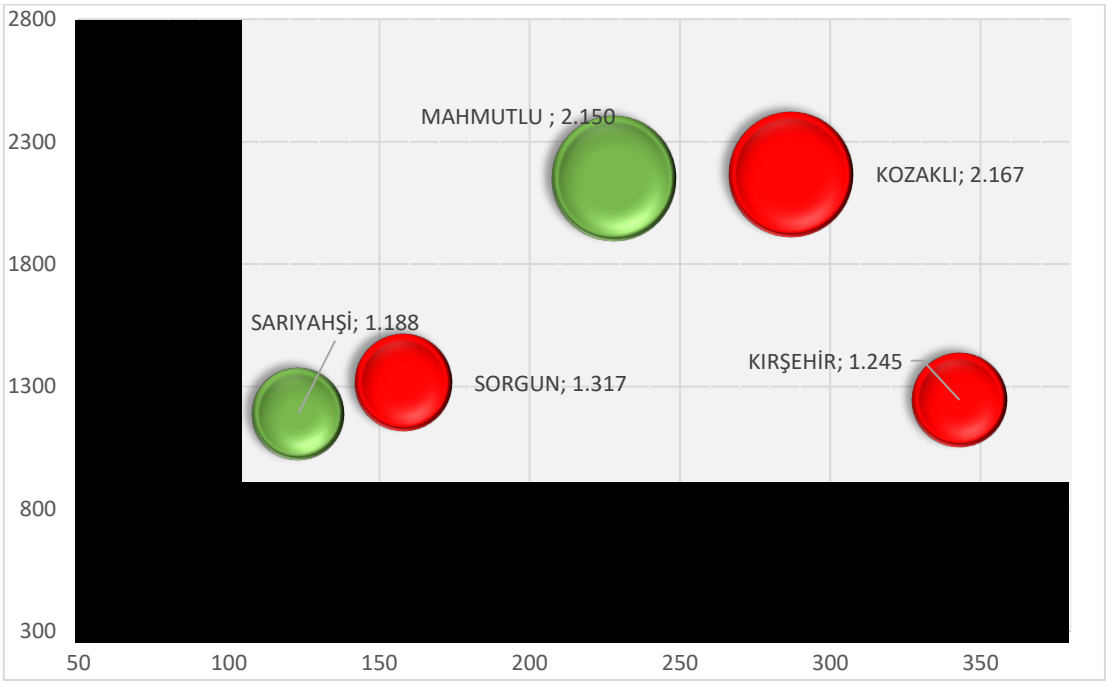
No	İlçe	Mevki	Debi (l/sn)	Sıcaklık	Potansiyel (m^2)	Hane Adedi	300 Konut	Şehir İçi	Uygunluk	Mevcut Kullanım
1	Boğazlıyan	Bahariye	53	70	45.675	457	√			
2	Cihanbeyli	Yapalı	49	138	61.510	683	√			
3	Çiçekdağı	Mahmutlu	228	155	214.988	2.150	√			
4	Ulukışla	Çiftehan	109	22	15.633	156				
5	**Gülağaç**	**Narlıgöl**	**56**	**5**	**4.095**	**41**				
6	**Güzelyurt**	**Ziga**	**54**	**90**	**65.610**	**656**	**√**			
7	Kırşehir	Karakurt	61	40	29.340	293				
8	Kozaklı	Kozaklı	287	86	216.743	2.167	√	√	√	Konut Isıtması
9	Kırşehir	Merkez	343	146	124.530	1.245	√	√	√	Konut Isıtması
10	Niğde	Narlıgöl	60	20	13.590	136				
11	Sarıkaya	Sarıkaya	111	13	1.424	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				

Potansiyel noktaların şehre mesafeleri göz önüne alındığında, üç noktanın şehir ısıtması kullanımı için uygun olabileceği görülmektedir. İlgili değerlendirme Tablo 14'de verilmiştir. Potansiyel olarak görülen ilk nokta olan Nevşehir Kozaklı'da yer alan kaynak hali hazırda şehir ısıtması için kullanılmaktadır. Benzer şekilde fizibil olarak ortaya çıkan Kırşehir Merkez ve Yozgat Sorgun'da konut ısıtması mevcutta bulunmaktadır. Dolayısı ile KOP bölgesindeki mevcut kaynaklardan ek olarak şehir ısıtması maksatlı öneri geliştirme olanağı görülememektedir.

Şekil 39'da sonuçların analizleri ısı kapasitesi ve sıcaklık arasındaki ilişki ile verilmektedir. Sıcaklığı 50°C üstünde olan kaynaklar bölgesel ısıtma için kullanılabilir durumdadır. Buna uygun yaklaşık olarak 12 adet kaynak bulunmaktadır. Sıcaklığı 50 °C'nin altında olan kaynaklar ise seracılık, sağlık vb. gibi diğer doğrudan kullanımlara uygun kaynaklardır.



Şekil 39: KOP Bölgesi'nde Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtmaya Uygunlukları



Şekil 40: KOP Bölgesi'ndeki Jeotermal Kaynakların Şehir Isıtmaya Uygunlukları

Şekil 40'da sadece bölgesel ısıtmaya uygun kaynaklar gösterilmektedir. Isıtmaya uygun kaynakların bulunduğu iller Kırşehir, Nevşehir, Yozgat olarak sıralanmaktadır. Bir kaynak da Niğde'de bulunmaktadır.

Tablo 15: Aksaray İlinde Isıtılabilecek Hane Adedi ve Özellikleri

İlçeler	Kuyu Adı	Debi (l/sn)	Sıcaklık (°C)	Potansiyel Alan (m^2)	Konut Sayısı (Adet)
Sarıyahşi	Bekdik 1;2	80; 60	62	57.600; 61.200	457; 495
Gülağaç	Kapadokya Kent Otel SK-1	5	56,2	4.095	136
Güzelyurt	Aksaray İl Özel İdaresi Ziga-1; 2	120; 90	43,6; 54,2	30.240; 65.610	14; 117

Aksaray iline ait mevcut potansiyel noktalar değerlendirildiklerinde, jeotermal kaynakların şehir ısıtmasında kullanımında en yüksek konut sayısı Sarıyahşi'deki kaynaklardır. Tablo 15'de görüldüğü üzere Sarıyahşi'de yer alan Bekdik 1 ve Bekdik 2 isimli kaynaklar toplamda 952 konutu ısıtabilecek potansiyele sahip olduğu görülmektedir ancak mevcut durumda bu kaynaklar sera ısıtmasında kullanılmaktadır.

2.4. Aksaray İlinde Jeotermal Kaynakların Turizm ve Sağlık Alanında Kullanımı

Aksaray ili doğal ve tarihi güzellikleri ile ön plana çıkan illerimizdendir. Ihlara Vadisi, Selime bölgesi, Aziz Gregorius Kilisesi, Güzelyurt evleri gibi doğal ve tarihi özellikleri olan Aksaray destinasyon planlamasına dahil edilecek birçok bölgeye sahiptir. Gülağaç ve Güzelyurt ilçeleri termal kaynaklar açısından zengin olan bölgelerdendir. Ancak Aksaray'da yer alan tesislerin termal kaynakların fizik tedavide kullanmadığı tespit edilmiştir.

2.4.1. Aksaray İlinin Jeotermal Kaynaklarının Sağlık Açısından Değerlendirilmesi

KOP bölgesinde Aksaray'dan 7 örnekten alınan suların özellikle lokomotor sistem hastalıklarına iyi geldiği tespit edilmiştir. Tablo 16'da görüldüğü üzere Aksaray ilindeki su kaynaklarının iyi geldiği diğer hastalıklar ise böbrek ve idrar yolları hastalıkları, cilt hastalıkları, sindirim sistemi hastalıkları ve nörolojik hastalıklardır.

Tablo 16:İller Bazında Hastalık Endüksiyon Tablosu

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

Tablo 17'de görüleceği üzere ise Aksaray'da yer alan termal suların özellikle Güzelyurt ilçesinde yoğunlaştığı görülmekteyken Güzelyurt'u Dikmen, Gülağaç ve Merkez ilçeleri takip etmektedir.

Tablo 17: İlçeler Bazında Hastalık Endüksiyon Dağılımı

Hastalık	Aksaray (7)			
	Merkez (1)	Güzelyurt (3)	Gülağaç (1)	Dikmen (2)
Jinekolojik Hastalıklar	0	0	0	0
Böbrek ve İdrar Yolları Hastalıkları	1	1	1	0
Cilt Hastalıkları	1	2	0	0
Sindirim Sistemi Hastalıkları	1	1	1	0
Solunum Sistemi Hastalıkları	1	0	0	0
Kalp ve Dolaşım Sistemi Hastalıkları	0	0	0	0
Nörolojik Hastalıklar	0	1	0	2
Lokomotor Sistem Hastalıkları	1	3	0	2
Toplam	**5**	**8**	**2**	**4**

Tablo 18: Kuyu Bazlı Kaynak Endüksiyon Listesi

İl	Kaynak	İlçe	Rapor No	Kuyu/Kaynak Adı	Balneolojik Su Sınıfı	Solunum Sistemi Hastalıkları	Cilt Hastalıkları	Lokomotor Sistemi Hastalıkları	Kalp-dolaşım Sistemi Hastalıkları	Sindirim Sistemi Hastalıkları	Böbrek-idrar Yolları Hastalıkları	Jinekolojik Hastalıklar	Nörolojik Hastalıklar	Koordinat (Y)	Koordinat (X)
AKSARAY	Tuzlusu	Merkez	ML-S-19-091	Aksaray Belediyesi – Tuzlusu-1 Kaynağı	Bikarbonatlı, sodyumlu, klorürlü termomineralli su	1	1	1		1	1			34,4258	34,02590
	Ziga	Güzelyurt	ML-S-19-090	Aksaray İl Özel İdaresi – Ziga-1	Bor içeren sodyumlu, klorürlü termomineralli su		1	1						38,285	34,26740
	Ziga	Güzelyurt	ML-S-19-096	Aksaray İl Özel İdaresi – Ziga-2	Bor içeren bikarbonatlı, sodyumlu, kalsiyumlu, klorürlü termomineralli su		1	1		1	1			38,2804	34,26630
	Gülağaç	Güzelyurt	ML-S-19-092	Aksaray İl Özel İdaresi – Ilısu-1	Termal su			1					1	38,2332	34,34420
	Gülağaç	Gülağaç	ML-S-19-093	Kapadokya Kent Otel – SK-1	Bor içeren bikarbonatlı termomineralli su					1	1			38,4021	34,42710
	Dikmen	Dikmen	ML-S-19-098	Dikmen Köyü/DK-1 Kuyusu	Termomineralli su			1					1	38,1745	34,07370
	Dikmen	Dikmen	ML-S-19-097	Dikmen Köyü Ortaokulu – DK-2 Kuyusu	Termal su			1					1	38,1777	34,07090

2.4.2. Aksaray İlinin Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezlerinin Değerlendirilmesi

Aksaray'da bulunan her iki tesis de jeotermal kaynakları fizik tedavide kullanmamakta olup toplam yatak kapasiteinin de KOP bölgesi içinde en düşük orana sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 19: 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 Faydalanabilen 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**	**1875**	**492**	**%26**

2.4.3. Aksaray İlinin Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerin Değerlendirilmesi

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

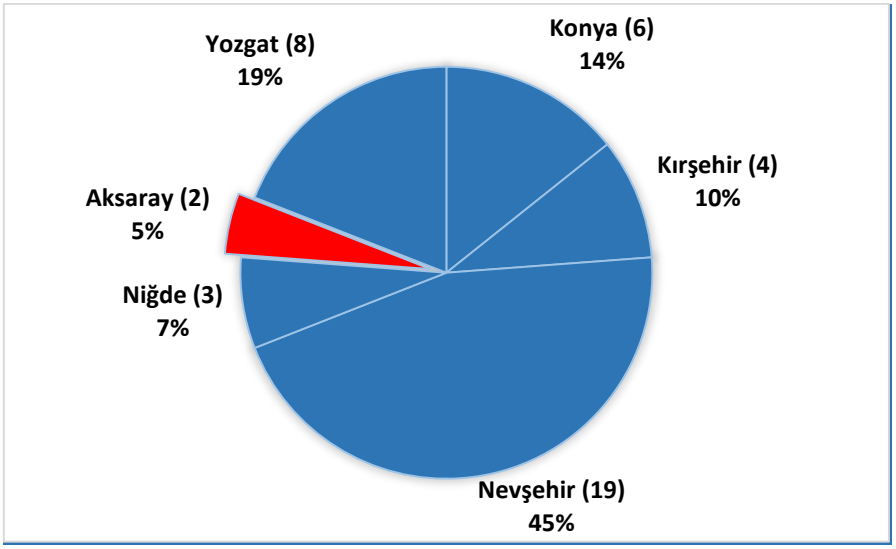
- Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Coğrafi Dağılımı
- Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerin Sınıflanması
- Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerin Kapasitelerinin İncelenmesi
- Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerin Doluluk Oranları
- Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Hastalık Sınıflarına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

2.4.4. Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Coğrafi Dağılımı

Aksaray, mevcut 2 adet tesisi ile KOP bölgesinde en az işletmeye sahip olan ildir. Tablo 20'de KOP illerinin ve Aksaray'ın sahip olduğu tesislere ait veriler listelenmiştir.

Tablo 20: 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**



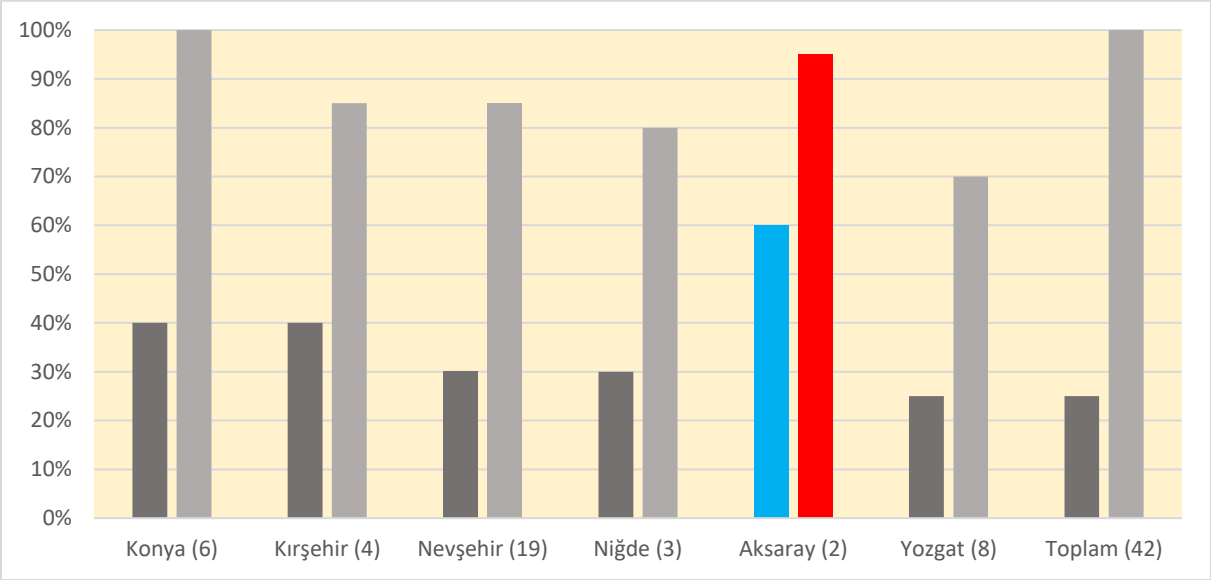
Şekil 41: Aksaray İlindeki Termal Tesislerin KOP Bölgesi İçindeki Oranı

2.4.5. Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerin Kapasitelerinin İncelenmesi

Doluluk açısından KOP illeri arasında en iyi durumda olan il Aksaray olsa da kapasite bakımından sahip olduğu 2 işletmedeki 156 oda sayısı ile KOP bölgesinin % 5'ini barındırmaktadır. Yatak sayısı bakımından ise bölgenin yine % 5'ine tekabül etmektedir. Mevsimsel olarak doluluk oranlarının değişiklik göstermesi ile ildeki en düşük doluluk %60 olurken en yüksek doluluk oranı ise % 90'a ulaşmaktadır.

Tablo 21: KOP İlleri İşletme ve Tesis Bilgileri

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



Şekil 42: İllere Ait En Yüksek ve En Düşük Doluluk Oranları

2.4.6. Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerin Doluluk Oranları

Tablo 22'de görüleceği üzere Aksaray'da yer alan tesislerin doluluk oranları % 60'ın üzerindedir. Ortalama doluluk oranları ise % 78 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 22: 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 23: İşletme Oda ve Yatak Sayısı

Nicelik	Aksaray (İşletme Sayısı)
	Güzelyurt (2)
Oda Sayısı	156
Yatak Sayısı	416
Doluluk En Düşük	%60
Doluluk En Yüksek	%95

Tablo 24: İşletme Doluluk Oranları Dağılımı (İlçe Bazlı)

Doluluk Oranı	Aksaray (İşletme Sayısı)
	Güzelyurt (2)
%80 ve Üstü	1
%60 -%80	1
%40-%60	0
%40 Altı	0
Toplam	**2**

Aksaray'da yer alan tesisler Güzelyurt bölgesinde yer almaktayken 2 tesisten biri % 60 doluluk oranına sahip olup diğer tesis % 95 doluluk oranına sahiptir.

Tablo 25: Aksaray'da Bulunan Termal Tesislerin Envanteri

İlçe	Tesisin adı	Türü	Oda Sayısı	Yatak Sayısı	Doluluk Oranı
Güzelyurt	Ihlara Termal Tatil Köyü	Geleneksel	108	216	60%
Güzelyurt	Özel Ziga Şifa Kaplıca Tesisleri	Geleneksel	48	200	95%

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

Aksaray'da yer alan işletmelerin su enüksiyonlarına göre gruplamaları değerlendirildiğinde özellikle kas ve iskelet sistemi hastalıklarına iyi geldikleri belirlenmiştir. Ayrıca suların üriner sistem ve jinekolojik hastalıklara iyi geldiği belirlenmiştir.

Tablo 26: İlçe Bazında Hastalık Endüksiyonları

AKSARAY (ilçe bazlı)	
Hastalık	**Güzelyurt (2)**
Lokomotor Sistem Hastalıkları	2
Jinekolojik Hastalıklar	1
Nörolojik Rahatsızlıklar	0
Kalp ve Dolaşım Sistemi Hastalıkları	0
Solunum Sistemi Hastalıkları	0
Cilt Rahatsızlıkları	0
Sindirim Sistemi Hastalıkları	0
Böbrek ve İdrar Yolları Hastalıkları	1
TOPLAM	**4**

2.4.8. Jeotermal Turizm ve Sağlık İşletmelerinin Menü Değerlendirmesi

KOP bölgesindeki işletmelerin menülerinin genel olarak yetersiz kaldığı, özellikle termal turizm işletmelerinin menülerine yeterinde önem vermedikleri tespit edilmiştir. Aksaray'da bulunan 2 tesisin yemek menüleri ile ilgili değerlendirmeler sonucunda bir tesisin apart otel olması sebebi ile yemek hizmeti vermediği ve diğer tesisin sabah ve akşam öğünlerinde fix menü ile hizmet verdiği saptanmıştır. Mevcut her iki işletmede de diyetisyen ve gıda mühendisi çalışmazken misafirlerin de diyet menü talep etmedikleri bilgileri edinilmiştir.

2.5. Aksaray İlinde Jeotermal Kaynakların Tarım Alanında Kullanımı

Aksaray 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 Aksaray'da yer alan jeotermal kaynaklı işletmelerin bir fotoğrafı ortaya konmuştur.

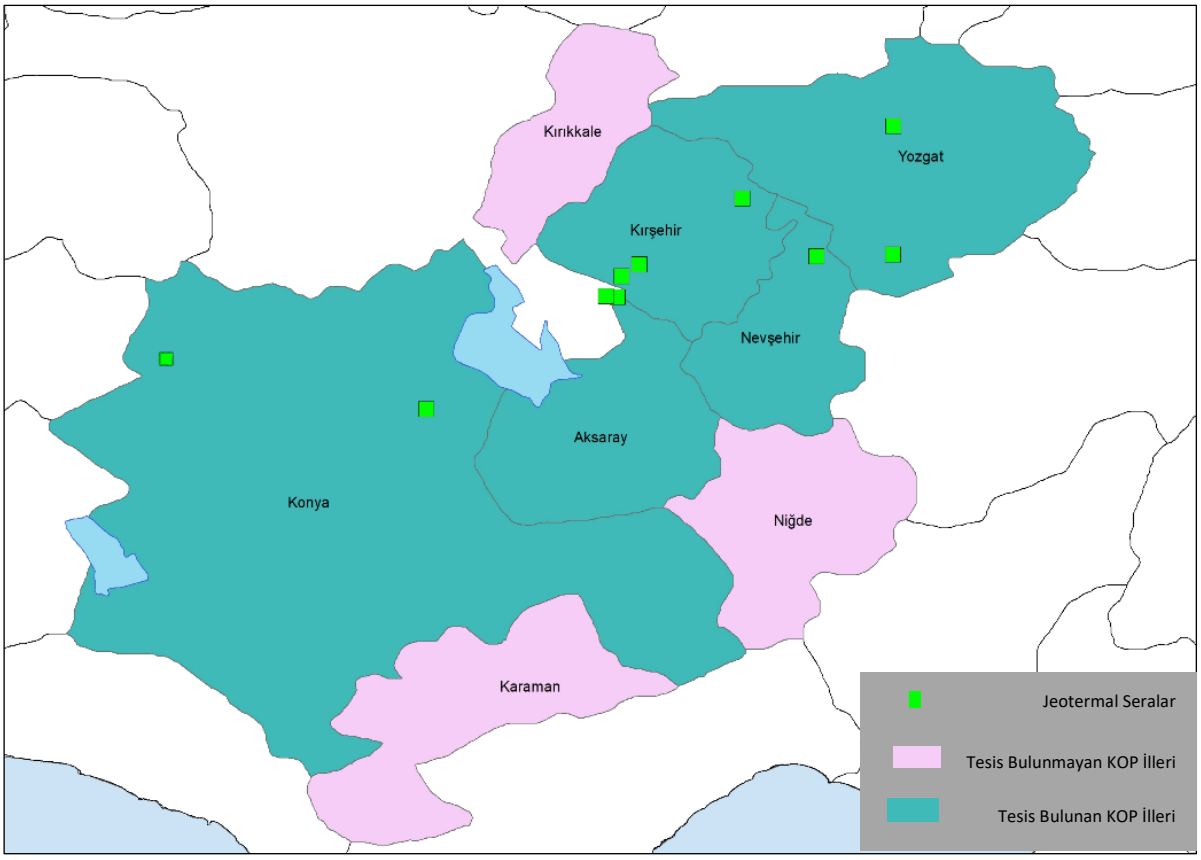
2.5.1. Aksaray'da Jeotermal Kaynak Kullanan Tarımsal İşletme Envanteri

Aksaray'da jeotermal enerjinin kullanıldığı bir diğer alan da tarımdır. Seralarda yetiştirilen ürünlerden beklenilen 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, tükenebilir enerji varlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek amacıyla fosil enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması öncelikli gereksinim halini almıştır.

Mevcut durum analizi kapsamında Aksaray'da iki adet toplam 77 dekarlık jeotermal sera bulunmaktadır. Mevcut jeotermal seraların iller bazında bazı özet bilgileri Tablo 27'de verilmiştir. İşletmelere ait ayrıntılı bilgiler ise Tablo 28'de bulunmaktadır. Aksaray'da bulunan seralarda domates üretimi yapılmaktadır. Seraların il bazında varlığını gösteren harita da Şekil 43'de verilmiştir. Sera alanlarına ait veriler, yapılan görüşmeler neticesinde firmaların beyanı üzerinde alınmıştır bu nedenle alınan ruhsatta belirtilen alan ile ilgili uyumsuzluklar olabilmektedir. Aksaray'da bulunan iki seranın da ruhsatları sera firmalarına ait olup kuyu, su ya da jeotermal kaynak konusunda anlaşmazlık yaşanmadığı görülmüştür.

Tablo 27: 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 43: KOP Bölgesinde Bulunan Jeotermal Seralar

Tablo 28: Aksaray'da Bulunan Jeotermal Seralar ve Özellikleri

FİRMA / SERA BİLGİLERİ	SERALAR	
Firma Adı	**TUTKU**	**MİLKAR**
İlçe	Sarıyahşi	Sarıyahşi
JEOTERMAL KAYNAK BİLGİLERİ		
Kuyu Adı	Bekdik 2-3, Tutku 1	
Ruhsat Durumu	Tutku	Milkar
Akışkan Sıcaklığı ve Özelliği	51–52°C, 58–61 °C, 71°C	
SERA YAPISAL ÖZELLİKLERİ		
Sera Alanı	40 da	37 da
Sera Yüksekliği	7,6 m	7,6 m
ISITMA SİSTEMİ ÖZELLİKLERİ		
Isı Değiştirici Yerleşimi	Ray sistemi kullanılmaktadır. (Oluk altı ve yetiştirme kasası üstünde)	
Akışkan Giriş Sıcaklığı	51 °C	51 °C
Akışkan Dönüş Sıcaklığı	38 °C	38 °C
Akışkan Debisi	30 l/sn	30 l/sn
İnhibitör Kullanımı	Kullanılıyor. (Mg ve Ca) 10 ton/yıl	
ÜRÜN ÖZELLİKLERİ		
Yetiştirilen Ürün Çeşidi	Domates (Climbo)	Domates (Climbo)
Bitki Sayısı	3.6 bitki (tepe ile)/m^2	3.6 bitki (tepe ile)/m^2
Ürün Verimi	40 ton/da Yıllık 1.500 ton	40 ton/da

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 5 tanesi Aksaray 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 33 kuyu için potansiyel sera alanı hesabı yapılmıştır.

Aksaray'da 45 °C 'nin üzerinde bulunan beş kaynağın sera potansiyeli hesaplanmıştır. Hesaplamalar yapılırken kullanılan varsayımlar Tablo 29'da belirtilmiştir. Mevcut sera sahipleri ile yapılan görüşmelerde, alan hesabının dış sıcaklığın -15 °C olduğu duruma göre yapıldığı görülmüştür ve -15 °C 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 30'da potansiyel sera alanlarının iller bazında dağılımı ve Tablo 31'de Aksaray'daki kuyulara ait bütün değerler verilmiştir. Yapılan hesaplamalar, kuyunun bulunduğu yerdeki ayrıntılı olarak yapılacak çalışmalara göre +/- %10 oranında değişebilir.

Tablo 29: Potansiyel Sera Alanı Hesaplarında Seçilmiş Parametreler

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

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

Aksaray ilinin sera potansiyeline bakıldığında 25 dekar üzeri potansiyel vaat eden üç kuyunun olduğu ve toplamda 115 dekarlık bir seranın bu kuyular ile ısıtılabileceği görülmektedir. Sürdürülebilirlik açısından eşik aralığında kalan iki sera potansiyeli 18 dekar ve altı için göze çarpmaktadır. Mevcut sera

potansiyelinin bir kısmının Sarıyahşi'de bulunan seralar için kullanıldığı görülmektedir. Örnek alınan kuyulara ait verilerden yola çıkılarak hesaplanmış olan potansiyel sera ısıtma kapasitesi hesaplarının sadece sınırlı sayıda kuyu ile yapıldığı ve yeni sondajlar ile tespit edilecek termal kaynaklar ile daha fazla sera alanının ısıtılabileceği görülmektedir.

Tablo 30: 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 31:Aksaray'da Bulunan Kuyu Değerleri

Tip	SN	Rapor No	İlçe	Kuyu Adı	DEBİ (veri)	Sıcaklık - Celsius	Delta T	Sera M^2
1	68		Sarıyahşi	Bekdik-2	80	62	22	43.022
1	67		Sarıyahşi	Bekdik-1	80	61	21	41.067
1	28	ML-S-19-096	Güzelyurt	Aksaray İl Özel İdaresi – Ziga-2	90	54,2	14,2	31.240
3	22	ML-S-19-090	Güzelyurt	Aksaray İl Özel İdaresi – Ziga-1	120	43,6	3,6	10.560
3	25	ML-S-19-093	Gülağaç	Kapadokya Kent Otel – SK-1	5	56,2	16,2	1.980

2.6. Aksaray İlinde Jeotermal Kaynakların Endüstriyel Alanda Kullanımı

Aksaray'da jeotermal enerjiden karbondioksit üretimi aşamasından faydalanılmaktadır. Jeotermal enerji ile üretilen karbondioksit gazı; gıda, kimya gibi birçok endüstride kullanılmaktadır.

2.6.1. Aksaray - Linde Gaz Karbondioksit Üretim Tesisi

Linde Gaz, 1985 yılında Amerikan ve Türk ortaklı bir firma olarak kurulmuştur. Denizli'de ve Aksaray'da gelişmiş otomasyon sistemlerinin bulunduğu üretim tesisleri vardır. Linde Gaz'ın Denizli'deki tesisinde firmaya ait üretim kuyusu bulunmazken Aksaray'da yer alan CO_2 üretim tesisinde firmaya ait üretim kuyusu bulunmaktadır. Üretim, jeotermal kaynaktan çıkan su içindeki gazın seperatörlerde ayrıştırıldıktan sonra işlenmesi ve suyun daha sonra reenjeksiyonunun sağlanması şeklinde olmaktadır.

Üretilen karbondioksit gazı gıda endüstrisinde, medikalde, yangın tüpü gibi endüstriyel gazlarda, kuru buz, kaynak gaz, lazer ve temizlik ürünleri olmak üzere çok çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. CO_2 aynı zamanda paketlemede aşamalarında koruyucu gaz olarak kullanılmaktadır.

Tablo 32:Linde Gaz Tesislerine Ait Görseller

Linde Gaz Tesisleri Depo Alanı	Linde Gaz Depolama Tankları

Linde Gaz'ın bir günlük üretimi ise 60 ton iken taşımacılıkta kullanılan bir tırın kapasitesinin 20 ton olması sektörde ihracat potansiyeli olmasına rağmen taşıma ile ilgili problemler yaşanmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla taşımacılığın uygun sistemler ile sağlanması gerekmektedir. Dağıtım tesise ait tanklar ile aracı firmalar vasıtasıyla yapılmaktadır. Çekilen gazların dağıtımı basınçlı kaplar ile yapılmaktadır.

Tesis yatırım maliyetleri genellikle (üretim kuyusu maliyeti hariç olmak üzere) 5 milyon euro civarında olmaktadır. Tesisin en büyük giderinin elektrik ve kimyasal kullanımlarıdır. Ayrıca tesis kurulum aşamasında dizayn maliyetleri önemli oranda yatırım bedelini artıran kalemlerden biri olup toplam maliyetin % 30'u oranında olmaktadır. Ayrıca Linde Gaz tesisinin sektörde karşılaştığı başlıca problem ise kurulum aşamasında yaşanabilen arsa mülkiyet sorunudur.

3. Aksaray İline Yönelik Olarak Yapılan Yatırım Önerileri

Turizm ve Sağlık Sektörlerine Yönelik Proje Önerileri

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

3.1. Aksaray İlinde Turizm Sektörü İçin Yatırım Önerileri

Aksaray ilinde jeotermal kaynakların turizm açısından değerlendirildiğinde Gülağaç ve Güzelyurt ilçelerinin ön plana çıktığı görülmektedir. Şehir merkezinde iş amaçlı konaklamaya yönelik 5 yıldızlı tesis ihtiyacı olduğu anlaşılmakla birlikte, bu olası yeni tesisin termal olması için gerekli talebi karşılamayacağı sonucuna varılmıştır.

Tablo 33: Aksaray ve Gülağaç İçin Turizm Yatırımı Önerileri

AKSARAY - GÜLAĞAÇ	
Projenin Gerekçesi	**Öneri Tipi**
Kapadokya bölgesine yakın olması burada yer alan işletme için önemli bir avantajdır. Narlıgöl'e bir kilometre uzaklıkta yer alan tesis hali hazırda konaklama dışında engelli bakım amaçlı olarak da hizmet vermektedir. Mevcut işletmenin çok eskidiği ve gelen müşterilerin memnuniyetinin düşük olduğu görülmektedir. İşletmede 117 oda ve 85 süit daire yer almaktadır. Hamam kısmı sıcaklık ve hizmet açısından genel olarak olumlu değerlendirilmiştir. Tesisin eski oluşu ve ana arterlerden uzak kalması büyük dezavantaj oluşturmaktadır. Güzelyurt-Ilısu Termal Turizm Merkezi ve Narlıgöl Termal Turizm Merkezi'nde toplam 15.000 planlı yatak kapasitesi oluşturulması hedeflenmiştir. Otelin özelikle Kapadokya – Ihlara Vadisi arasında önemli bir konaklama yer olabilecek potansiyele sahiptir.	Mevcut Tesisin Modernizasyonu
Mevcut Durum Özeti	**Proje Maliyet Tahmini**
1957 yılında Ağaçlı olarak belediyesi kurulmuş, Aksaray'ın il olmasında sonra 1991 yılında da Ağaçlı olan adı Gülağaç olarak değiştirilerek ilçe haline getirilmiştir. Ihlara vadisine 12 km, Derinkuyu yeraltı şehrine 50 km uzaklıkta olup Aksaray il merkezine 35 ve 40 km olan iki asfalt yol ile bağlıdır. Hâlihazırda engelli merkezini de içinde barındırmaktadır. Su analiz sonuçlarına göre işletme sularının sindirim ve böbrek-idrar yolu hastalıklarına iyi geldiği tespit edilmiştir. Mevcut tesislerin modernizasyonu değerlendirilebilir ancak bölgede Niğde tarafında bulunan doluluk oranı ise % 30 olan Narlıgöl Termal Otel geçmişte ruhsatlandırma aşamasında yaşanan sorunlar nedeniyle faaliyetini durdurmuştur. Narlıgöl'ün çevresinde de doğal ekosistem içinde yürüyüş yolları yapıldığı takdirde işletmenin daha farklı kesimlerden müşteri bulabileceği düşünülmektedir. Otellere ulaşım için kullanılan yolların da iyileştirilmesi gerekmektedir.	Yenileme: 3.000.000 - 3.500.000 TL

Tablo 34: Aksaray - Güzelyurt İçin Turizm Yatırımı Önerileri

AKSARAY - GÜZELYURT	
Projenin Gerekçesi	**Öneri Tipi**
Güzelyurt ilçesinin Kapadokya bölgesinde olması ve Ihlara Vadisini içinde bulundurması nedeni ile destinasyon özelliğine sahiptir. Mevcut yatırımların müşteri ve fiyat bağlamında değerlendirilmesi, fiyat ve müşteri farklılaştırılmasına gidilmesi önerilmektedir. Mevcut işletmelerin müşteri memnuniyetinde tesislere ilişkin negatif yorumlar bulunmaktadır. 2015 yılına kadar yüksek müşteri memnuniyeti ile çalışmıştır. Bu açıdan mevcut işletmelerin revize edilmesi önerilmektedir. İlçede termal kaynak olmayan işletmelere gelen misafirlerin kullanımı için termal havuz açılması destinasyonu tamamlayıcı ve bölge açısından fayda oluşturacak bir yatırım olarak görülmektedir. Yeni ev pansiyonculuk işletmeleri ile destinasyona ait konaklama kapasitesi artırımı sağlanacak ve termal havuz içinde bir müşteri kitlesi oluşturulacaktır. Destinasyon özelliği nedeni ile bölgenin tarihi ve doğal değerini yansıtan otantik turistik eşya işletmelerinin termal turizme önemli katkı sağlayacaktır.	Yeni Turistik Eşya İşletmesi Ev Pansiyonculuğu Yeni Termal Havuz Mevcut İşletmelerin Yenilenmesi
Mevcut Durum Özeti	**Proje Maliyet Tahmini**
Mevcutta iki konaklama tesisinin bulunduğu ilçede (Ziga ve Ilısu), toplam termal yatak kapasitesi 416 olup ortalama doluluk oranı da % 78'dir (% 95 ve % 60). Ihlara Vadisi'nin başlangıç noktası olduğundan hediyelik eşya, el sanatları gibi turizm işletmeleri, ev pansiyonculuğu, termal havuz değerlendirilebilir. Lokasyonun kuzey batısında ve kuzey doğusunda kaplıca tesisleri de bulunmaktadır. İlçede ayrıca çok sayıda destinasyon açısından değerlendirilebilecek tarihi ve doğal güzellik alanı bulunmaktadır (İlde değerlendirilebilecek turizm potansiyeli olan baraj gölleri -Mamasun, Hirfanlı- Hasan Dağı, Nora -Viranşehir- Antik Kenti, Ziga Kaplıcaları, Ihlara ve Manastır Vadisi gibi kaynaklar). Söz konusu unsurlar göz önüne alındığında destinasyon eğiliminin yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Mevcut suların cilt hastalıkları, sindirim sistemi rahatsızlıkları, lokomotor rahatsızlıklar ve böbrek-idrar yolu rahatsızlıklarına iyi geldiği belirlenmiştir.	Turistik Eşya İşletmesi: 500.000 TL Ev Pansiyonculuğu: 1.000.000 TL Termal Havuz: 500.000 TL Yatırım Yenileme: 6.000.000 TL

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

İl genelinde ML-S-19-090, 91, 92, 93, 96, 97, 98 rapor numaralı toplam 7 adet jeotermal su kaynağı bulunmaktadır. Merkezde bulunan ML-S-19- 091 rapor numaralı kaynak "bikarbonatlı, sodyumlu, klorürlü termomineralli su içerdiğinden tedavi amaçlı kurulu bulunan kamu ve özel hastanelerde kullanılabilmektedir. Sağlık Bakanlığı'nın web sayfasında yayınlanan listelere göre il genelinde faal olarak 3 adet özel hastane, 3 adet özel tıp merkezi ve bir adet de özel poliklinik bulunmaktadır.[7]

Gülağaç'ta bulunan ML-S-19-093 rapor numaralı kaynak "bor içeren bikarbonatlı termomineralli su" özelliğinde olup gastrointestinal (mide, bağırsak) sistemin fonksiyonel hastalıkları, ülser, üriner sistem (idrar yolları ve böbrek) kronik enfeksiyonları, üriner taşların (ürik asit, sistin taşları) önlenmesi, sindirim sisteminin fonksiyonel hastalıkları, diyabet ve gut hastalıklarında kullanılabilir.

Sağlık ile destekleyici projelerin Aksaray ili için planlaması aşamasında Narlıgöl ile birlikte düşünülmesi ve öncelikle yatak doluluk sıkıntısı çeken bölgelerin önceliklendirilmesi hususu göz önünde bulundurulmalıdır. Özel sağlık tesislerinde ise Sağlık Turizmi Yetki Belgesi olmayanların teşvik edilmesi önerilmektedir.

[7] https://ozelruhsatlandirma.saglik.gov.tr/

Tablo 35: Narlıgöl Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri

Narlıgöl Bölgesi: AKSARAY ve NİĞDE	
Projenin Gerekçesi	**Öneri Tipi**
Yörede mevcut Engelli Bakım Merkezi bulunmakla birlikte ayrıca engelli çocuklara yönelik FTR tedavi hizmeti verebilecek farklı bir mevzuata tabi SGK anlaşmalı Tıp Merkezi kurularak desteklenmesi bölgenin gelişimi adına önemlidir. Aksaray il merkezinde 7 adet Sağlık Bakanlığı ruhsatlı özel hastane/tıp merkezi bulunmaktadır. Merkezdeki özel sağlık kuruluşları mevcut durumda ülke genelinden engelli çocuk hasta alabilir ve tedavi edebilir durumdadır. Bu tesislerin ihtiyaçları konaklama hizmetlerinin geliştirilmesidir. Bölgenin gelişimi için sağlık ve turizm yatırımcıları birleşmelidir. İlde bulunan hastanelerin Klinik Konukevi açma yetkileri ve hasta tedavi imkânları vardır. Ruhsat sorunlu tesis, klinik konukevine dönüştürülebilir.	Tesislerin Sağlık Bakanlığı Kaplıca İşletme İzin Belgeli Tesis olması, Engelli çocuklara FTR tedavi hizmeti verebilecek farklı bir mevzuata tabi SGK anlaşmalı Tıp Merkezi kurularak desteklenmesi, Klinik Konukevi Tekerlekli Sandalye Turizmi merkezi oluşturulması
Mevcut Durum Özeti	**Proje Maliyet Tahmini**
Narlıgöl bölgesi, hem Aksaray ili hem de Niğde ili sınırları içinde kalmaktadır. Bu bölge de ML-S-19-093 rapor numaralı Gülağaç Kapadokya Kent Otel kayıtlı “bor içeren bikarbonatlı termomineralli su” içeren bir kaynak ile ML-S-19-102 rapor numaralı Aksaray Narlıgöl kayıtlı “kalsiyumlu termomineralli su” içeriğinde toplam 2 adet kaynak vardır. Yörede her iki il bölgesinde de konaklama yatırımı vardır. Ayrıca Aksaray/Gülağaç’ta Narlıgöl Özel Engelli Bakım Merkezi vardır. Aksaray merkezde 7 adet Sağlık Bakanlığı ruhsatlı özel hastane/tıp merkezi bulunmaktadır. Niğde tarafındaki otelin ruhsat sorunları olduğu bilinmektedir. Bölge Ihlara Vadisi vb. kültür turlarına da hizmet verebilecek bir bölgedir.	Tıp Merkezi kurulma maliyeti arsa, bina, sağlık dışı tefrişat hariç 2.500.000 - 3.000.000 TL arasındadır. Klinik Konukevi mevcut tesisin modernizasyon maliyetleri hariç 1.000.000 - 1.500.000 TL gibi bir yatırımla FTR hastalarına hizmet verir hale gelebilir.

Tablo 36: Güzelyurt Bölgesi İçin Sağlık Tesisi Önerileri

Güzelyurt Bölgesi: AKSARAY	
Projenin Gerekçesi	**Öneri Tipi**
Güzelyurt; Ihlara Vadisi özelinde kültür, gurme, iklim turizmine odaklanmalı, yöredeki termal tesisler ile Aksaray'da bulunan sağlık tesisleri arasında işbirliği modelleri kurularak sağlık alanında da geliştirilmelidir. Bu işbirliğinde ruhsatları düzenleyen farklı mevzuatlar bu işbirliklerine engel olduğundan bu bölge için özel izin ile bu işletmeler işbirliği yapabilir. Yörede bulunan kaplıca tesislerinin işletme ruhsatı avantaj olup fizik tedavi donanımlarının geliştirilmesi önemlidir. Yörede fizik tedavi hastası kabul edecek SGK ile anlaşmalı teknik donanımları olan ve termal suyu tedavi de kullanmak isteyen faal özel sağlık yatırımları vardır. Hasta sayılarının artması için hastaların konaklamasına ihtiyaç doğmaktadır. Yöre de konaklama faaliyetleri için kurulmuş tesisler de olduğundan birbirleri ile işbirliği yaparak eksik alanlarını tamamlamalarının verimli olacağı öngörülmektedir. Bölgeye FTR hastası kabul edebilecek bir tıp merkezi de açılabilir ve /veya Aksaray'daki FTR Tıp Merkezi bu bölgeye taşınabilir.	Aksaray'da bulunan Özel Hastane ve/veya Özel Tıp Merkezlerinin hasta tedavi olanaklarından faydalanılması, İkinci etapta Aksaray'da bulunan Özel Hastane ve/veya Özel Tıp Merkezleri ile Klinik Konukevi
Mevcut Durum Özeti	**Proje Maliyet Tahmini**
İl genelinde ML-S-19-090 numaralı kaynak "bor içeren sodyumlu, klorürlü termomineralli su", 92 numaralı kaynak "termal su" ve 96 rapor numaralı kaynak ise "bor içeren bikarbonatlı, sodyumlu, kalsiyumlu, klorürlü termomineralli su" özelliğindedir. SGK Sağlık Bakanlığı Kaplıca İşletme İzin Belgeli Tesisler listesinde (04.03.2019) Güzelyurt Bölgesindeki bulunan Ziga Kaplıca Tesisleri ile Ihlara Tatil Köyü bulunmaktadır. Sağlık yatırımları yapılmak istendiğinde konaklama kapasiteleri de göz önüne alınmalıdır.	Mevcut tesislerden dönüşüm yapılırsa yatırım bedeli düşecektir. 30-40 yataklı bir Klinik Otel planlanırsa arsa hariç 10.000.000-12.000.000 TL maliyet gerektirebilir. Potansiyel artışları ile projeye robotik FTR sistemleri daha sonraki dönemlerde eklenebilir. Yatırımların ilk olup gelişeceği bölgelerde yatırım geri dönüş süresi 60 aydan önce hedeflenmemelidir.

3.3. Sonuç ve Öneriler

Tablo 37: Aksaray Bölgeler ve Öneri Alanları

İlçe	Mevki	Odak Kullanım Alanı	Mevcut Kullanım Alanı	Yatırım Önerisi Alanı
Güzelyurt	Ziga	Turizm, Sağlık, Sera	Turizm	Sera, Sağlık
Güzelyurt	Ilısu	Turizm	Turizm	Turizm
Gülağaç	Narköy	Turizm, Sağlık	Turizm	Sağlık
Sarıyahşi	Bekdik	Sera	Sera	-
Aksaray	Merkez	Su Ürünleri	-	Su Ürünleri

Aksaray'da jeotermal su sıcaklıkları 28,4 – 56,2 °C arasındadır. Aksaray Güzelyurt'ta mevcut durumda Ziga Kaplıcaları ve Ihlara Termal Tatil Köyü bulunmaktadır. Aksaray'da yer alan termal bölgelerde otel doluluk oranları bakımından KOP bölgesi içeresindeki en yüksek doluluk oranına sahiptir ve bunun getirdiği avantaj ve iş birliği modelleri (konaklama tesisi – sağlık merkezi) ile termal kaynakların sağlık kullanımlarında da değerlendirilmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir. Aksaray Sarıyahşi'de iki adet sera işletmesi bulunup toplam 77 dekarlık sera alanı bulunmaktadır. Aksaray'daki sera potansiyelleri göz önüne alındığında Aksaray Güzelyurt Ziga'da sera potansiyelinin yüksek olduğu ancak sera işletmesinin olmadığı dikkat çekmektedir. Bu sebeple Ziga'ya sera yatırımı yapılması ildeki potansiyellerin değerlendirilmesi açısından uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Gülağaç'ta ise mevcut durumda engelli bakım merkezi bulunmakla birlikte tekerlekli sandalye turizminin oluşturulması bakımından su kaynaklarının da uygun olması sebebi ile engelli çocuklara FTR tedavi hizmeti verebilecek farklı bir mevzuata tabi SGK anlaşmalı tıp merkezi kurulması yerinde olacağı sonucuna varılmıştır.

3.4. Jeotermal Enerjinin Kullanıldığı İşletmelere Ait Görseller

Tablo 38: İşletmelere Ait Görseller

<table>
<tr><td>
Ziga Kaplıcaları</td><td>
Ihlara Termal Tatil Köyü</td></tr>
<tr><td>
Akpınar'da Yer Alan Havuz</td><td>
Aksaray’da Bulunan Jeotermal Sera</td></tr>
<tr><td colspan="2">
Kapadokya Kent Termal Otel</td></tr>
</table>

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