

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

DOKTORA TEZİ

E. Didem KORKMAZ BAŞEL

Anabilim Dalı : Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği

Programı : Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği

KASIM 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

**DOKTORA TEZİ
E. Didem KORKMAZ BAŞEL
(505032502)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19 Temmuz 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 26 Kasım 2010

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Abdurrahman SATMAN (İTÜ)
Eş Danışman : Doç. Dr. Umran SERPEN (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Mustafa ONUR (İTÜ)
Prof. Dr. O. Metin İLKİŞİK (İÜ)
Doç. Dr. Niyazi AKSOY (DEÜ)
Prof. Dr. Hasan YAZICIGİL (ODTÜ)
Prof. Dr. Erkin NASUF (İTÜ)**

KASIM 2010

Aileme,

ÖNSÖZ

Enerji: hareket, iş, üretim, konfor, gelişim ve kalkınma için olmazsa olmaz bir gereksinimdir.

Bilinen enerji kaynakları, fosil yakıtlar (petrol, doğalgaz, kömür), nükleer, hidroelektrik, biyoyakıtlar (odun, gübre, yağlı bitkiler, nişasta, şeker), rüzgar, jeotermal, dalga ve güneşdir. Bunlardan son altısı diğer bir deyişle, hidroelektrik, biyoyakıtlar, rüzgar, jeotermal, dalga ve güneş enerjisi yenilenebilir, diğerleri ise tükenebilen enerjilerdir.

Halen dünyada kullanılan enerjinin çoğunluğu (~%85) fosil/tükenebilen kaynaklara dayalıdır. Ülkemiz fosil/tükenebilen enerji kaynaklar açısından fakirdir. Mevcut enerji üretimi, tükenebilen kaynaklara bağımlıdır. Türkiye enerji gereksiniminin yaklaşık % 75'ini ithal yoluyla karşılamaktadır. Türkiye'de 2009 yılında yaklaşık 100 milyon ton ham petrol eşdeğeri enerji tüketilmiştir.

Kalkınma için gerekli olan enerjide, yerli kaynakların kullanılması ülke yararınadır. Türkiye konumu itibarıyla jeotermal enerji yönünden şanslı olarak bilinmektedir. Bu çalışmada “TÜRKİYE JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİ’NİN ARAŞTIRILMASI” konusu doktora tez konusu olarak ele alınmıştır.

“Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli’nin Araştırılması” başlıklı bu tezde, Türkiye'nin jeotermal ısı içeriği (jeotermal enerji kaynak potansiyeli) hesaplanarak tahmin edilmiş, Türkiye'nin jeotermal görünür kapasite envanteri hazırlanmış, elektrik üretimine uygun 25, merkezi ısıtmaya uygun 97 jeotermal saha olmak üzere toplam 122 sahanın depolanmış ısı miktarları ile üretilebilir güçleri tahmin edilmiştir. Ayrıca Türkiye'nin bölgesel ve genel 500 m ve 1000 m derinlik (yeraltı) sıcaklık dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Türkiye jeotermal enerji potansiyeli’nin araştırılması konusunu doktora tezi çalışması olarak belirleyen ve beni görevlendiren, mesleki gelişimime ve çalışmalarına destek veren saygı değer danışmanlarım Prof. Dr. Abdurrahman SATMAN ile Doç. Dr. Umran SERPEN ve çalışmalarımın birçok aşamasında bilgilerinden ve önerilerinden yararlandığım çok saygın ve değerli jüri üyelerim; Prof. Dr. Mustafa ONUR, Prof. Dr. O. Metin İLKİŞİK ve Doç. Dr. Niyazi AKSOY hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Kasım 2010

E. Didem Korkmaz Başel

(Petrol ve Doğal Gaz Yüksek Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xxi
ÖZET.....	xxv
SUMMARY	xxvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	7
1.2 Tezin Amacı ve Kapsamı	9
1.3 Tezin Katkısı ve Özgün Değeri	9
1.4 Türkiye'nin Tektonik Yapısı	10
1.5 Jeotermal Enerji Kullanımı	14
1.5.1 Dünyada jeotermal enerji kullanımı	16
1.5.2 Türkiye'de jeotermal enerji	21
1.5.3 Türkiye'ye komşu ülkelerin jeotermal enerji kullanımı	26
1.5.4 Türkiye ve komşu ülkelerin jeotermal kapasite kullanımlarının karşılaştırılması	31
1.6 Kullanılan Yöntemler	32
2. TÜRKİYE'NİN JEOTERMAL ISI İÇERİĞİ	37
2.1 0-3 km Derinlik Aralığında Türkiye Jeotermal Isı İçeriği	37
2.2 3-10 km Derinlik Aralığında Türkiye Jeotermal Isı İçeriği	42
3. HİDROTERMAL KAYNAK POTANSİYELİ	45
3.1 Ulaşılabilir Hidrotermal Kaynak	47
3.1.1 Tanımlanmış ulaşılabilir hidrotermal kaynak (Kapasite).....	47
3.1.2 Jeotermal kaynak değerlendirmesi yöntemleri ve uygulanabilirliği	52
3.1.3 Keşfedilmemiş ulaşılabilir hidrotermal kaynak	55
3.1.3.1 Yaklaşım I (WEC Yaklaşımı).....	55
3.1.3.2 Yaklaşım II (Steffansson Yaklaşımı).....	55
3.1.3.3 Yaklaşım III (MIT Yaklaşımı).....	56
3.1.3.4 Yaklaşım IV (Williams vd. Yaklaşımı).....	56

4. KULLANIM ALANLARINA GÖRE TÜRKİYE JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİ	59
4.1 Hacimsel Yöntem Yaklaşımı ve Olasılık Dağılımı Çalışması	59
4.2 Elektrik Üretimine Uygun Jeotermal Sahaların Potansiyelleri	68
4.3 Bölgesel Isıtmaya Uygun Jeotermal Sahaların Potansiyelleri	87
4.3.1 Bölgesel ısıtmada kullanılan jeotermal sahalar	87
4.3.2 Doğrudan kullanıma uygun diğer jeotermal sahalar	91
4.4 Yeterli Verisi Olmayan Sahalar	94
4.5 Modellenen Sahalarla İlgili Genel Değerlendirme	94
4.6 Volkanik Sahalar İçin Yaklaşım	96
4.7 Yarı Termal Kaynaklar ve Eş Üretilen Akışkanlar	98
5. TÜRKİYE’NİN TAHMİNİ YERALTI SICAKLIK DAĞILIMI HARİTALARI	101
5.1 Yeraltı Sıcaklık Haritasının ArcGIS Yazılımı Kullanılarak Oluşturulması ...	102
5.1.1 Kullanılan veri setleri ve analizleri	102
5.2 Uygulanan Yöntemler	106
5.2.1 Ters ağırlıklı mesafe yöntemi	106
5.2.2 Kriging yöntemi	107
5.3 Bölgesel Haritalar	108
5.4 Genel Değerlendirme	117
5.5 Sonuçlar ve Tartışma	121
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	127
6.1 Sonuçlar	127
6.2 Öneriler	129
KAYNAKLAR	131
EKLER	147
EK A Türkiye’nin Jeotermal Isı İçeriği	149
EK B Türkiye Jeotermal Kapasite Envanteri	153
EK C Olasılık Çalışmasında Veri Tabanı Oluşturulması İçin Yaklaşım	165
EK D Türkiye’deki Jeotermal Alanların Kaynak ve Kuyularından Örneklenen Sıcak Suların Kimyasal Analiz Değerleri, Analiz Değerlerine Göre Hesaplanan Jeotermometre Sonuçları ve Örneklenen Sıcak Suların Na-K-Mg ^{1/2} Üçgen Diyagramındaki Dağılımları	183
D.1 Jeotermometre ve Na-K-Mg ^{1/2} Üçgen Diyagramları	183
D.1.1 Niceliksel jeotermometre değerlendirilmesi	183
D.1.2 Birleşik jeotermometre uygulamaları	188
D.1.3 Türkiye’deki sıcak suların jeokimyasal karakteristikleri	190
EK E Elektrik Üretimine Uygun Jeotermal Sahaların Tahmini Üretilabilir Güç Hesabı İçin Seçilen Parametre Değerleri ve Dağılım Tipleri	223
EK F Bölgesel Isıtma Uygulaması Yapılabilecek Jeotermal Sahaların Tahmini Üretilabilir Isıl Güç Hesabı İçin Seçilen Parametre Değerleri ve Dağılım Tipleri ..	247
EK G Doğrudan Kullanıma Uygun Diğer Jeotermal Sahaların Tahmini Üretilabilir Isıl Güç Hesabı İçin Seçilen Parametre Değerleri ve Dağılım Tipleri	255
EK H Türkiye Yeraltı Sıcaklık Dağılımı Haritası İçin Kullanılan Derin Kuyu Verileri	283
EK I Türkiye Yeraltı Sıcaklık Dağılımı Haritası İçin Kullanılan Sığ Kuyu Verileri	293
ÖZGEÇMİŞ	307

KISALTMALAR

ANN	: Artificial Neural Network
EGS	: Enhanced Geothermal Systems
GIS	: Geographic Information Systems
GJS	: Geliştirilmiş Jeotermal Sistemler
IDW	: Inverse Distance Weighting (Ters Ağırlıklı Mesafe)
KE	: Kapasite Envanteri
MIT	: Massachusetts Institute of Technology
RMS	: Root Mean Square
WEC	: World Energy Council
TAM	: Ters Ağırlıklı Mesafe
MTA	: Maden Tetkik ve Arama
USGS	: United States Geological Survey

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Dünya ülkelerinin jeotermal enerji elektrik kullanım kapasiteleri	17
Çizelge 1.2 : Dünya ülkelerinin jeotermal enerji doğrudan kullanım kapasiteleri ...	19
Çizelge 1.3 : Dünya ülkelerinin jeotermal kaynak potansiyeli	20
Çizelge 1.4 : Türkiye'nin jeotermal enerji santralleri	22
Çizelge 1.5 : Türkiye'nin dünya jeotermal kurulu gücündeki payı	23
Çizelge 1.6 : Türkiye ve dünya toplam elektrik kurulu güçleri	23
Çizelge 1.7 : Jeotermal kurulu gücün toplam elektrik kurulu gücü içindeki payı	23
Çizelge 1.8 : Türkiye'nin jeotermal enerji doğrudan kullanım kapasitesi	24
Çizelge 1.9 : Türkiye'de jeotermal bölgesel ısıtma	24
Çizelge 1.10 : Türkiye'deki sera ısıtması	26
Çizelge 1.11 : Türkiye ve komşularının jeotermal enerji doğrudan kullanım kapasiteleri.....	32
Çizelge 2.1 : Hesaplanan jeotermal kaynak.....	38
Çizelge 2.2 : Türkiye'nin jeotermal ısı içeriği.....	39
Çizelge 2.3 : Türkiye'nin farklı derinliklerinde sıcaklık gruplarına göre jeotermal ısı içeriği.....	42
Çizelge 2.4 : Türkiye'nin 1 km'lik derinlik aralıklarında depolanmış toplam jeotermal ısı içeriği potansiyeli.....	44
Çizelge 3.1 : Türkiye'nin farklı referans sıcaklıkları için hesaplanan toplam görünür kapasitesi	50
Çizelge 3.2 : Türkiye'deki 279 jeotermal oluşum/yerin görünür kapasite aralık değerlerine göre yüzdelik değerleri	52
Çizelge 3.3 : ABD'deki tanımlanmış ve keşfedilmemiş jeotermal kaynakların tahmini elektrik potansiyelleri.....	57
Çizelge 3.4 : Türkiye'nin keşfedilmemiş jeotermal kaynak değerlerinin tahmini elektrik üretim potansiyeli.....	57
Çizelge 4.1 : Kayaçların yoğunluğu ve özgül ısısı	70
Çizelge 4.2 : Üretilbilirlik faktörü değer aralığı	71
Çizelge 4.3 : Elektrik üretimine uygun sahaların tahmini üretilebilir güçlerinin yığınsal olasılık dağılımları	76
Çizelge 4.4 : Elektrik üretimine uygun sahaların tahmini üretilebilir güçlerinin olasılıklı toplam ve aritmetik toplam yığınsal olasılık dağılımları.....	76
Çizelge 4.5 : Elektrik üretimine uygun sahaların tahmini üretilebilir elektrik gücü (P10), en düşük hacim ve en düşük sıcaklık değerleri ..	82
Çizelge 4.6 : Elektrik üretimine uygun sahaların tahmini ısı güç üretimi yığınsal olasılık dağılımları	84
Çizelge 4.7 : Elektrik üretimine uygun sahaların tahmini üretilebilir ısı güçlerinin olasılıklı toplam ve aritmetik toplam yığınsal olasılık dağılımları.....	85
Çizelge 4.8 : Elektrik üretimine uygun sahaların tahmini ısı güç üretimi yığınsal olasılık dağılımları ile mevcut görünür kapasitelerinin karşılaştırılması	86

Çizelge 4.9 : Bölgesel ısıtmaya uygun 19 sahanın tahmini üretilebilir ısıl güçlerinin yığınsal olasılık dağılımları	88
Çizelge 4.10 : Bölgesel ısıtmaya uygun 19 sahanın tahmini üretilebilir ısıl güçlerinin olasılıklı toplam ve aritmetik toplam yığınsal olasılık dağılımları	90
Çizelge 4.11 : Bölgesel ısıtmaya uygun 81 sahanın tahmini üretilebilir ısıl güçlerinin yığınsal olasılık dağılımları	92
Çizelge 4.12 : Bölgesel ısıtmaya uygun 81 sahanın tahmini üretilebilir ısıl güçlerinin olasılıklı toplam ve aritmetik toplam yığınsal olasılık dağılımları	93
Çizelge 4.13 : Değerlendirilmesi yapılan 122 sahanın tahmini üretilebilir ısıl potansiyelleri	95
Çizelge 5.1 : Kuzey Batı Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi için oluşturulan IDW sıcaklık dağılımı haritaları parametreleri	112
Çizelge 5.2 : Kuzey Batı Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi için oluşturulan kriging sıcaklık dağılımı haritaları parametreleri	115
Çizelge A.1 : Türkiye'nin 0-3 km ve 0-4 km derinlik aralığındaki jeotermal ısı içeriği.....	149
Çizelge A.2. : Türkiye'nin 0-5 km ve 0-6 km derinlik aralığındaki jeotermal ısı içeriği.....	150
Çizelge A.3. : Türkiye'nin 0-7 km ve 0-8 km derinlik aralığındaki jeotermal ısı içeriği.....	151
Çizelge A.4. : Türkiye'nin 0-9 km ve 0-10 km derinlik aralığındaki jeotermal ısı içeriği.....	152
Çizelge B.1 : Türkiye jeotermal kapasite envanteri ($T_{ref. 15^{\circ}}$).....	153
Çizelge D.1 : Afyon İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.....	193
Çizelge D.2 : Aydın İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.....	196
Çizelge D.3 : Gümüşköy İlçesi'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.....	198
Çizelge D.4 : Balıkesir İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.....	200
Çizelge D.5 : Bursa İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.....	203
Çizelge D.6 : Çanakkale İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.....	205
Çizelge D.7 : Denizli İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.....	207
Çizelge D.8 : İzmir İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.....	210
Çizelge D.9 : Kırşehir İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.....	213
Çizelge D.10 : Kütahya İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.....	215
Çizelge D.11 : Manisa İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.....	218
Çizelge D.12 : Yozgat İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.....	221

Çizelge E.1 : Alaşehir-Sarıköz Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.....	223
Çizelge E.2 : Atça (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.....	223
Çizelge E.3 : Balçova Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler	224
Çizelge E.4 : Caferbeyli 1 (Kurşunlu Kaplıcasını içeren saha) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler	224
Çizelge E.5 : Caferbeyli 2 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler	224
Çizelge E.6 : Dikili Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.....	225
Çizelge E.7 : Germencik Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler	225
Çizelge E.8 : Gümüşköy (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	225
Çizelge E.9 : Hıdırbeyli Kuzey (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	226
Çizelge E.10 : Hıdırbeyli Güney (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	226
Çizelge E.11 : İmamköy-Yılmazköy Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	226
Çizelge E.12 : Kavaklıdere Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler	227
Çizelge E.13 : Kızıldere 1 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	227
Çizelge E.14 : Kızıldere 2 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	227
Çizelge E.15 : Nazilli (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	228
Çizelge E.16 : Ortakçı (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	228
Çizelge E.17 : Pamukören 1 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	228
Çizelge E.18 : Pamukören 2 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	229
Çizelge E.19 : Salihli Kuzey Doğu (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	229
Çizelge E.20 : Salihli Doğu (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	229
Çizelge E.21 : Umurlu Güney (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	230
Çizelge E.22 : Salavatlı Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	230
Çizelge E.23 : Seferihisar 1 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	230
Çizelge E.24 : Seferihisar 2 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	231

Çizelge E.25: Simav Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	231
Çizelge E.26 : Tekkehamam 1 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	231
Çizelge E.27 : Tekkehamam 2 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	232
Çizelge E.28 : Tekkehamam 3 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	232
Çizelge E.29 : Tuzla Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	233
Çizelge E.30 : Umurlu (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	233
Çizelge E.31 : Zilan-Ercis (Van) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parameterler.....	234
Çizelge E.32: Alaşehir-Sarıköz Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	234
Çizelge E.33: Atça (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	235
Çizelge E.34: Balçova Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	235
Çizelge E.35: Caferbeyli 1 Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	235
Çizelge E.36: Caferbeyli 2 Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	236
Çizelge E.37: Dikili Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	236
Çizelge E.38: Germencik Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	236
Çizelge E.39: Gümüşköy (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	237
Çizelge E.40: Hıdırbeyli Kuzey (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	237
Çizelge E.41: Hıdırbeyli Güney (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	238
Çizelge E.42: : İmamköy-Yılmazköy Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	238
Çizelge E.43: Kavaklıdere Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	238
Çizelge E.44: Kızıldere 1 Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	239
Çizelge E.45: Kızıldere 2 Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	239
Çizelge E.46: Nazilli (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	240
Çizelge E.47: Ortakçı (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	240
Çizelge E.48: Pamukören 1 (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	240
Çizelge E.49: Pamukören 2 (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	241

Çizelge E.50: Salihli Kuzey Doğu (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	241
Çizelge E.51: Salihli Doğu (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	241
Çizelge E.52 Umurlu Güney (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	242
Çizelge E.53: Salavatlı Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	242
Çizelge E.54: Seferihisar 1 Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	242
Çizelge E.55: Seferihisar 2 Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	243
Çizelge E.56: Simav Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	243
Çizelge E.57: Tekkehamam 1 (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	243
Çizelge E.58: Tekkehamam 2 (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	244
Çizelge E.59: Tekkehamam 3 (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	244
Çizelge E.60: Tuzla Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	245
Çizelge E.61: Umurlu (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	245
Çizelge E.62: Zilan-Ercis (Van) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	246
Çizelge F.1: Ömer- Gecek (Afyon) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	247
Çizelge F.2: Armutlu (Yalova) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	247
Çizelge F.3: Bergama Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	248
Çizelge F.4: Diyadin (Ağrı) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	248
Çizelge F.5: Edremit Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	249
Çizelge F.6: Gönen Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	249
Çizelge F.7: Güre Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	250
Çizelge F.8: Hisarköy Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	250
Çizelge F.9: Kırşehir Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	250
Çizelge F.10: Kızılcahamam Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	251
Çizelge F.11: Kozaklı Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	251
Çizelge F.12: Kuzuluk Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	251

Çizelge F.13: Salihli Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	252
Çizelge F.14: Sandıklı Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	252
Çizelge F.15: Sorgun Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	252
Çizelge F.16: Yerköy Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	253
Çizelge G.1: Akçaağıl (Sivas) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	255
Çizelge G.2: Akdağmadeni (Yozgat) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	255
Çizelge G.3: Aliğa (İzmir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	256
Çizelge G.4: Atkaracalar Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	256
Çizelge G.5: Ayaş (Ankara) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	257
Çizelge G.6: Ayder (Rize) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	257
Çizelge G.7: Balya-Şamlı (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	257
Çizelge G.8: Banaz (Uşak) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	258
Çizelge G.9: Bayındır (İzmir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	258
Çizelge G.10: Bayramiç (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	258
Çizelge G.11: Biga-Kırkgeçit (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	259
Çizelge G.12: Billoris (Siirt) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	259
Çizelge G.13: Bodrum (Muğla) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	259
Çizelge G.14: Boğazköprü (Kayseri) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	260
Çizelge G.15: Bölmekaya (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	260
Çizelge G.16: Bulamaçlı (Kırşehir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	260
Çizelge G.17: Çaldıran (Van) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	261
Çizelge G.18: Çan (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	261
Çizelge G.19: Çan-Bardakçılar (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	261
Çizelge G.20: Çan-Etili (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	262
Çizelge G.21: Çekirge (Bursa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	262

Çizelge G.22: Çeşme (İzmir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	262
Çizelge G.23: Cihanbeyli (Konya) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	263
Çizelge G.24: Çobanhamamı (Ankara) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	263
Çizelge G.25: Davutlar (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	263
Çizelge G.26: Demirci (Manisa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	264
Çizelge G.27: Derdin (Düzce) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	264
Çizelge G.28: Diyarbakır Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	264
Çizelge G.29: Dümbüldek (Bursa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	265
Çizelge G.30: Efteni (Düzce) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	265
Çizelge G.31: Emet (Kütahya) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	265
Çizelge G.32: Gazlıgöl (Afyon) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	266
Çizelge G.33: Gediz Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	266
Çizelge G.34: Gölemezli (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	266
Çizelge G.35: Güneyyolu (İçel) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	267
Çizelge G.36: Güzelyurt- Ilısu (Aksaray) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	267
Çizelge G.37: Güzelyurt- Sivrihisar (Aksaray) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	267
Çizelge G.38: Hamamat (Hatay) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	268
Çizelge G.39: Harlek (Kütahya) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	268
Çizelge G.40: Havran (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	268
Çizelge G.41: Havza (Samsun) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	269
Çizelge G.42: Heybeli (Afyon) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	269
Çizelge G.43: Hıdırlar (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	269
Çizelge G.44: Hisaralan (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	270
Çizelge G.45: Hisarcık (Kütahya) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	270
Çizelge G.46: Horasan (Erzurum) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	270

Çizelge G.47: Ilıca (Erzurum) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	271
Çizelge G.48: Ilıpınar (Bingöl) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	271
Çizelge G.49: Karahayıt-Pamukkale (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	271
Çizelge G.50: Kepekler (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	272
Çizelge G.51: Kesenözü (Bolu) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	272
Çizelge G.52: Kestanbol (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	272
Çizelge G.53: Kızılinler (Eskişehir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	273
Çizelge G.54: Köprübaşı-Saraycık (Manisa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	273
Çizelge G.55: Kös (Bingöl) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	273
Çizelge G.56: Köşkünler (Erzurum) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	274
Çizelge G.57: Köyceyiz (Muğla) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	274
Çizelge G.58: Kükürtlü (Bursa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	274
Çizelge G.59: Kula (Manisa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	275
Çizelge G.60: Kuşadası (İzmir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	275
Çizelge G.61: Mahmutlu (Kırşehir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	275
Çizelge G.62: Melikşah (Ankara) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	276
Çizelge G.63: Niğde-Çiftehan (Niğde) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	276
Çizelge G.64: Orhaneli-Sadağ (Bursa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	276
Çizelge G.65: Özalp (Van) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	277
Çizelge G.66: Pamukçu (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	277
Çizelge G.67: Pasinler (Erzurum) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	277
Çizelge G.68: Reşadiye (Tokat) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	278
Çizelge G.69: Şaphane (Kütahya) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	278
Çizelge G.70: Savcılı (Kırşehir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	278
Çizelge G.71: Sıcakçermik (Sivas) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	279

Çizelge G.72: Sulusaray (Tokat) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	279
Çizelge G.73: Termal (Yalova) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	279
Çizelge G.74: Topaklar (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	280
Çizelge G.75: Urganlı (Manisa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	280
Çizelge G.76: Yardımcıkaraali (Urfa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	280
Çizelge G.77: Yenice (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	281
Çizelge G.78: Yıldız (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	281
Çizelge G.79: Yıldızeli (Sivas) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	281
Çizelge G.80: Yoncalı (Kütahya) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	282
Çizelge G.81: Ziga (Aksaray) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.....	282
Çizelge H.1: 420 adet derin kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.....	283
Çizelge I.1 : 555 adet sığ kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.....	293

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Aktif tektonik tabaka sınırlarındaki aktif volkanlar (siyah noktalar) ve dünyadaki jeotermal enerji kullanımı.....	2
Şekil 1.2 : Türkiye'nin jeotermal alanları.....	4
Şekil 1.3 : Türkiye ve çevresi röliyef haritası	11
Şekil 1.4 : Türkiye sıcak suları ve jeotermal bölgelerinin dağılımı	12
Şekil 1.5 : Türkiye Batı Anadolu grabenleri	13
Şekil 1.6 : Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanma (Lindal Diyagramı) Yerleri	15
Şekil 1.7 : Yıllara göre jeotermal enerji kullanan (doğrudan ve elektrik üretimi) ülke sayıları	15
Şekil 1.8 : Yerkürenin jeotermal kuşakları	16
Şekil 1.9 : Jeotermal enerji doğrudan kullanımda toplam kurulu kapasitenin yüzdesi	18
Şekil 1.10 : Jeotermal enerji doğrudan kullanımda toplam enerji kullanım değerlerinin dağılım yüzdesi	18
Şekil 1.11 : Türkiye'nin yıllar itibariyle jeotermal kurulu güç grafiği	22
Şekil 1.12 : Yunanistan'daki mevcut ve ilginin olduğu jeotermal alanlar	27
Şekil 1.13 : Ege Denizi'ndeki ısı akısı dağılımı.....	28
Şekil 1.14 : İran jeotermal enerji kaynakları haritası.....	30
Şekil 2.1 : Türkiye yeraltı sıcaklık gradyanı dağılımı ve topoğrafya haritası	40
Şekil 2.2 : Türkiye'nin 3-10 km derinliklerindeki ısı içeriğine karşılık sıcaklık grafiği.....	43
Şekil 2.3 : Türkiye'nin 3-10 km derinliklerinde içerdiği toplam ısı içeriği (ısıl enerji) grafiği.....	44
Şekil 3.1 : Jeotermal enerji için McKelvey diyagramı.....	46
Şekil 3.2 : 279 jeotermal oluşum/yerin görünür kapasite aralık değerlerinin sayısal dağılımı	51
Şekil 3.3 : 73 jeotermal oluşum/yerin sıklık-görünür kapasite değerleri.....	52
Şekil 4.1 : Normal dağılım.....	62
Şekil 4.2 : Log normal dağılım.....	63
Şekil 4.3 : Düzgün dağılım.....	63
Şekil 4.4 : Üçgen dağılım.....	64
Şekil 4.5 : Yığınsal olasılık dağılımı	66
Şekil 4.6 : Aritmetik toplam ve olasılıklı toplam markerlarının yığınsal olasılık dağılımı üzerindeki gösterimi	67
Şekil 4.7 : Batı Anadolu Ege Kıyısı'ndaki bazı jeotermal alanların jeolojik yer haritası.....	69
Şekil 4.8 : Kızıldere jeotermal sistem modeli.....	73

Şekil 4.9 : Caferbeyli sahası 500 m derinlik rezistivite verileri.....	73
Şekil 4.10 : Seferihisar Sahasının 3D sıcaklık-hacim ilişkisi	74
Şekil 4.11 : Salavatlı Sahasının 3-boyutlu rezistivite dağılımı	75
Şekil 4.12 : $T_{\text{geri dönüş}}=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ için elektrik üretimine uygun 7 saha.....	77
Şekil 4.13 : $T_{\text{geri dönüş}}=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ için elektrik üretimine uygun 6 saha.....	77
Şekil 4.14 : $T_{\text{geri dönüş}}=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ için elektrik üretimine uygun 4 saha.....	78
Şekil 4.15 : $T_{\text{geri dönüş}}=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ için elektrik üretimine uygun 8 saha.....	78
Şekil 4.16 : Elektrik üretimine uygun 25 sahanın olasılıklı toplam ile elde edilen toplam potansiyeli	79
Şekil 4.17 : Elektrik üretimine uygun 25 sahanın olasılıklı toplam ve aritmetik toplam ile elde edilen tahmini üretilebilir güçleri	80
Şekil 4.18 : Değerlendirilen 25 sahanın P10 değerlerinin sıklık grafiği.....	81
Şekil 4.19 : Değerlendirilen 25 sahanın simülasyonlarında kullanılan en düşük sıcaklık değerlerinin sıklık grafiği	81
Şekil 4.20 : Değerlendirilen elektrik üretimine uygun 25 sahanın en küçük hacim değerine karşı P10 grafiği	83
Şekil 4.21 : Elektrik üretimine uygun 25 sahanın geri dönüş sıcaklığının 15°C olması durumundaki toplam ısı potansiyeli	84
Şekil 4.22 : Bölgesel ısıtmaya uygun 19 sahanın geri dönüş sıcaklığının 15°C olması durumundaki olasılıklı toplam ve aritmetik toplam ile elde edilen tahmini üretilebilir ısı güçleri	89
Şekil 4.23 : Bölgesel ısıtmaya uygun 16 sahanın olasılıklı toplam ve aritmetik toplam ile elde edilen tahmini üretilebilir ısı güçleri	91
Şekil 4.24 : Bölgesel ısıtmaya uygun 81 sahanın olasılıklı toplam ve aritmetik toplam ile elde edilen tahmini üretilebilir ısı güçleri	93
Şekil 4.25 : Bölgesel ısıtmaya uygun 122 sahanın olasılıklı toplam ve aritmetik toplam ile elde edilen tahmini üretilebilir ısı güçleri	95
Şekil 4.26 : Değerlendirilen 122sahanın P10 değerlerinin sıklık grafiği	96
Şekil 5.1 : Veri Seti I'in konum haritası.	103
Şekil 5.2 : Veri Seti II'nin konum haritası.....	104
Şekil 5.3 : Veri Seti I'in istatistiği (500 m derinlik için).	105
Şekil 5.4 : Veri Seti II'nin istatistiği (500 m derinlik için).....	106
Şekil 5.5 : Kuzey Batı Anadolu Bölgesi verilerinin konum haritası.	108
Şekil 5.6 : Kuzey Batı Anadolu Bölgesi'nin 500 m derinlik verilerinin istatistiği.	109
Şekil 5.7 : Kuzey Batı Anadolu Bölgesi'nin 1000 m derinlik verilerinin istatistiği	110
Şekil 5.8 : Güney Doğu Anadolu Bölgesi verilerinin konum haritası.	110
Şekil 5.9 : Güney Doğu Anadolu Bölgesinin 500 m derinlik verilerinin istatistiği.....	111
Şekil 5.10 : Güney Doğu Anadolu Bölgesinin 1000 m derinlik verilerinin istatistiği..	111
Şekil 5.11 : Kuzey Batı Anadolu Bölgesi'nin 500 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (IDW yöntemi).....	113
Şekil 5.12 : Kuzey Batı Anadolu Bölgesi'nin 1000 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (IDW yöntemi).....	113
Şekil 5.13 : Kuzey Batı Anadolu Bölgesi'nin 500 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (kriging yöntemi).....	114

Şekil 5.14 : Kuzey Batı Anadolu Bölgesi'nin 1000 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (kriging yöntemi)...	114
Şekil 5.15 : Güney Doğu Anadolu Bölgesinin 500 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (IDW yöntemi).....	116
Şekil 5.16 : Güney Doğu Anadolu Bölgesinin 1000 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (IDW yöntemi).....	116
Şekil 5.17 : Güney Doğu Anadolu Bölgesinin 500 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (kriging yöntemi)..	117
Şekil 5.18 : Güney Doğu Anadolu Bölgesinin 1000 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (kriging yöntemi).....	117
Şekil 5.19 : Birleştirilmiş veri setlerinin 500 m derinlikteki istatistiği.....	118
Şekil 5.20 : Türkiye'nin 500 m derinlik sıcaklık dağılımı haritası (kriging yöntemi).....	119
Şekil 5.21 : Türkiye'nin 500 m derinlik için sıcaklıktaki standart hata dağılım haritası (kriging yöntemi).....	120
Şekil 5.22 : Türkiye'nin 1000 m derinlik sıcaklık dağılımı haritası (kriging yöntemi).....	122
Şekil 5.23 : Türkiye'nin 500 m derinlik sıcaklık dağılımı haritası (derin veri-kriging yöntemi).....	124
Şekil 5.24 : Türkiye'nin 500 m derinlik sıcaklık dağılımı haritası (sığ veri-kriging yöntemi).....	125
Şekil C.1 : Kozaklı Sahasının jeolojik haritası.....	171
Şekil C.2 : Edremit Sahasının rezistivite haritası.....	172
Şekil D.1 : Giggenbach Na-K-Mg Diyagramı	189
Şekil D.2 : Türkiye sıcak suları için Cl-SO ₄ -HCO ₃ üçgen diyagramı	190
Şekil D.3 : Türkiye sıcak sularının Na/1000-K/100-√Mg diyagramı kullanılarak bölgesel sınıflaması.....	191
Şekil D.4 : Türkiye sıcak sularının için kalsite göre doygunluk indeksi-iyonik güç diyagramı.....	192
Şekil D.5 : Afyon İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.....	195
Şekil D.6 : Aydın İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.....	197
Şekil D.7 : Gümüşköy'e ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.....	199
Şekil D.8 : Balıkesir İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.....	202
Şekil D.9 : Bursa İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.....	204
Şekil D.10 : Çanakkale İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.....	206
Şekil D.11 : Denizli İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.....	209
Şekil D.12 : İzmir İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.....	212
Şekil D.13 : Kırşehir İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.....	214
Şekil D.14 : Kütahya İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.....	217
Şekil D.15 : Manisa İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.....	220
Şekil D.16 : Yozgat İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.....	222

TÜRKİYE JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'nin 0-10 km derinlik aralığındaki ısı içeriği, 0-3 km derinlikteki ulaşılabilir hidrotermal kaynak potansiyeli, bilinen (tanımlanmış) 279 jeotermal alanın-yerin (locality) kapasite envanteri ve bu sahaların kullanım (elektrik üretimi ve doğrudan) alanlarına göre potansiyelleri tahmin edilmiş, yeraltında 500 m ve 1000 m derinlikler için bölgesel ve genel sıcaklık dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Kapasite belirlenirken tanımlanmış saha verileri olarak Maden Tetkik ve Arama (MTA) jeotermal kaynakları envanter verileri, İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümü (İTÜ PDGMB) araştırma ve çalışmaları ile literatür bilgileri esas alınmıştır.

Bu tez çalışması dört ana konudan oluşmaktadır:

1. Türkiye'nin 0-3 km derinlik aralığı için yerkabuğunda depolanmış ısı içeriği $(3.0 \pm 1.0) \times 10^{23}$ J olarak hesaplanmıştır.
2. Bilinen 279 jeotermal alanın tanımlanmış (görünür) kapasitesi 20 °C referans sıcaklığı için 5550 MW_t ve 15 °C referans sıcaklığı için 5944 MW_t olarak bulunmuştur. 279 jeotermal alan içinde elektrik üretimine uygun jeotermal sahaların görünür kapasitesi sıcaklığı 150 °C' den büyük olan 11 saha için 2971 MW_t ve sıcaklığı 100 °C' den büyük olan 18 saha için 3518 MW_t'dir.
3. Bugüne kadar hacimsel yöntem kullanılarak yığınsal (birikimli) olasılık dağılımlarının elde edildiği 122 jeotermal sahanın 15 °C referans sıcaklığı için tahmini üretilebilir ısı potansiyel değeri (aritmetik ve olasılıklı toplam P10 değerlerinin ortalaması dikkate alındığında) en düşük 28.5 bin MW_t olarak hesaplanmıştır.
- Değerlendirilmesi yapılan 122 jeotermal saha içinde sıcaklığı 100 °C'den yüksek elektrik üretimine uygun 25 saha mevcut olup, bu sahalarından tahmini üretilebilir toplam elektrik güç potansiyel değeri (P10 değerlerinin ortalaması dikkate alındığında) en düşük 1055 MW_e olarak bulunmuştur. Eğer sıcaklığı 100 °C'den yüksek olan 25 sahanın hem elektrik üretiminde ve hem de geri kalan ısıнын doğrudan kullanım şeklinde entegre kullanımı ve diğer tüm sahaların doğrudan kullanımı göz önüne alınırsa, P10 değerlerine karşılık gelen elektrik üretim potansiyeli ve doğrudan kullanım potansiyeli 1055 MW_e ve 18 910 MW_t'dir.
4. Türkiye'nin bölgesel ve genel sıcaklık dağılımı haritaları farklı derinlikler için jeostatistiksel yöntemler kullanılarak oluşturulmuştur.

Bu çalışmada değişik kaynaklardan elde edilen sonuçlar, mevcut verilere ve literatür bilgilerine dayalıdır. Her bir hesaplama için esas alınan verilere, literatür bilgisine, yöntemlere, kaynağa dayalı varsayımlara konuları içinde açıklık getirilmiştir. Gelecekte

yeni bulunacak sahalar ile mevcut sahalarda elde edilecek yeni veriler ve bilimsel gelişmeler bu çalışma değerlerini etkileyebilecektir.

AN INVESTIGATION OF GEOTHERMAL ENERGY POTENTIAL OF TURKEY

SUMMARY

All along it is said that Turkey is rich in geothermal energy but this resource is not yet evaluated enough in terms of energy production. Although it will give a modest contribution, Turkey needs to include the geothermal resources to its energy supply portfolio. The determination of this contribution in a scientific manner is the aim of this study.

All current geothermal exploration and development projects in Turkey are focused on hydrothermal. The geothermal potential and dependency on imported energy sources are stimulating geothermal energy exploration and development projects in Turkey.

Geothermal exploration started in the beginning of 1960s in Turkey. Firstly in 1968, a high temperature geothermal field (Kızıldere), was discovered. Two medium temperature geothermal fields, Balçova and Seferihisar, were discovered and studied in 1960 and 1970s, respectively. A second high temperature field, Germencik, and various other medium temperature fields such as Salavatlı and Simav were identified in the 1980s. Although geothermal activities have been continuing in the last 45 years in Turkey, low and medium temperature resources have not yet explored and evaluated in details.

To evaluate the potential of geothermal energy for Turkey, an assessment study has been conducted at Istanbul Technical University. This study focuses on estimating the potential of geothermal fields in terms of electricity generation and non-electric thermal production. We focused our efforts on two resource categories: (1) hydrothermal resources and (2) geothermal potential of Turkey obtained using terrestrial heat flow. Our results so far reveal that the geothermal resource potential of rocks shallower than 3 km is $3\pm 1 \times 10^{23}$ J.

There are 279 geothermal localities (including fields and occurrences) known to exist in Turkey according to geothermal inventory data given by General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA, 1996 and 2005). In order to assess the identified geothermal capacity which could be called also as reserves, a detailed data inspection is conducted. Not only the data on wells drilled, flow rate and temperature measurements, water chemistry given by MTA (1996, 2005) but also the fields studied in literature and our department were all collected, analyzed and classified. All the collected data are used to estimate the identified geothermal potential of the country in terms of capacity.

Here the capacity (apparent capacity/identified capacity), the thermal power in MW_t , is calculated in terms of the flow rates and the temperature values. Current identified geothermal capacity of all geothermal localities discovered in Turkey is 5944 MW_t for a

reference temperature of 15 °C. The installed capacity is about 100 MW_e for electricity generation whereas the direct energy use is estimated to be 800 MW_t for direct use.

Probabilistic methods were employed to provide an approach that accounts for both the uncertainty in each of parameters that affect reserves of individual development and production.

The stored heat method is well suited to being adapted to a probabilistic approach. We used the “Monte Carlo Simulation” technique to allow the variables to vary over a defined range, with the probability of any particular value being determined from an appropriately defined distribution.

A total of 122 potential geothermal fields were evaluated using volumetric reserve estimation method employing existing geological, geochemical and geophysical data. 25 geothermal fields with high temperatures (over 100 °C) are suitable for electric power generation, 16 geothermal fields with moderate temperatures (60 °C -100 °C) are suitable for district heating usages and the rest 81 small geothermal fields with medium to low temperatures (lower 60 °C) are suitable for other direct applications.

Taking the results of the Monte Carlo Simulation studies for high temperature geothermal (hydrothermal) fields (a total of 25 individual fields) as an estimate of the lower limit of the geothermal potential, the lower limit of Turkey geothermal potential for electricity generation is estimated to be 1055 MW_e and the corresponding value for direct use to be 22 450 MW_t, both values valid for P10 (Cumulative Probability of 0.1) for a reference temperature of 100 °C and 15 °C.

According to Monte Carlo simulation results 122 fields have 28 500 MW_t (cumulative probability; P10) thermal potential for a reference temperature of 15 °C. In case of integrated exploitation of the 25 high temperature fields for both electricity generation and direct use and the direct use exploitation of all other fields, the electricity generation potential and the direct use potential corresponding to P10 values are 1055 MW_e and 18 910 MW_t, respectively.

This study describes the methodology and presents the updated results in terms of identified hydrothermal capacity, geothermal resource base, and EGS potential. Furthermore, the subsurface temperature distribution maps for regionally and also whole country using two kind data sets were used to produce the subsurface temperature distribution maps at 500 m and 1000 m depth are discussed.

As the study is related to the underground of the earth, it involves uncertainties and risks both in the calculations and estimations. The main constraint is related to the limited number of measurements of our database. Using the geothermal resource we have reached some range of estimates of the hydrothermal resource and estimates of the extractable portion of heat. Our ongoing efforts to improve the database and methods for estimates are continuing. With addition of new, revised and updated data, better and more accurate estimates of the geothermal capacity and potential will be possible.

1. GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynağı olan jeotermal enerji, bütün dünyada olduğu gibi Türkiye'de de kullanılmakta ve giderek de önemi artmaktadır. Halen kullanılmakta olan fosil yakıtların (petrol, doğalgaz, kömür) tükenebilir enerji kaynakları olmalarının getirdiği kaygılara paralel olarak fiyatlarında artış olabileceği nedeniyle jeotermal enerjiye ilginin artacağını tahmin etmek zor değildir.

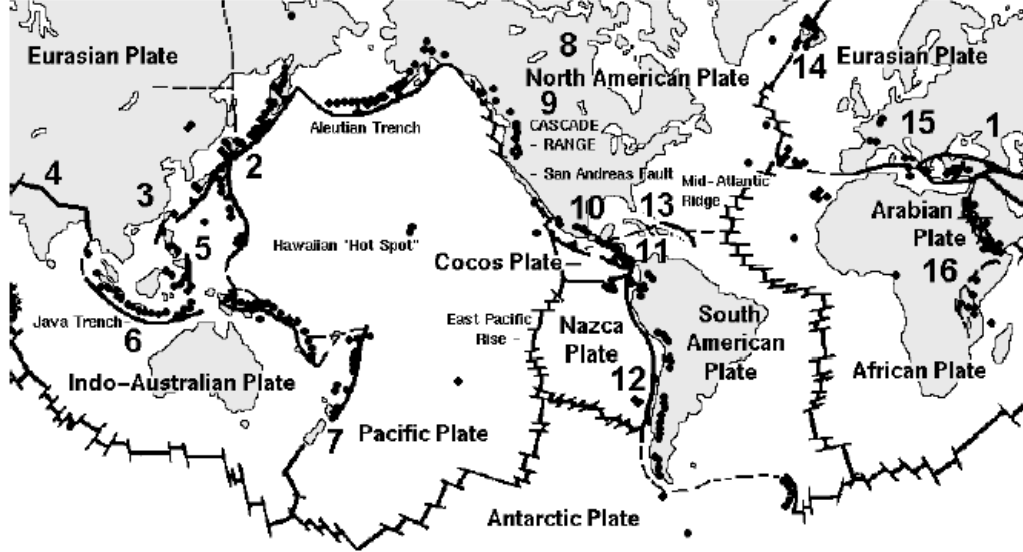
Jeotermal enerji, yerkabuğu içinde depolanmış olan ısı enerjisidir. Isıl enerji yeraltındaki formasyonlarda ve onların çatlak ve gözeneklerindeki doğal akışkanlarda bulunur. Akışkan, genelde değişik miktarlarda çözünmüş katı madde ve yoğunlaşmamış gaz (örneğin CO₂) içeren su, doymuş durumda su-buhar karışımı veya doymuş buhar şeklindedir.

Tarihin ilk çağlarından beri jeotermal akışkanın ilkel yollarla ısıtma, yıkanma ve sağlık amaçlı olarak kullanıldığı günümüze ulaşan yapı kalıntıları ve kayıtlardan anlaşılmaktadır; ülkemizdeki Agomemnon (Balçova), Allioni Cleopatra (Bergama) v.b. kaplıcaları gibi.

Doğal sıcak su kaynakları endüstriyel alanda ilk defa 1827 yılında İtalya'da borik asit elde etmek amacıyla kullanılmıştır (MTA, 1996; Tester vd., 2005). 20.Yüzyılın ilk yıllarında jeotermal buhardan elektrik üretimi çalışmalarının başlatıldığı ve 1904'de Larderello'da (İtalya) başarıldığı bilinmektedir. 1912 yılında gücü 250 kW_e olan ilk jeneratör Larderello'da kurulmuştur. İzlanda'nın Reykjavik kentinde 1930'lu yıllarda, jeotermal enerjiden ısıtma amaçlı olarak yararlanılmıştır. Yeni Zelanda'nın Wairakei sahasında 1949 yılında turistik amaçlı bir otele sıcak su temini amacıyla başlanan sığ sondajlardan sonra elektrik elde edebilmek amacıyla derin sondajlara geçilmiş ve 1958 yılında 140 MW_e kapasiteli bir santral kurulmuştur. 1960'da ABD'de, 1961'de Meksika'da, 1966'da Japonya'da ve 1984'de de Türkiye (Kızıldere)'de jeotermal enerjiden elektrik üretim santralleri kurulmuştur. Jeotermal kaynak araştırmaları ve çalışmalarında ağırlık daha çok elektrik üretebilme amacına yöneliktir. Halen dünya jeotermal kurulu elektrik üretim kapasitesi 10.7 bin MW_e ve

elektrik dışı doğrudan kullanım kapasitesi de 51 bin MW_t kadardır (Bertani, 2010 ve Lund vd., 2010). Türkiye için ise, elektrik kurulu güç kapasitesi 100 MW_e, elektrik dışı doğrudan kullanım kapasitesi ise 800 MW_t kadardır (Serpen vd., 2010). Türkiye dahil 105 ülke için hesaplanmış jeotermal kaynak sıralamasında Türkiye jeotermal kaynak bakımından dünyada 28. sırada (Edwards vd., 1982), jeotermal elektriği üretiminde ise 24 ülke içerisinde 13. sırada yer almaktadır (Bertani, 2010).

Dünyada coğrafi olarak yaklaşık %5'lik bir alanda jeotermal kaynaklar vardır. Jeotermalciler bu kuşağı "Ateş Halkası" (Ring of Fire) olarak adlandırmaktadırlar. Türkiye bu ateş halkası kuşağı içindedir. Bu nedenle Türkiye, dünyada jeotermal enerjiye sahip şanslı ülkelerdendir. Dünyanın bilinen önemli jeotermal kuşakları (Şekil 1.1), Güney Amerika'nın batı sahillerindeki And volkanik kuşağı, Hindistan platosu ile Avrasya platosunun çarpışması sonucu oluşan Alp-Himalaya kuşağı, Doğu Afrika rift sistemi, Karayip adaları ve Orta Amerika volkanik kuşağıdır. Bunların dışında; Kanada, ABD, Japonya, Doğu Çin, Filipinler, Endonezya, Yeni Zelanda, İzlanda, Meksika, Kuzey ve Doğu Avrupa ile Rusya, tektonik oluşumların etkisiyle, verimli jeotermal sahalara sahiptir.



Şekil 1.1: Aktif tektonik tabaka sınırlarındaki (siyah düz çizgiler) aktif volkanlar (siyah noktalar) ve dünyadaki jeotermal enerji kullanımı (Topinka, USGS/CVO, 1999).

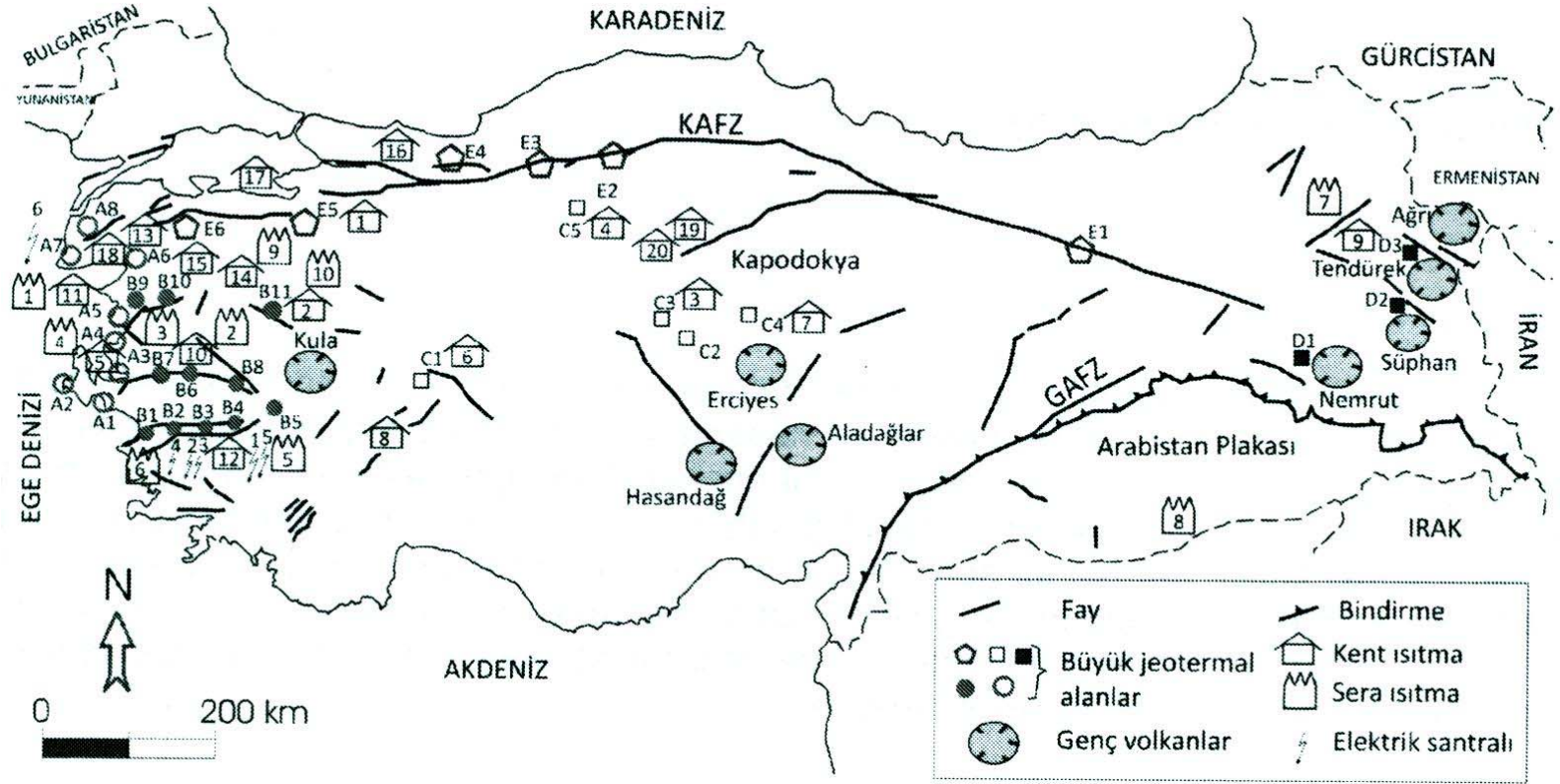
1-Rusya, 2-Japonya, 3-Çin, 4-Himalayalar, 5-Filipinler, 6-Endonezya, 7-Yeni Zelanda, 8-Kanada, 9-ABD, 10-Meksika, 11-Orta Amerika, 12-And Dağları, 13-Karaipler, 14-İzlanda ve Atlantik Adaları, 15-Avrupa ve Akdeniz, 16-Afrika.

Anadolu yarımadası Alp-Himalaya kuşağında, Akdeniz kıvrımında bulunmaktadır. Bu genç oluşumda yoğun tektonik ve volkanik hareketlilik süregelmektedir. Türkiye, Anadolu yarımadasının doğu, orta ve batı bölümlerinde birçok jeotermal kaynağa sahiptir (Şekil 1.2). Batı Anadolu grabenlerinde, elektrik üretimine olanak veren jeotermal kaynaklar keşfedilmiştir. Orta ve Doğu Anadolu volkanik oluşumlarında ise elektrik üretebilir jeotermal kaynakların keşfi ümit edilmektedir.

Dünyadaki birçok jeotermal sistemin ısı kaynağı, henüz soğumasını tamamlamamış magma kütlesi veya genç bir volkanizma ile ilgilidir. Yüzeyden kırık ve çatlaklar aracılığı ile derinlere süzülen meteorik kökenli sular önce ısınarak yukarı çıkar ve değişik derinliklerde yer alan ve geçirimsiz örtü kayalarla kontrol edilmiş olan gözenekli ve/veya ikincil geçirgenlikli formasyonlarda birikerek mineralce zenginleşirler. Yerkabuğunun derinliklerinde ısınan sular ve ısınma sürecinde oluşan buhar ve gazlar kırık ve çatlak sistemlerinin oluşturduğu yollarla yeryüzüne ulaştıklarında jeotermal kaynakların göstergelerini oluşturur (MTA, 1996).

Kırık ve çatlaklara bağlı olarak yeraltında dolaşan, normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla daha fazla çözünmüş madde içeren jeotermal akışkan, kendiliğinden (doğal olarak) yeryüzüne çıktığında veya sondajlar yoluyla üretilebildiğinde su ve/veya buhar baskın sistemler kendini göstermiş olur.

Yerkürenin kabuğunda depolanmış ısı, halen üretilmekte olan görelî olarak sıg derinliklerdeki ekonomik hidrotermal kaynakları ve ayrıca yerkürenin daha derininde depolanmış ve her yerde bulunan ısıl enerjiyi de kapsar. Hidrotermal kaynaklar elektrik ve elektrik-dışı amaçlarla kullanılırlar, fakat bu tür kaynaklar sınırlıdır. Lindal diyagramına göre hidrotermal sistemlerin rezervuar sıcaklığı 140 °C'ı aşıyor ise geleneksel elektrik üretimi gerçekleşir. Sıcaklık aralığı 90-140 °C olan hidrotermal sistemler ise düşük sıcaklıkta buharlaşan çalışma sıvıları (izo bütan ve pentan gibi hidrokarbonlar) yardımıyla ikili (binary) çevrimle elektrik üretiminde veya ısı değıştirciler kullanılarak ısıtmacılık ve çeşitli endüstri dallarının yanı sıra balneolojide ve kaplıcalarda kullanılır. Sıcaklık aralığı 60-90 °C olan hidrotermal sistemler başta bölgesel ısıtma olmakla beraber kültür balıkçığında, sıcaklık aralığı 20-60 °C olan hidrotermal sistemler doğrudan ve ısı değıştirciler yardımıyla dolaylı olarak ısıtmacılık, soğutmacılık ve çeşitli endüstri dallarının yanı sıra seralarda, balneolojide ve kaplıcalarda kullanılır (Gunnlaugsson, 2010).



Şekil 1.2: Türkiye'nin jeotermal alanları (Serpen vd., 2009).

Ege Kıyısı Kesiminde: (A1) Seferihisar, (A2) Çeşme, (A3) Balçova, (A4) Aliğa, (A5) Dikili-Bademli, (A6) Edremit, (A7) Tuzla, ve (A8) Kestanbol; Batı Anadolu Grabenlerinde: (B1) Germencik, (B2) Aydın, (B3) Salavatlı-Sultanhisar, (B4) Kızıldere, ve (B5) Denizli; (B6) Salihli-Kuşunlu, Caferbeyli ve Sart, (B7) Turgutlu-Urganlı, (B8) Alaşehir-Kavaklıdere, (B9) Dikili-Kaynarca, (B10) Bergama ve (B11) Simav; Orta Anadolu kesiminde: (C1) Afyon, (C2) Kapadokya, (C3) Kırşehir, (C4) Kozaklı, ve (C5) Kızılcahamam; Doğu Anadolu kesiminde: (D1) Nemrut Caldera, (D2) Ercis-Zilan, ve (D3) Diyar; Kuzey Anadolu Fay Zonu boyunca: (E1) Erzinan, (E2) Çerkes, (E3) Bolu, (E4) Düzce, (E5) Bursa ve (E6) Gönen. KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu; DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu. Alan-konut ısıtma sistemleri: (1) Gönen-Balıkesir, (2) Simav-Kütahya, (3) Kırşehir, (4) Kızılcahamam-Ankara, (5) Balçova-İzmir, (6) Afyon, (7) Kozaklı-Nevşehir, (8) Sandıklı-Afyon, (9) Diyar-Ağrı, (10) Salihli-Manisa, (11) Dikili-İzmir, 12 Sarayköy-Denizli, (13) Edremit-Çanakkale, (14) Bigadiç-Balıkesir, (15) Bergama-İzmir, (16) Kuzuluk-Sakarya, (17) Armutlu-Yalova, (18) Güre-Balıkesir, (19) Sorgun-Yozgat ve (20) Yerköy-Yozgat. Jeotermal seralar: (1) Dikili-İzmir, (2) Salihli-Manisa, (3) Turgutlu-Manisa, (4) Balçova-İzmir, (5) Kızıldere-Denizli, (6) Gümüşköy-Aydın, (7) Diyar-Ağrı, (8) Karacaali-Urfa, (9) Sındırgı-Balıkesir ve (10) Simav-Kütahya. Jeotermal santraller: (1) Kızıldere-Denizli, (2 ve 3) Dora-1 ve Dora-2, Salavatlı-Aydın, (4) Gürmat, Germencik-Aydın, (5) Bereket, Kızıldere-Denizli ve (6) Tuzla-Çanakkale.

Yerkabuğu içinde doğal sıcak su dolaşımına olanak sağlayabilecek sıklıkta kırık ve çatlakların mevcut olmamasına karşın, buralarda olağan dışı ısı birikimi varsa, oluşturulacak yapay kırıklar (akış kanalları) vasıtasıyla yerkabuğunun derinliklerine gönderilerek oralarda dolaştırılan meteorik kökenli sularla da enerji üretimi mümkün olabilir. Bu tür sistemler “Sıcak Kuru Kaya” (Hot Dry Rock) veya Geliştirilmiş Jeotermal Sistemler (GJS) [Enhanced (Engineered) Geothermal Systems] tipi jeotermal sistemler olarak adlandırılır.

Ulaşılabilir ve üretilebilir hidrotermal kaynağın sürekliliği beslendiği akifer/akiferler potansiyeline ve rezervuara tekrarbasma (reenjeksiyon: üretilen akışkanın ısısı alındıktan sonra geldiği yere basılması) işleminin başarısına bağlıdır. Beslenmenin üzerinde kullanım olmadıkça sistem süreklilik arz eder ve sürdürülebilir olarak işletilebilmektedir. Eğer hidrotermal sistemlerin doğal beslenmesi yeterli değilse, üretimi uzun süreli kılabilmek için başvurulacak tekrarbasma uygulaması sürdürülebilir işletmenin olmazsa olmaz koşuludur (Satman, 2005b; Satman, 2010b).

Isının yerkabuğu boyunca yeryüzüne akışı kayaçların katı kesimlerini oluşturan matriks yapı içinde ısı iletimi ile ve bu kayaçların birbiriyle bağlantılı gözenek, çatlak vb. boşlukları içinde yüksek basınç ortamından düşük basınç ortamına doğru akan akışkanlar tarafından ısı taşınımıyla sağlanır. Jeotermal sistemlerde ısı geçişi; a) ısı iletimi (conduction) ve ısı taşınımı (convection) mekanizmaları, b) uranyum, toryum ve potasyum izotopları gibi radyoaktif sistemlerin bozunması sonucu oluşan ısıdan kaynaklanan ısı ışıma (radiation) ile gerçekleşir.

Yerkürede yüzeye olan ısı akısı (heat flux), 20-150 mW/m² değerleri arasındadır (MIT, 2006). Dünya ortalaması 60 mW/m²'dir (Kırk-Othmer, 1980). Yüksek sıcaklıklı hidrotermal sistemler içeren alanlarda yüzeye ısı akısı genelde 120 mW/m²'den yüksektir. Yerkabuğundan yüzeye ısı akışında önemli olan parametreler; ısı iletkenlik, jeotermal sıcaklık gradyanı, yüzey sıcaklığı ve varsa kabuk içerisindeki radyoaktif elementlerden (U, Th, K...) kaynaklanan ısı akısıdır.

Hidrotermal taşınım sistemlerinin üç temel bileşeni vardır. Bunlar: ısı kaynağı, akışkan ve geçirgenliktir. Geçirgenlik, ısınan düşük yoğunluklu akışkanın yukarılara doğru akışını kolaylaştırırken aynı zamanda doğal beslenmenin gerçekleşmesine neden olan kayaç özelliğidir. Rezervuar olarak da tanımlanan hidrotermal taşınım sistemlerinde ısı enerjisinin çoğunluğu (%90'a yakın) kaynağıdır. Bu nedenle, tekrar

basma uygulaması rezervuardan daha fazla ısı üretilmesini sağlarken, jeotermal sahanın verimli ve sürdürülebilir işletilmesine yardımcı olur. Sıcak akışkanın ısı taşınması ısı enerjinin rezervuar içinde yeryüzüne doğru yaklaşımında ve ekonomik olarak üretiminde temel mekanizmadır (Satman, 2005a).

Hidrotermal taşınım sistemleri buharın baskın olduğu sistemler ve suyun baskın olduğu sistemler olarak iki gruba ayrılırlar. Buharın baskın olduğu sistemlere dünyada az rastlanmaktadır (örnek: ABD’de Geysers Sahası ve İtalya’da Larderello Sahası) ve Türkiye’de yoktur. Türkiye’de keşfedilen tüm jeotermal rezervuarlar suyun baskın olduğu hidrotermal taşınım sistemleridir. Bu tür sistemler içinde hareket eden su, rezervuardaki basıncı kontrol eder ve ısıyı derinlerden rezervuara taşınmasına neden olur. Yeryüzüne doğal olarak ulaşan çıkışlarla veya sondajlarla tanımlanırlar. Suyun baskın olduğu sistemlerde (örnek: Wairakei Sahası) belirli derinliklerde sıvı fazdan gaz fazına geçişin gerçekleştiği (iki fazın oluştuğu, sıvı ve gaz fazının birlikte bulunduğu) durumlar olabilir.

Geliştirilmiş Jeotermal Sistemler, ısı üretimi amaçlı hem günümüz hem de gelecekteki teknolojiler kullanılarak yer içinde depolanmış ısı enerjisi üretmek için hemen hemen sonsuz bir potansiyele sahiptir (Satman, 2007). GJS kaynaklarda, hidrotermal sistemlerden farklı olarak, rezervuara doğal akışkan beslenmesi ve yüksek geçirgenlik ve gözeneklilik özelliği bulunmaz. Bu kaynaklardan enerji üretimi, yüksek teknoloji ve mühendislik bilgisiyle geliştirilip desteklendiği için bu sistemler ayrıca “Engineered Geothermal Systems” olarak da ifade edilebilmektedirler.

Akışkan içermeyen ve iletimin etken olduğu sıcak kuru kayaç veya son yıllarda kullanılan teknolojiyle GJS için derinlik sınırı 10 km olarak alınmaktadır. GJS’in dünya üzerindeki uygulamaları şimdilik pilot seviyede birkaç adet olmakla birlikte, uzun dönemde bu sistemlerden oldukça yüksek potansiyeller elde edileceğine inanılmaktadır (MIT, 2006).

Jeotermal kaynağın türü sıcaklık-derinlik ilişkisine (jeotermal gradyana), rezervuar kayacının geçirgenlik ve gözenekliliğine ve akışkan içeriğine bağlı olarak belirlenebilir. Hidrotermal kaynaklar yüksek sıcaklık gradyanları, yüksek kayaç geçirgenliği ve gözenekliliği, içerdiği yeterli akışkan miktarı ve rezervuara yeterli akışkan beslenmesi özelliklerine sahipken, EGS kaynaklarda rezervuara doğal akışkan beslenmesi ve yüksek geçirgenlik ve gözeneklilik özelliği bulunmaz.

Jeotermal kaynakların değerlendirilmesinde üç önemli bileşen incelenir (Satman, 2007):

1. Kaynak: Kaynağın büyüklüğünün ve dağılımının tahmininde kullanılır.
2. Teknoloji: Sondaj, rezervuar tasarımı ve işletilmesi ve ısı enerjinin doğrudan veya dolaylı kullanımı için dönüşümü gibi enerji üretimi ve kullanımını kapsayan koşulları oluşturur.
3. Ekonomi: Yerküreden ısı üretimi için kullanılan yöntemlerin kullanımındaki maliyeti tahminde kullanılır.

Yukarıdaki bileşenlerin başında ve ilk gereklilik olarak ise kaynağın ulaşılabilirliği gelmektedir. Kaynak, fiziksel yayılımı bakımından yeterince büyük, yüzeye yakın ve ısı içeriği bakımından yeterli ise hidrolojik, jeolojik ve yerinde kayaç özelliklerinin de dikkate alındığı ısı üretimi tasarlanmalıdır (Kırk-Othmer, 1980).

1.1 Literatür Özeti

EPRI 1978 yılında (Electrical Production Research Institute) tüm dünya ülkeleri ve dünya için jeotermal kuşak ve zonları baz alarak 0-3 km derinlik aralığında ülkelerin içerdiği jeotermal kaynak potansiyelinin tahmini için bir çalışma yapmıştır (EPRI, 1978). Bu araştırma raporu, dünyadaki yararlı jeotermal kaynakların tanımlanması, mevcut rezerv durumuna açıklık getirmesi ve geleceğe yönelik geliştirme projeksiyonlarına ışık tutması bakımından çok değerli ilksel bir çalışma niteliğindedir. ABD’de USGS’de (United States Geological Survey) jeotermal kaynaklarla ilgili çalışmalar 1970’lerden itibaren sürmektedir. White ve Williams (1975) orta (90-150 °C) sıcaklıklı (USGS 726 raporu) ve Muffler (1979) yüksek (>150 °C) sıcaklıklı (USGS 790 raporu) jeotermal kaynakların ulusal bazda değerlendirmesini yapmışlardır. Reed (1983) düşük sıcaklıklı (<90 °C) jeotermal kaynakların değerlendirmesini yaparak USGS 892 raporunu yayınlamıştır. Bu araştırmacılar, jeotermal kaynak terminolojisi geliştirme amaçlı ve ayrıca ABD’nin ısı akısı, hidrotermal taşınım sistemleri, ısı iletimi ve taşınımı sistemleri, mevcut sıcaklık verilerini ve hacim verilerini birleştirerek enerji tahmini yapmaya yönelik birçok çalışma ve araştırma yapmışlardır. Çalışmalarda belirli derinlikler ve sıcaklık aralıklarına göre üretilebilecek elektrik ve ısı enerjiler hesaplanmıştır. Muffler ve Cataldi (1978) jeotermal kaynakların bölgesel değerlendirmesi yöntemleri üzerine

alışmalar yaparak ulaşılabilir kaynak tanımına açıklık getirmiş ve hacimsel yöntemlerle yerinde ısı miktarına yaklaşımlar yapmıştır. Ayrıca tanımlanmış ve keşfedilmemiş kaynak konuları da incelenmiştir. USGS’de Colin Williams 2000’li yıllardan beri yerinde ısı enerjisinin retilebilirliğine (retilebilirlik faktörü) ve jeotermal kaynakların değerlendirmesine yönelik çeşitli çalışmalar sürdürmektedir (Williams, 2004; 2005; 2007; 2010a; Williams vd., 2005; 2007; 2008; 2009). Subir Sanyal da 1970’li yıllardan beri jeotermal sistemlerin sınıflandırılması, kaynak değerlendirilmesi, üretilebilirlik faktörü, EGS kaynaklar başta olmak üzere jeotermalle ilgili çok çeşitli çalışmaları sürdürmektedir (Sanyal, 2004; 2005; 2010a, Sanyal vd., 1977; 2002; 2004a; 2004b; 2005). John Lund 1978 yılından beri jeotermal enerjinin doğrudan kullanım alanı ile ilgili veri toplama çalışmalarını sürdürmekte, ülkelerin doğrudan kullanım kapasiteleri hakkında ayrıntılı raporlar sunmaktadır (Lund, 1976, Lund vd., 2005; 2010).

MIT (Massachusetts Institute of Technology)’de Cummings ve diğerleri 1979 yılında yer ısısının işletilmesi: sıcak kuru kaya jeotermal enerjisi ile ilgili çalışmalar yayınlamışlardır (MIT, 2006). En son 2006 yılında MIT jeotermal enerjinin geleceğinin (21. yüzyılda ABD’de GJS’in etkisi) anlatıldığı bir çalışma yapmıştır (MIT, 2006). Bu alışmada ABD için gelecekte jeotermal enerjinin birincil önemli enerji kaynağı olacağı belirtilmiş ve 2050 yılı için ülkenin jeotermal elektriği üretim kapasite hedef değerı 100 000 MWe olarak verilmiştir (MIT, 2006).

Avrupa’da ise Chapman ve Pollack (1975) küresel ısı akısı ile ilgili çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra Çermak ve Hurting (1977a) ve Çermak ve Rybach (1979) Avrupa kabuğundaki ısı akısına yönelik çalışmalar yapmışlardır.

Türkiye’nin ısı içeriği (0-3 km derinlik için) ilk defa (EPRI, 1978) tarafından hesaplanmıştır. Aynı derinlik için İT Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümünde 1996’dan itibaren ısı akısı verilerine dayalı çalışmalar yapılmaktadır. Bu alışmalar Bölüm 2’de ayrıntılı olarak verilmektedir.

(Tezcan, 1979) sığ verilere dayalı ısı akısı haritasını hazırlamıştır. (İlkışık, 1992) silika ısı akısı tahminleri ve Anadolu’daki litosferik sıcaklığa bağlı çalışmalar yapmıştır. Mışakan ve cal (1998) Türkiye’nin petrol ve doğal gaz kuyularında ölçülmüş sıcaklık verilerini kullanarak yeraltı sıcaklık gradyanı dağılımı çalışmasını yapmışlardır. Ahlatı (2005) gradyan haritaları ve kayaç iletkenliklerini kullanarak ülkemizin atmosfere olan ısı deşarjını hesaplayan bir bitirme çalışması yapmış ve bu

deşarjı 84.2 GW olarak tahmin etmiştir. Mıhçakan ve diğerleri (2006) derin kuyu sıcaklıklarını kullanarak Türkiye'nin yer altı sıcaklık gradyan dağılımını incelemiştir. MTA (2006) sığ kuyu verilerine dayalı gradyan değerlerini kullanarak Türkiye'nin ısı akısı haritası oluşturulmasına yönelik bir çalışma yapmıştır. Satman (2007) ise bu doktora çalışmasının başlangıcını oluşturan ve Türkiye'nin hidrotermal kaynak potansiyeli hakkında belirli varsayımlara dayanan tahminleri sunan bir çalışma yapmıştır.

Türkiye'nin jeotermal envanteri MTA kayıtlarında mevcuttur. Erentöz ve Ternek (1968) Türkiye'nin mineralli sular, sıcak su kaynakları ve jeotermal bölgelerinin dağılımı gösteren bir çalışma yapmışlardır. Ayrıca İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümünde bazı jeotermal sahalar için yapılan proje çalışma verileri mevcuttur. Bu çalışmada Türkiye'nin jeotermal enerji kapasite ve potansiyelinin bilimsel temellere dayanarak belirlenmesi hedeflenmiştir.

1.2 Tezin Amacı ve Kapsamı

Ülkemiz jeotermal enerji potansiyelinin bilimsel temellere dayanarak belirlenmesi bu çalışmanın amacı olarak hedeflenmiştir. Türkiye'nin jeotermal tanımlanmış kapasitesi, jeotermal ısı ve elektrik potansiyeli (bu potansiyelin kullanım alanlarına göre tanımlanarak belirlenmesi) ve yeraltında depolanmış ısı içeriğinin (jeotermal kaynak) belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçlara, Türkiye'nin 500 m ve 1000 m derinliklerindeki sıcaklık dağılım haritalarının oluşturulması da dâhil edilmiştir.

1.3 Tezin Katkısı ve Özgün Değeri

Kalite ve konfor gelişimi kısaca kalkınma, enerjiye dayanmaktadır. Artan nüfus ve giderek gelişen sanayi enerjiyi pahalılandırmaktadır. Fosil yakıtların tükenebilir olması yenilenebilir enerjiye ilgiyi ve yönelimi arttırmaktadır.

Ülkemiz konumu itibarıyla jeotermal enerji olanağına sahiptir. Gelişen teknolojiler ile gelecekte jeotermal enerjiden yararlanma olanakları artabilecektir.

MTA, İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümü verileri ve literatür bilgilerinden faydalanılarak ve günümüz bilimsel yöntemleri kullanılarak hazırlanan bu tez ülkemiz jeotermal enerji kullanıcılarına ve bu sahada araştırma yapacaklara kaynak olabilecektir. Şimdiye dek Türkiye'nin jeotermal potansiyeli konusunda

anonim bir rakam dolaşmakta olup bu rakamın nasıl elde edildiği konusunda bilimsel açıklama ve akademik bir bilgi/çalışma yoktur. İlk defa Türkiye'nin jeotermal potansiyelini akademik anlamda inceleyen bir çalışma olması bu tezin özgünlüğünün ifadesidir.

1.4 Türkiye'nin Tektonik Yapısı

Türkiye, Mesozoyik'in sonlarında Tetis Okyanusu'nun kapanışı sırasında gelişmeye başlamış olan Alp-Himalaya dağ kuşağının orta kesiminde yer almaktadır. Kuzey ve güneyinde sıradağlar oluşurken ortasında Menderes ve Orta Anadolu Masifleri gibi pre Kambriyen-Paleozoyik metamorfik kalkanları kalmıştır. Bunlardan Menderes Masif'indeki yakın dönem tektonik hareketler, şimdiki yüksek ısı akısı ile birçok orta ve yüksek sıcaklıklı jeotermal sahaların oluşumunu sağlamıştır (Erentöz ve Ternek, 1968, Serpen vd., 2009).

Türkiye'de Neotektonik dönemin başlangıcı, Arap-Afrika ve Avrasya levhalarının etkileşime başladığı dönem olarak kabul edilir. Bu dönemin başlangıcıyla Anadolu levhası olarak adlandırılan levhanın, iki ayrı tektonik sınır boyunca batıya doğru hareketi görülmektedir. Bu levha sınırlarından biri Kuzey Anadolu Fayı (KAF) diğeri ise Doğu Anadolu Fayı (DAF)'dır (Şekil 1.3). KAF Türkiye'nin doğusundan başlayıp Yunanistan'a dek uzanan ve günümüzde de aktivitesini sürdüren önemli bir faydır. Nitekim 1999 depremleri de bunu göstermektedir. KAF başlangıç noktası olan Karlıova'dan başlayıp neredeyse tek bir parça olarak Mudurnu vadisine dek uzanırken, bu noktadan sonra Marmara bölgesinde kuzey ve güney kollar olmak üzere iki kola ayrılır (Avşar, 2004).

Kuzey Anadolu fayı boyunca suların 17 km kadar derinlere süzülmesi ve dolaşımı için kanallar var olup, buralarda da düşük sıcaklıklı jeotermal oluşumlar bulunmaktadır. Bu fay üzerindeki jeotermal oluşumlar daha çok fayın açılım bölgelerindedir (örnek, Adapazarı, Bolu, Yalova, Gemlik, Bursa, Gönen, Samsun, Tokat vb.).

Geç Miyosen dönemi Türkiye tektoniği açısından bir dönüm noktasıdır. Bu dönemde Doğu Anadolu'da Bitlis kenet kuşağı boyunca Arabistan-Avrasya çarpışmasının başladığı görülür. Birbirine doğru yaklaşan Avrasya ve Arabistan arasında Doğu Anadolu kuzey-güney yönde kısalmaya/daralmaya başlamış ve daha sonra sıkışma

ile gelişen yükselim, gravitasyonel kuvvetlerce de karşılanamayınca kütle yana doğru itilip aradan uzaklaştırılmıştır. Böylece Anadolu levhası Doğu Anadolu sıkışma bölgesinden batıya doğru kolaylıkla dalıpatabilen Doğu Akdeniz litosferi üzerine iki yeni levha sınırı boyunca yanıl olarak itilmeye başlamıştır. Bu iki levha sınırı Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu faylarıdır (McClusky vd., 2000) (Şekil 1.3).

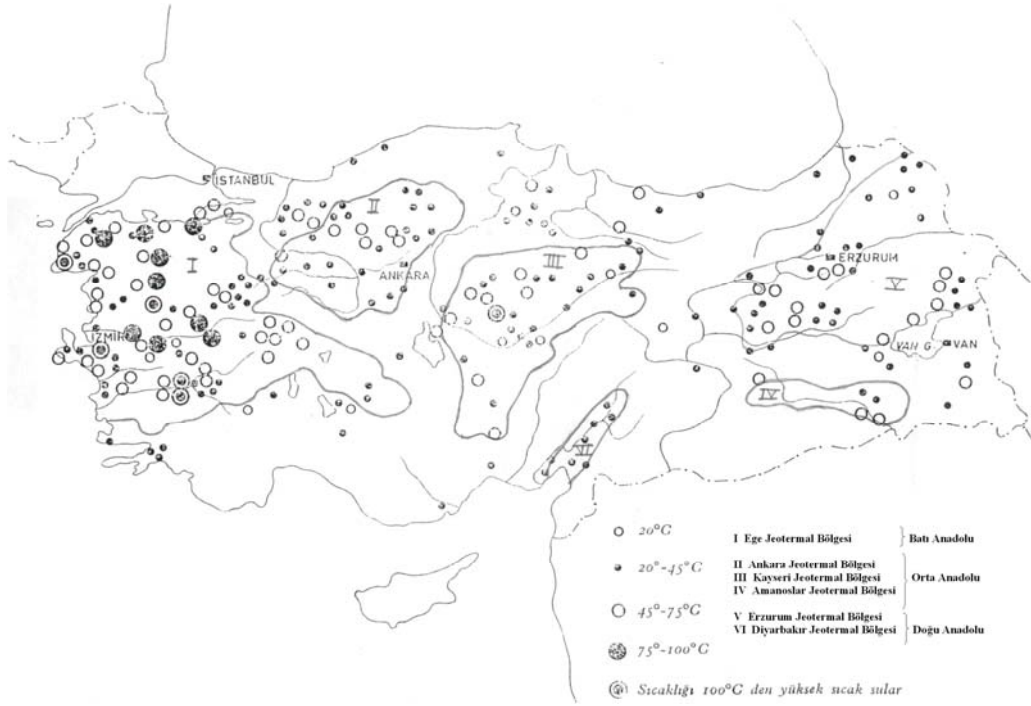


Şekil 1.3: Türkiye ve çevresi röliyef haritası (McClusky vd., 2000).

Afrika-Arap Plakasının kuzeye doğru itmesinden ötürü Anadolu Plakacığının batıya hareketiyle ilişkili yakın dönem tektonik hareketler ve bununla ilişkili K-G yayılma doğu-batı uzanımlı bir dizi graben yapısı oluşturarak, bunların sınır faylarında derin sirkülasyon için uygun ortamlar yaratarak, meteorik suların derinlere inip ısınması ve daha sonra yükselerek jeotermal sistemlerin oluşumunu sağlamıştır (Serpen vd., 2009).

Anadolu'nun batıya itilmesi sonucunda Orta ve Doğu Anadolu'daki kabukta ortaya çıkan çekme gerilmeleri buralarda Miyosen ve Holosen'de yaygın volkanik alanlar oluşturmuştur. Bu volkanik alanlarda birçok hidrotermal belirti bulunmakla birlikte, herhangi bir araştırma yapılmamıştır (Serpen vd., 2009). Yerüstü volkanizması ise, Oligosende ve bilhassa Miosende ve daha sonra Kuaternerde ve hatta tarihi zamanlara kadar değişik fazlar halinde devam etmiştir. Andezit lav ve tüfler esas, diğer asit ve bazik malzemeler ise yardımcı roller oynamıştır (Ertöz ve Ternek, 1968).

Erentöz ve Ternek (1968) Türkiye'nin mineralli sular, sıcak su kaynakları ve jeotermal bölgelerinin dağılımı gösteren bir çalışma yapmışlardır (Şekil 1.4). Bu çalışmada su kaynakları sıcaklık değerlerine göre sınıflanarak haritalanmıştır. Jeolojik, jeofizik, sondaj ve kimyasal araştırmalar sonucuyla da ülke batıdan doğuya altı jeotermal bölgeye ayrılarak haritalanmıştır. Bu iki haritanın birleştirilerek tek bir haritadaki gösterimi Şekil 1.4'tedir.

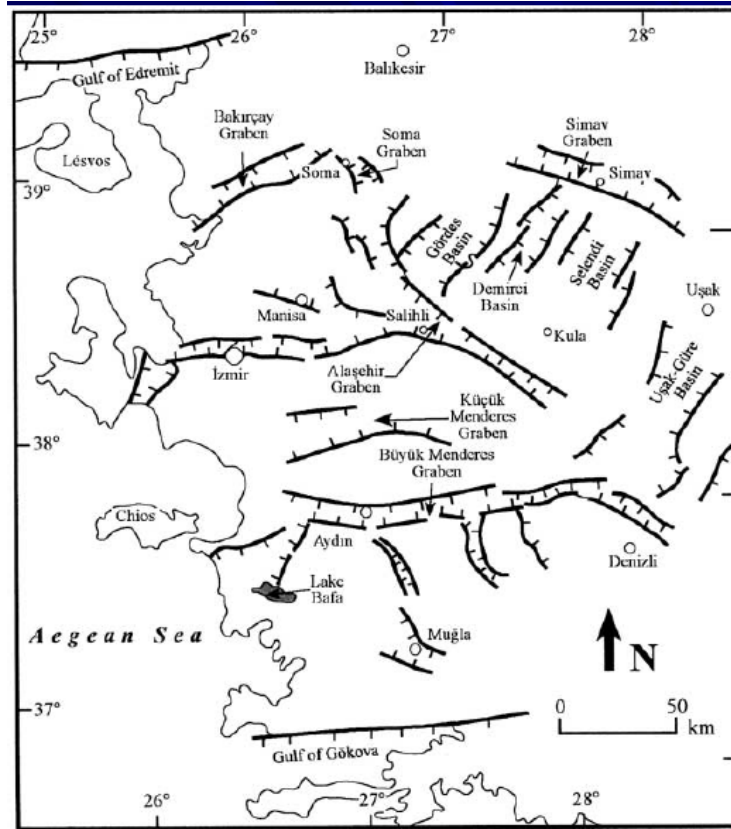


Şekil 1.4: Türkiye sıcak suları ve jeotermal bölgelerinin dağılımı (Erentöz ve Ternek, 1968'den uyarlanmıştır).

Kuzey-Batı Anadolu ve Biga Yarımadası, görece olarak genç (Miyosen) volkanikleri, Kuzey Anadolu Fayı ve Kazdağ Masifi'nin yükselimi ve tükenmesi arasında geçiş karakteristikleri göstermektedir (Serpen vd., 2009).

Ülkemizde bu güne değin araştırılan ve işletmeye alınan orta ve yüksek ısı yüklü sahalar hep Batı Anadolu ve özellikle de Menderes Masifi'nde yer almaktadır (Şekil 1.5). Bugün ülkemizde mevcut jeotermal santraller de bu bölgede yer almaktadır. Menderes Masifi çevresindeki kabuk yapısı, genç tektonik süreçler ve yüksek ısı akışı bunun açık nedenidir.

Türkiye’deki jeotermal sistemler esas olarak genç ve bölgesel yapısal hatları izlemekte ve genç tektonik ve/veya metamorfizmadan etkilenmiş bölgelerde daha sık olarak görülmektedir. Bununla birlikte bu sistemler bölgeler arasında köklü olarak değişmekte ise de belli bir bölgedeki sistemler arasında da önemli benzerlikler bulunmaktadır. Bahsedilen bu jeotermal bölgeleri ve oralarındaki jeotermal sahaları aşağıdaki gibi gruplandırmak mümkündür (Serpen vd., 2009):



Şekil 1.5: Türkiye Batı Anadolu grabenleri (Bozkurt, 2001).

Ege Kıyı Kuşağı: Seferihisar, Çeşme, Balçova, Aliğa, Dikili-Bademli, Edremit, Tuzla ve Kestanbol.

Menderes Metamorfik Masifi ve Batı Anadolu Grabenleri: Büyük Menderes Graben’indeki Germencik, Aydın Yılmazköy-İmamköy, Salavatlı-Sultanhisar, Pamukören, Kızıldere, Yenice, Gölemezli ve Gediz Graben’indeki Salihli-Kurşunlu, Caferbeyli ve Sart, Turgutlu-Urganlı ve Alasehir-Kavaklıdere jeotermal sistemleri. Dikili-Bergama Graben’indeki Dikili-Kaynarca ve Bergama jeotermal sistemleri ve Simav Graben’indeki Simav jeotermal sahası’nın hepsi aynı jeolojik çerçeve içindedirler (JICA, 1986; Serpen, 2000; Serpen vd., 2009).

Orta Anadolu Jeotermal Sahaları: Afyon, Kapadokya, Kırşehir, Kozaklı, Kızılcahamam,

Doğu Anadolu Jeotermal Sistemleri: Nemrut Kalderası, Erciş-Zilan ve Diyarbakır,

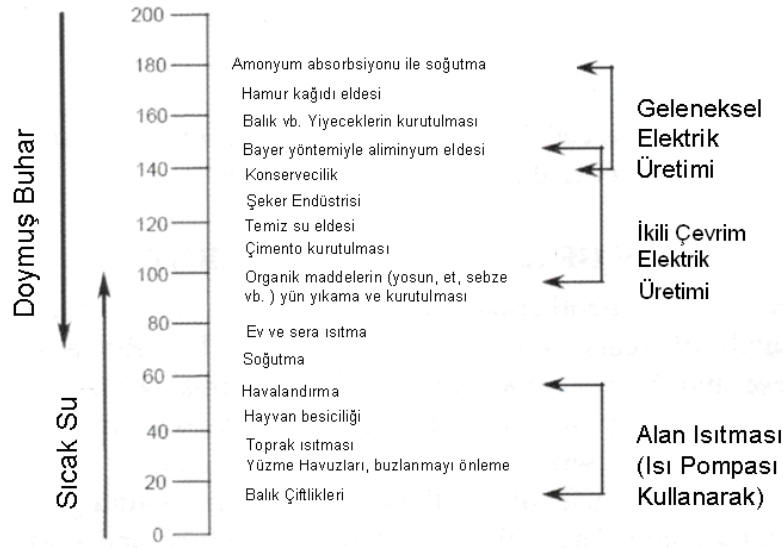
Kuzey Anadolu Fayı Boyunca Bulunan Jeotermal Sahalar: Erzincan, Çerkeş, Bolu, Adapazarı-Akyazı, Bursa Çekirge-Kükürtlü, Gönen'dir.

Volkanik Kökenli Jeotermal Alanlar: Dünyadaki işletmeye ve elektrik üretimine uygun jeotermal alanların çoğunluğu etkin ya da genç volkanlarla ilişkilidir. Ancak ülkemizde Orta ve Doğu Anadolu'daki yaygın genç volkanik alanlar ve yapılar üzerinde henüz kapsamlı araştırma yapılmamıştır. Bunun istisnası, Kapadokya Bölgesi'ndeki Nevşehir Kaldera civarında yapılan bazı jeolojik ve jeofizik çalışmalar ile Nemrut kraterinde yapılan biri derin olan bazı kuyulardır. Orta Anadolu volkanik alanlarından birkaç yüz MW_e ve Doğu Anadolu'daki volkanik alanlarından birkaç on MW_e elektrik üretimi yapılabileceği tahmin edilmektedir (Serpen vd., 2009).

1.5 Jeotermal Enerji Kullanımı

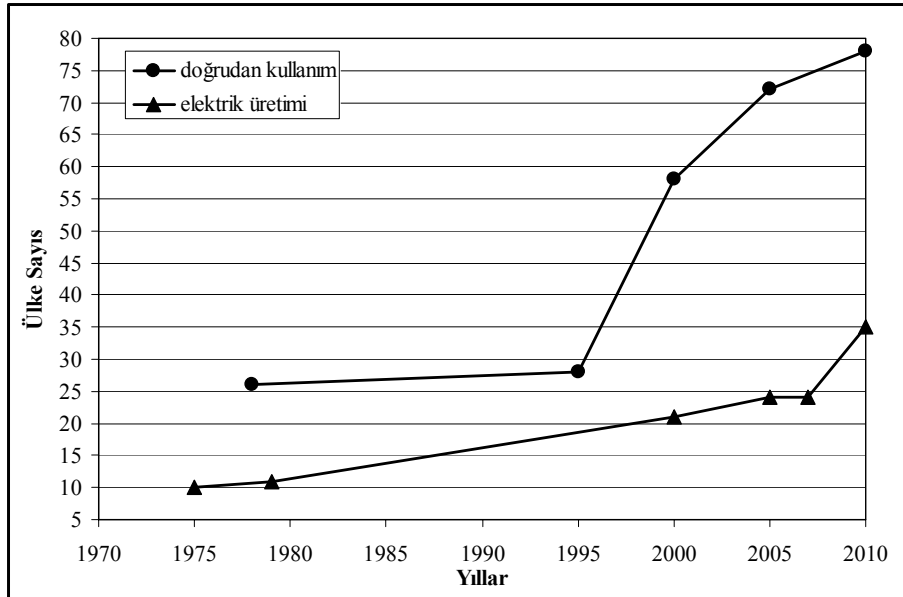
Jeotermal enerji kaynakları sıcaklıklarına bağlı olarak başta elektrik üretimi olmak üzere, konut ısıtması, bölgesel ısıtma, sera ısıtması, termal turizm-tedavi ve endüstriyel sıcak su eldesi, mineral eldesi, kimya-tekstil-gıda-kurutma endüstrilerinde kullanılmaktadır. Genelde yüksek sıcaklıklı kaynaklar ($T > 140^{\circ}\text{C}$) elektrik üretiminde, orta ve düşük sıcaklıklı kaynaklar ($T < 140^{\circ}\text{C}$) ise doğrudan kullanım alanlarında kullanılmaktadır. Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle 85°C 'nin üzerindeki jeotermal kaynakların ikili çevrim (binary cycle) santrallerinde elektrik üretiminde kullanılması da gündemdedir (Gunnlaugsson, 2010). Şekil 1.6'da farklı sıcaklıklara bağlı olarak jeotermal kaynağın kullanılabilir alanlarını gösteren Klasik Lindal diyagramı verilmektedir. Lindal diyagramı jeotermal kaynaklardan faydalanmanın iki önemli yönünü gösterir:

- a- Faydalanılan akışkanın sıcaklığına bağlı olarak ikinci bir işte kullanılması jeotermal kaynakların kullanılabilirliğini artırır.
- b- Jeotermal kaynağın sıcaklığı olası kullanılma alanını belirler.



Şekil 1.6: Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanma (Lindal Diyagramı)Yerleri (Gunnlaugsson, 2010).

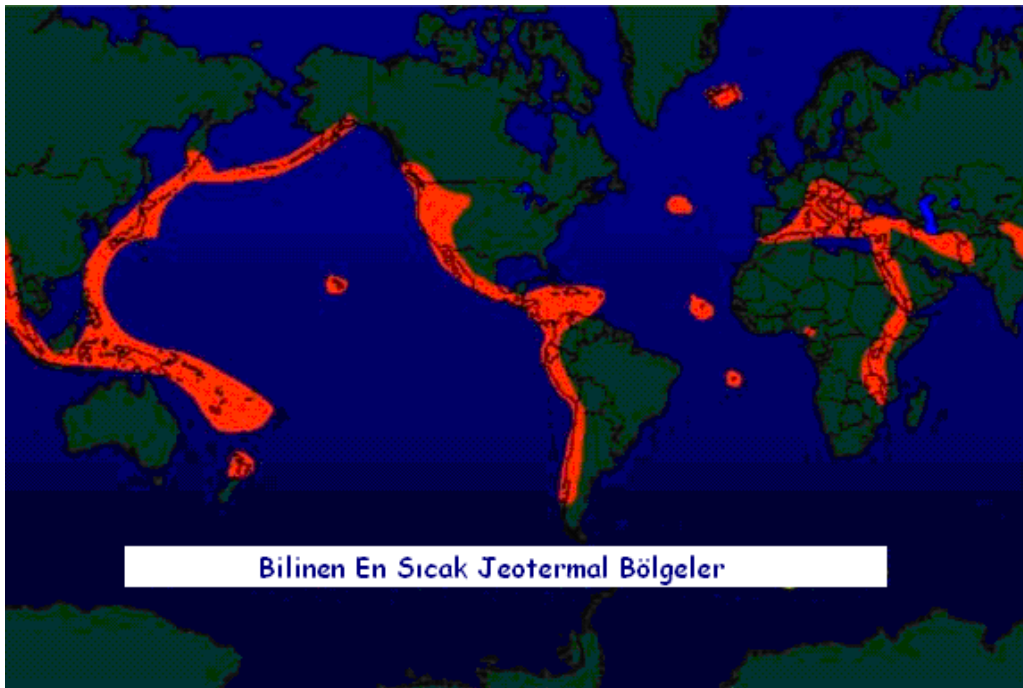
Dünyadaki jeotermal enerjiden elektrik üreten ülkelerin sayısı 30 kadar olup bu enerjinin doğrudan kullanıldığı ülke sayısı her geçen gün artmaktadır. Günümüzde dünyada 78 ülke jeotermal enerjiyi doğrudan amaçlı kullanmaktadır (Lund vd., 2010). Şekil 1.7’de yıllara göre jeotermal enerji kullanan ülke sayıları gösterilmektedir.



Şekil 1.7: Yıllara göre jeotermal enerji kullanan (doğrudan ve elektrik üretimi) ülke sayıları.

1.5.1 Dünyada jeotermal enerji kullanımı

Dünyada yüksek sıcaklıklı kuşaklar genellikle kıtaların plaka sınırlarında yer almaktadır. Buralarda volkanik hareketler ve depremler sıklıkla olmaktadır (Şekil 1.8). Dünyada jeotermal enerjiden elde edilen elektrik kurulu güç 2005 yılı için 8933 MW_e, 2007 yılı için 9732 MW_e olup bu değer son 5 yılda yaklaşık 1.8 GW_e'lik artışla ve 2010 yılı Dünya Jeotermal Kongresi kayıtlarına göre 10.7 bin MW_e olarak açıklanmıştır (Bertani, 2010). Çizelge 1.1'de 2000, 2005 ve 2010 yılları itibariyle dünyada jeotermalden elektrik üretimi yapan ülkelerin kurulu kapasite değerleri listelenmiştir.



Şekil 1.8: Yerkürenin jeotermal kuşakları (Edwards, vd., 1982).
Kırmızı renk en sıcak bölgeleri temsil etmektedir.

Dünya'da 2010 yılı verilerine göre jeotermalden üretilen elektriğin %93'ü listedeki dokuz ülkeye (ABD, Filipinler, Endonezya, Meksika, İtalya, Yeni Zelanda, İzlanda, Japonya, El Salvador) aittir (Lund vd., 2010). Türkiye bu sıralamada on üçüncü sıradadır.

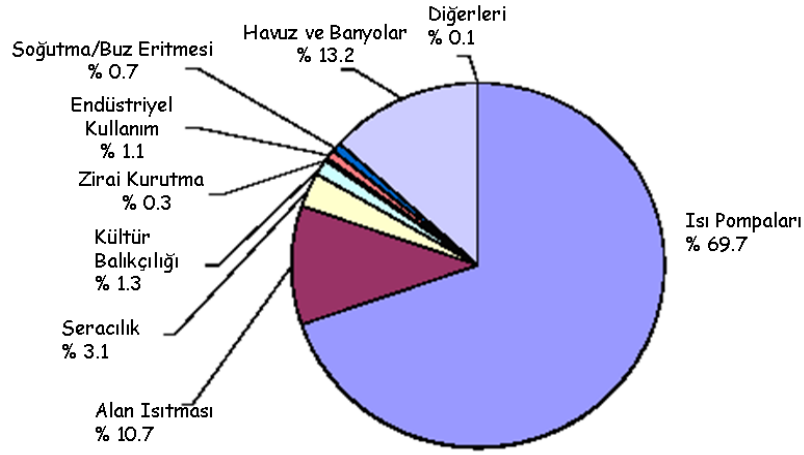
Dünyanın elektrik dışı jeotermal kullanımı 2005 yılı verilerine göre 28268 MW_t'dir (Lund vd., 2005). Bu rakam 2009 sonu itibariyle neredeyse %79 artarak ve 2010 Dünya Jeotermal Enerji Kongresi kayıtlarında da ifade edildiği üzere 50583 MW_t değerine ulaşmıştır (Lund vd., 2010).

Dünyadaki jeotermal enerjinin doğrudan kullanımda uygulama alanlarına göre kurulu kapasite dağılımları ve enerji kullanım yüzdeleri Şekil 1.9 ve Şekil 1.10’da gösterilmektedir.

Çizelge 1.1: Dünya ülkelerinin jeotermal enerji elektrik kullanım kapasiteleri (Bertani, 2010).

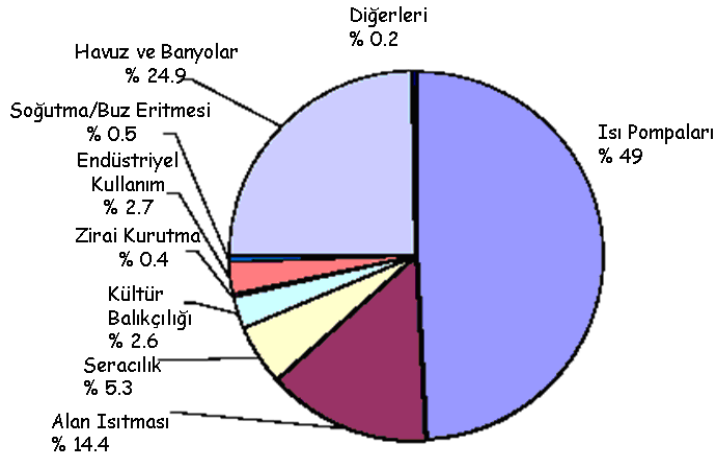
Ülkeler	Kurulu Kapasite, MW _e , 2000 yılı.	Kurulu Kapasite, MW _e , 2005 yılı.	Kurulu Kapasite, MW _e , 2010 yılı.
Avustralya	0.2	0.2	1.1
Avusturya	0	1.1	1.4
Çin	29.2	27.8	24
Kosta Rika	142.5	163	166
El Salvador ^{IX}	161	151	204
Ethopya	7.3	7.3	7.3
Fransa	4.2	14.7	16
Almanya	0	0.2	6.6
Guatalama	33.4	33	52
İzlanda ^{VII}	170	202	575
Endonezya ^{III}	589.5	797	1197
İtalya ^V	785	791	843
Japonya ^{VIII}	546.9	535	536
Kenya	45	129	167
Meksika ^{IV}	755	953	958
Y. Zelanda ^{VI}	437	435	628
Nikaragua	70	77	88
Papua Y.Gine	0	6	56
Filipinler ^{II}	1909	1930	1904
Portekiz	16	16	29
Rusya	23	79	82
Tayland	0.3	0.3	0.3
Türkiye	20.4	20	82
ABD ^I	2228	2564	3093
Toplam	7973	8933	10717

I: birinci sıra, II: ikinci sıra, III: üçüncü sıra, IV: dördüncü sıra, V: beşinci, VI: altıncı sıra, VII: yedinci sıra, VIII: sekizinci sıra, IX: dokuzuncu sıra.



Şekil 1.9: Jeotermal enerji doğrudan kullanımda toplam kurulu kapasitenin dağılım yüzdesi (Lund vd., 2010).

Buna göre dünyadaki elektrik dışı jeotermal enerji kullanımının, %49'u ısı pompaları, %25'i balneolojik amaçlı havuz ve banyolar, %14.4'ü alan ısıtması (bu değer %85'i bölge ısıtması), %5.3'ü seracılık, %2.7'si endüstriyel kullanım, %2.6'si kültür balıkçılığı, %0.4'ü zirai kurutma, %0.5'i buz eritmesi ve soğutma amaçlı, %0.2'si ise diğer alanlar olacak şekilde dağılmıştır (Lund vd., 2010).



Şekil 1.10: Jeotermal enerji doğrudan kullanımda toplam enerji kullanım değerlerinin dağılım yüzdesi (Lund vd., 2010).

Çizelge 1.2: Dünya ülkelerinin jeotermal enerji doğrudan kullanım kapasiteleri (Lund vd., 2010).

Ülkeler	Kapasite, MW _t	Ülkeler	Kapasite, MW _t
1. Papua Yeni Gine	0.10	41. İsrail	82.40
2. Karayip Adaları	0.10	42. Bulgaristan	98.30
3. Venezuela	0.70	43. Sırbistan	100.80
4. Ermenistan	1.00	44. Slovenya	104.17
5. Kosta Rika	1.00	45. Belçika	117.90
6. Mısır	1.00	46. Slovak Cum.	132.20
7. Yemen	1.00	47. Yunanistan	134.60
8. Letonya	1.63	48. İspanya	141.04
9. Honduras	1.93	49. Çek Cum.	151.50
10. El Salvador	2.00	50. İrlanda	152.88
11. Ethopya	2.20	51. Romanya	153.24
12. Endonezya	2.30	52. Ürdün	153.30
13. Guatemala	2.31	53. Meksika	155.82
14. Peru	2.40	54. İngiltere	186.62
15. Tayland	2.54	55. Danimarka	200.00
16. Nepal	2.72	56. Güney Kore	229.30
17. Tacikistan	2.93	57. Hindistan	265.00
18. Filipinler	3.30	58. Polonya	281.05
19. Belarus	3.42	59. Arjantin	307.47
20. Morokko	5.02	60. Rusya	308.20
21. Ekvador	5.16	61. Brezilya	360.10
22. Güney Afrika	6.01	62. Yeni Zelanda	393.22
23. Mongolya	6.80	63. Macaristan	645.60
24. Şili	9.11	64. Avusturya	662.85
25. Ukrayna	10.90	65. Finlanda	857.90
26. Arnavutluk	11.48	66. İtalya	867.00
27. Kolombiya	14.40	67. İsviçre	1060.90
28. Kenya	16.00	68. Kanada	1126.00
29. Bosna ve Hersek	21.70	69. Fransa	1345.00
30. Gürcüstan	24.51	70. Hollanda	1410.26
31. Portekiz	28.10	71. İzlanda	1826.00
32. Vietnam	31.20	72. Türkiye	2084.00
33. Avusturalya	33.33	73. Japonya	2099.53
34. İran	41.61	74. Almanya ^V	2485.40
35. Tunus	43.80	75. Norveç ^{IV}	3300.00
36. Makedonya	47.18	76. İsveç ^{III}	4460.00
37. Litvanya	48.10	77. Çin ^{II}	8898.00
38. Cezayir	55.64	78. ABD ^I	12611.46
39. Estonya	63.00	Toplam	50583
40. Hırvatistan	67.48		

I: birinci sıra, II: ikinci sıra, III: üçüncü sıra, IV: dördüncü sıra, V: beşinci sıra.

Çizelge 1.3: Dünya ülkelerinin jeotermal kaynak potansiyeli, $\times 10^{23}$ J (EPRI, 1978).

Ülke	Kaynak	Ülke	Kaynak	Ülke	Kaynak
1. Rusya	67	36. Japonya	1.8	71. İngiltere	0.37
2. ABD	46	37. Malagasi Cum.	1.6	72. Dahomey	0.33
3. Kanada	33	38. Kamerun	1.5	73. Bulgaristan	0.32
4. Çin	32	39. Fransa	1.5	74. Küba	0.32
5. Brezilya	25	40. Filipinler	1.5	75. Liberya	0.31
6. Pakistan	23	41. İspanya	1.5	76. Ürdün	0.28
7. Avusturalya	22	42. Tayland	1.5	77. Malavi	0.27
8. Endonezya	9.6	43. Paraguay	1.3	78. Portekiz	0.27
9. Hindistan	9.2	44. İsveç	1.3	79. Macaristan	0.26
10. Arjantin	8.4	45. Vietnam	1.3	80. Kosta Rika	0.25
11. Meksika	8	46. Irak	1.2	81. Avusturya	0.24
12. Fas	8	47. İtalya	1.2	82. Sierraleone	0.21
13. Sudan	7.1	48. Finlanda	1	83. İrlanda	0.2
14. Cezayir	6.7	49. Y. Zelanda	1	84. Siri Lanka	0.18
15. Zaire	6.7	50. Almanya	0.98	85. Tayvan	0.18
16. Grönland	6.3	51. Yeni Gine	0.96	86. Dominik Cum.	0.16
17. Peru	6.3	52. Fildişi Sahili	0.92	87. Burundi	0.14
18. S. Arabistan	6.3	53. Malezya	0.92	88. Danimarka	0.12
19. İran	5.4	54. Norveç	0.92	89. İsviçre	0.12
20. Ethiopia	5	55. Kore	0.88	90. El Salvador	0.1
21. Kolombiya	3.9	56. Nikaragua	0.75	91. Hollanda	0.1
22. Bolivya	3.8	57. Yugoslavya	0.71	92. Belçika	0.088
23. Çad	3.8	58. Romanya	0.67	93. Haiti	0.08
24. Şili	3.8	59. Gana	0.64	94. Yeni Hebrides	0.075
25. Angola	3.5	60. Senegal	0.54	95. Fiji	0.059
26. G. Afrika	3.4	61. İzlanda	0.5	96. İsrail	0.059
27. Mali	3.4	62. Uruguay	0.5	97. Kuwait	0.059
28. Türkiye	3.1	63. Yunanistan	0.46	98. Libya	0.05
29. Venezuela	3	64. Guatemala	0.46	99. Jamaika	0.032
30. Mısır	2.7	65. Tunus	0.46	100. Kıbrıs	0.026
31. Nijerya	2.6	66. Honduras	0.42	101. Trinidad	0.026
32. Tanzanya	2.6	67. Nepal	0.42	102. Guadeloupe	0.0088
33. Kenya	2.4	68. Bangladeş	0.4	103. Lüksemburg	0.0075
34. Ekvador	2.3	69. Çek Cum.	0.38	104. Martinique	0.0054
35. Zambiya	2.3	70. Panama	0.38	105. Barbados	0.0021
Toplam = 420					

Çizelge 1.2, 2010 yılı verilerine göre dünya ülkelerinin jeotermal kurulu ısı kapasitelerinin küçükten büyüğe sıralanmasını göstermektedir. Çizelgenin son yedi ülkesi, dünya jeotermal kurulu ısı kapasitesinin %71'ine sahiptir. Türkiye bu son yedi ülke içersinde ve dünya genelinde jeotermal kurulu ısı kapasitesi sıralamada yedinci sıradadır. Yıllık jeotermal enerji kullanımı sıralamasındaki ilk beş ülke ise Çin, ABD, İsveç, Türkiye ve Japonya şeklindedir (Lund vd., 2010).

EPRI (The Electric Power Research Institute) 1978 yılında tüm ülkeler ve dünya için 0-3 km derinlik aralığında jeotermal kaynak potansiyel (yeraltı ısı içeriği) tahmini çalışmasını yapmıştır. Tüm ülkeler için hesaplanan jeotermal kaynak sonuçları Çizelge 1.3'te sunulmaktadır Jeotermal kaynak potansiyel tahmin değerlendirmesi yapılan 105 ülke içerisinde Türkiye yirmi sekizinci sırada yer almaktadır.

1.5.2. Türkiye'de jeotermal enerji

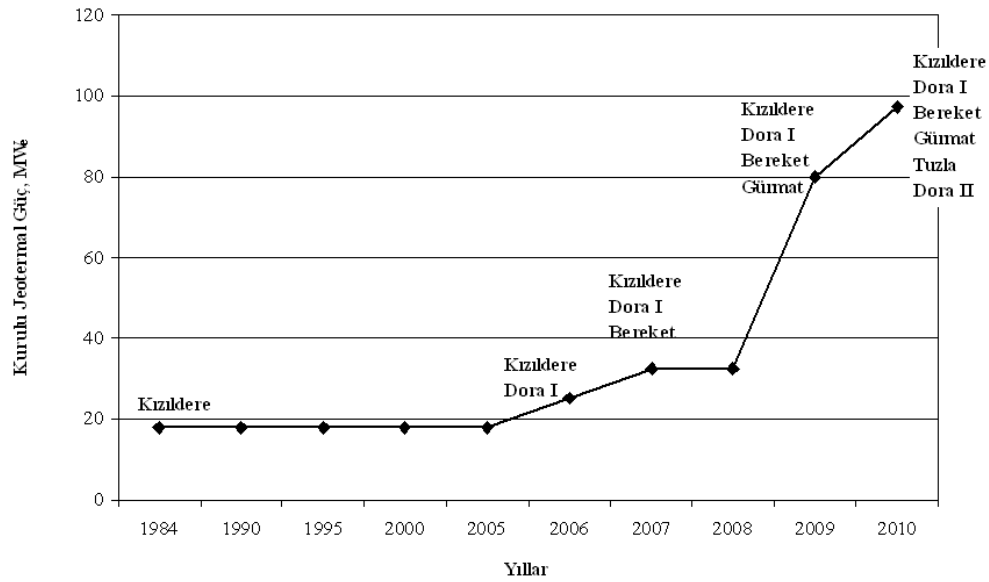
Jeotermal arama faaliyetleri Türkiye'de 1960'larda başlamıştır. İlk kuyu 1963 yılında İzmir-Balçova'da açılmıştır. Başlangıçtaki arama çabaları, elektrik üretim potansiyeli olan yüksek sıcaklıklı sahalar üzerinde odaklanmış ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Teşkilatı (UNDP) ile ortak yapılan çalışma ile 1968 yılında yüksek sıcaklıklı bir jeotermal saha olan Kızıldere Sahası keşfedilmiştir. Daha sonraki arama çalışmaları 1960 ve 70'lerde bulunup çalışılan orta sıcaklıklı sahalar olarak nitelendirilen, Balçova ve Seferihisar (İzmir, 150 °C) Sahalarıdır. İkinci yüksek sıcaklıklı saha, Germencik ve diğer orta sıcaklıklı sahalar olarak kabul edilen Salavatlı ve Simav sahaları ise 1980'lerde keşfedilmişlerdir.

Daha sonraki arama çalışmaları Dikili, Caferbeyli (Manisa, 155 °C), Kavaklıdere (Manisa, 215 °C), Tuzla (Çanakkale, 174 °C), Yılmazköy-İmamköy (Aydın, 142 °C), Simav (Kütahya, 162 °C), Salavatlı (Aydın, 158 °C), gibi elektrik üretimine uygun bazı orta ve yüksek sıcaklıklı sahaların keşfini sağlamıştır (İTÜ Görüşü, 2007). Ülkemizde bulunan mevcut (Mart 2010 itibariyle) jeotermal elektrik santrallerinin en yüksek sıcaklık değerleri Kızıldere (Denizli)-242 °C, Dora I (Aydın)-172 °C, Bereket (Denizli)-145 °C, Germencik (Aydın)-232 °C, Tuzla (Çanakkale)-171 °C, Dora II (Aydın)-174 °C'dir. Denizli'de ilk jeotermal santralımız olan Kızıldere, TEK (bugünkü TEAŞ) tarafından 17.8 MW_e'lik bir kapasite ile 1984 yılında kurulmuştur.

Türkiye’deki jeotermalden elektrik üretim santrallerinin mevcut kurulu kapasitesi 99.25 MW_e’dir (Serpen vd., 2010). Çizelge 1.4 Türkiye’nin mevcut jeotermal santrallerinin kurulu kapasite değerlerini ve Şekil 1.11 ise yıllar itibariyle olan durumunu göstermektedir.

Çizelge 1.4: Türkiye’nin jeotermal enerji santralleri (Serpen vd., 2010).

Yer	İşletmeye Alındığı Yıl	Kurulu Kapasite, MW _e
Kızıldere (Denizli)	1984	17.8
Dora I Salavatlı (Aydın)	2006	7.35
Bereket Enerji (Denizli)	2007	7.5
Gürmat (Germencik)	2009	47.4
Tuzla (Çanakkale)	2010	7.5
Dora II (Salavatlı)	2010	11.7



Şekil 1.11: Türkiye’nin yıllar itibariyle jeotermal kurulu güç grafiği.

Yakın gelecekte Hıdırbeyli’de (Aydın) 17.5 MW_e’lik bir elektrik santrali daha işletmeye alınacak ve kurulu kapasite değeri 117 MW_e değerine ulaşacaktır. Halen çalışan ve tesis aşamasında olan bütün santraller Batı Anadolu’da yer almaktadır.

Son yıllardaki gelişmelerle birlikte Türkiye’nin jeotermal kurulu elektrik gücünün dünyadaki payı binde iki mertebesinden binde dokuz değerine yükselmiştir (Çizelge 1.5).

Çizelge 1.5: Türkiye'nin dünya jeotermal kurulu gücündeki payı.

Jeotermal Elektrik Kurulu Güç, MW _e	Yıllar	Türkiye	Dünya	%
	2000	17.8	7972	~0.2
	2005	20	8933	~0.2
	2006	24.8	9 000	0.3
	2010	99	10715	0.9

Çizelge 1.6 ve Çizelge 1.7'de 2006 ve 2010 yıllarına ait Türkiye ve dünyanın toplam elektrik kurulu güç değerleri, birbirleri ile kıyası ve jeotermal kurulu gücün toplam elektrik kurulu gücü içindeki payının istatistiksel değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 1.6: Türkiye ve dünya toplam elektrik kurulu güçleri (Satman, 2010a).

Toplam Elektrik Kurulu Gücü, MW _e	Yıllar	Türkiye	Dünya	Türkiye/Dünya, %
	2006	39 000	4 344 000	0.9
	2010	~44 000	~5 000 000	0.9

Çizelge 1.7: Jeotermal kurulu gücün toplam elektrik kurulu gücü içindeki payı, % (Satman, 2010a)

Yıllar	Türkiye	Dünya
2006	0.06	~0.21
2010	~0.23	~0.21

Ülkemizde jeotermal sahalar büyük bir çoğunlukla orta ve düşük sıcaklıklı sahalardır ve bilinen jeotermal sahaların %90'ı doğrudan kullanım uygulamalarına uygundur. Türkiye'de ekonomik ölçekte kullanılabilir 186 jeotermal saha ve sıcaklık aralığı 20 °C ile 242 °C arasında değişen yaklaşık olarak bilinen 1500 dolayında sıcak su ve mineralli su kaynakları mevcuttur (Mertoğlu vd., 2010). Ülkemizde jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı daha çok kaplıca, termal turizm, seracılık ve bölgesel ısıtma yapılarak gerçekleşmektedir. İlk bölgesel ısıtma sistemi, 1987'de Gönen'de kurulmuş olup günümüzde bu rakam 20'ye ulaşmıştır. Bu bölgesel ısıtma sistemlerinin kabaca 60 bin konut eşdeğeri ısıtma yaptığı tahmin edilmektedir (İTÜ Görüşü, 2007). Bugün doğrudan kullanım kapasitesi ortalama 852 MW_t civarında olup dağılımı Çizelge 1.8'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 1.8: Türkiye'nin jeotermal enerji doğrudan kullanım kapasitesi (Serpen vd., 2009).

Kullanım Yeri	Kurulu Kapasite, MW _t
Bölgesel Isıtma	395
Kaplıca-Banyo-Termal Tesis	250
Sera	207
Toplam	852

Ülkemizde jeotermal enerji kullanılarak bölgesel ısıtmanın yapıldığı 20 yerleşim alanı mevcut olup buralarda toplamda yaklaşık 6 milyon m²'ye eşdeğer bir alan ısıtması yapılmaktadır. Giriş ve çıkış sıcaklıkları arasındaki fark ile kullanılan debilerden hesaplanan bölgesel ısıtma için ısı kapasite 395 MW_t'dir (Çizelge 1.9).

Çizelge 1.9: Türkiye'de jeotermal bölgesel ısıtma (Erdoğan vd., 2006'dan güncellenmiş).

Bölgesel Isıtma	Yıl	T _{giriş} (°C)	T _{çıkış} (°C)	Q (maks.) (kg/s)	Kapasite (MW _t)	Eşdeğer Alan, (x 100 ²) m ²
Gönen- Balıkesir	1987	67	45	200	18.4	2500
Simav - Kütahya	1991	100	50	175	36.6	6000
Kırşehir	1994	54	49	270	5.6	1800
Kızılcahamam - Ank.	1995	70	42	150	17.6	2600
Balçova - İzmir	1996	118	60	320	77.7	21500
Afyon	1996	90	45	180	33.9	5000
Kozaklı - Nevşehir	1996	98	52	100	19.2	1500
Sandıklı - Afyon	1998	70	42	250	29.3	4000
Diyadin - Ağrı	1998	65	55	200	8.4	400
Salihli - Manisa	2002	80	40	150	25.1	4000
Dikili - İzmir	2008	120	60	40	10.0	150
Sarayköy - Denizli	2002	125	60	100	27.2	2500
Edremit - Çanakkale	2004	60	45	270	16.9	2740
Bigadiç - Balıkesir	2006	80	50	80	10.0	1000
Bergama - İzmir	2006	62	40	100	10.0	200
Kuzuluk - Sakarya	1994	80	40	25	11.2	500
Armutlu - Yalova	2000	78	40	30	4.8	250
Güre - Balıkesir	2006	62	52	200	8.5	300
Sorgun - Yozgat	2007	75	50	200	20.9	1500
Yerköy - Yozgat	2007	60	40	40	3.3	500
Toplam					394.6	58940

Kaplıca Kullanımı: Ülkemizde Sağlık Kaplıca Turizmi çok gelişen bir sektör olup, kaplıcaları yılda 4 milyon kişinin ziyaret ettiği söylenmektedir. Türkiye’de Afyon, Balçova, Çeşme, Gönen ve Kızılcahamam gibi büyük kaplıca bölgeleri bulunmakta, bunun yanında da Adapazarı-Akyazı ve Yalova-Armutlu gibi yerlerde devre mülk ile kaplıca hizmeti verilmektedir.

Çeşme’de 42 km’lik sıcak su boru hattı döşenerek 18 büyük otele sıcak su temin edilmektedir. Bu jeotermal boru hattına 10000 yataklı 62 otel bağlanabilecek ve Çeşme ülkenin en önemli balneolojik merkezi haline gelecektir. Şimdilik Çeşme’deki termal kapasite 20.9 MW_t civarındadır (Serpen vd., 2009).

Diğer popüler bir Kaplıca merkezi Afyon’da gelişmektedir. Halen birkaç önemli otel sağlık tesisleri ile hizmet vermekte olup, birçok otel de inşa halindedir. Burada da otellere sıcak su taşıma amacıyla büyük bir jeotermal boru hattı planlanmakta olup, Afyon Orta Anadolu’nun en önemli balneoloji merkezi haline gelecektir. Türkiye’nin balneoloji ile ilgili kapasitesinin 250 MW_t olduğu tahmin edilmektedir (Serpen vd., 2009).

Sera ısıtması: Jeotermal kaynaklardan sera ısıtılması Türkiye’de son yıllarda yaygınlaşmıştır. Çizelge 1.10, jeotermal enerjiyle ısınan önemli sera alanlarını ve tahmini kapasitelerini göstermektedir. Seraların büyük bir kısmı Batı Anadolu’da yer almakta ve sayıları hızla artmaktadır. Seralar jeotermal enerji ile yılda 1500-2000 saat kadar ısıtılmaktadır. Üretilen başlıca ürünler domates ve Kaliforniya biberidir (Serpen vd., 2009).

Ülkemizdeki orta ve yüksek sıcaklıklı jeotermal akışkanların büyük çoğunluğu CO₂ içermekte ve bu gaz da seralardaki üretimi hızlandırma konusunda hizmet vermektedir. Sera atmosferine gündüzleri 1000-2000 ppm kadar CO₂ enjeksiyonu gerekmekte ve seralar hektar başına yılda 4000 ton karbon dioksit harcamaktadır. Diğer bir deyişle, jeotermal akışkanlardan elde edilen CO₂ seraları beslemek için kullanılmaktadır (Serpen vd., 2009).

Çizelge 1.10’den da görüleceği gibi sera ısıtması için ülkemizde 207.4 MW_t kapasite ile 2104 dönüm sera alanı jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır.

Çizelge 1.10: Türkiye’deki sera ısıtması (Serpen vd., 2009’dan güncellenmiş).

Yer	Kapasite (MW _t)	Alan (dönüm)	Yer	Kapasite (MW _t)	Alan (dönüm)
Dikili - İzmir	84	775	Gümüşköy - Aydın	3	50
Salihli - Manisa	23	350	Diyadin - Ağrı	3	2
Turgulu - Manisa	15	110	Karacaali - Urfa	25	170
Balçova - İzmir	11	100	Sındırgı - Balıkesir	3	200
Kızıldere - Denizli	40	357	Simav - Kütahya	17	100
Toplam				207	2104

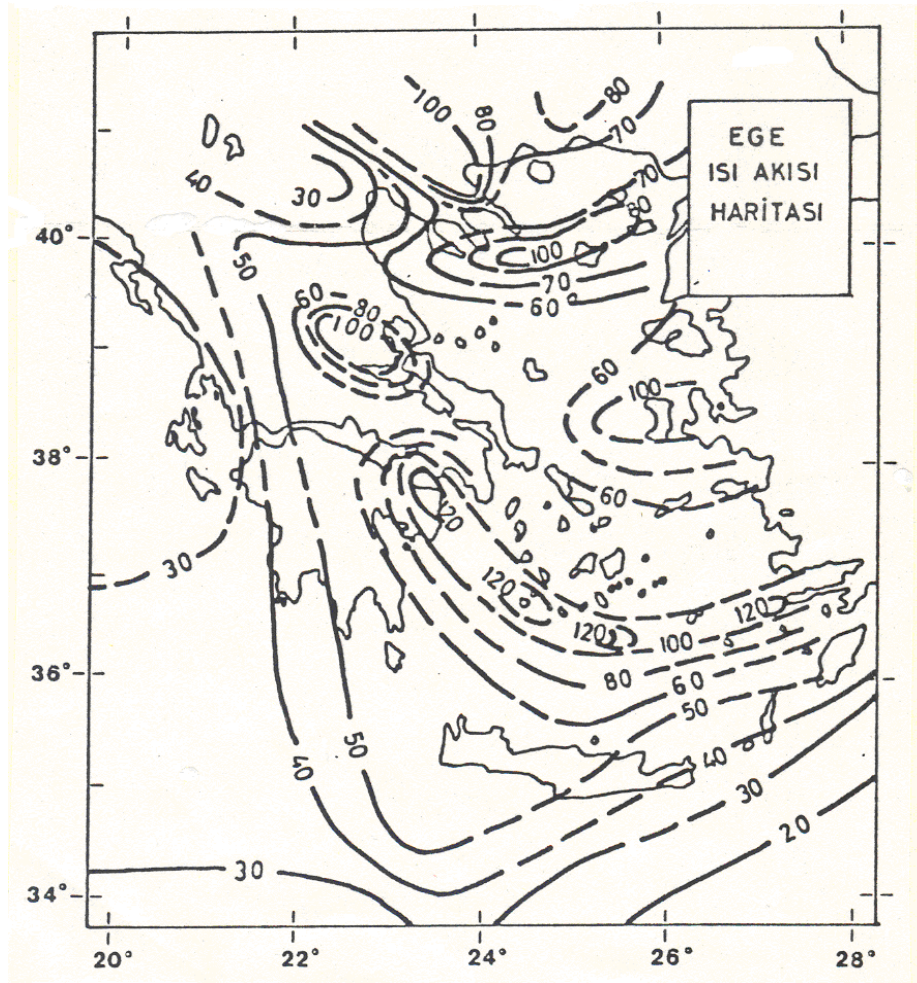
1.5.3. Türkiye’ye komşu ülkelerin jeotermal enerji kullanımı

Bulgaristan: Sıcaklıkları 20-100 °C aralığında değişen sıcak suları olan Bulgaristan’da jeotermal enerji doğrudan kullanılmaktadır. Ülkedeki jeotermal enerjinin doğrudan kullanım alanları, sağlık-rehabilitasyon amaçlı, banyo-kaplıcalar, yüzme havuzları, alan ısıtması, seracılık, havalandırma, ısı pompaları ve mineralli sular şeklindedir. Elektrik üretimine uygun kaynakları bulunmaması sebebiyle (en yüksek 100 °C sıcaklığa sahip jeotermal kaynakları) günümüzde elektrik üretimi yapılmamaktadır (Bojadgieva vd., 2010). Kuzeydoğu Bulgaristan Havzası ve Güney Bulgaristan’da beş adet hidrotermal havzası mevcut olup, bu havzalardaki debi miktarı toplam ülke debi miktarının %47’sini oluşturmaktadır. Ülkenin 160 adet hidrotermal alanı bulunmakta olup bunlardan 102 tanesi devlet tarafından yönetilmektedir. 2005-2010 yılları dönemini kapsayan aralıkta sera sayısında azalma gözlenmiştir. Jeotermalle ısınan seraların kapladığı alan 6.5 hektar olup, toplam kurulu kapasitesi ise 6 MW_t’dir. Ülkedeki çeşitli doğrudan kullanım alanları arasında sadece balneoloji (rehabilitasyon, yüzme havuzu) ve ısı pompaları uygulamalarında gelişme ve büyüme gözlenmiştir. Doğrudan kullanımdaki toplam kurulu kapasitesi son beş yıl öncesine göre %30 oranında azalma göstererek 77.67 MW_t değerine düşmüştür. Jeotermal ısı pompalarının 20.63 MW_t’lik katkısıyla kurulu kapasite değeri 98.30 MW_t’e ve yıllık enerji kullanımı ise 1370.12 TJ/yıl’a ulaşmıştır.

Yunanistan: Ülke yoğun jeolojik hareketlerin görüldüğü bir bölgedir. Aktif volkanlar, ada yayları Güney Ege Denizi’nde tektonik hareketlerin yoğun şekilde sürdüğünü göstermektedir. Yunanistan’ın doğrudan kullanıma uygun kurulu ısı kapasitesi 2004 yılında 75 MW_t (Fytikas vd., 2005) iken, 2009 yıl ortası itibariyle bu değer elliden fazla yeni kuyu delinmesiyle yaklaşık 134 MW_t’e ulaşmıştır (Andritsos vd., 2010). Bu kapasitenin yaklaşık yarısı termal spa ve açık-kapalı yüzme havuzlarının ısıtılmasıdır. Yunanistan’daki doğrudan kullanım için 2 çeşit eğilim

bir santral kurulmuş ancak 1980'lerde yaşanan enerji krizi ile çalışma alanı sıcaklıkları 100 °C'nin altındaki yerleri özellikle Kuzey Yunanistan'ı da içerecek şekilde genişletilmiştir (Mendrinis vd., 2010). Ayrıca Santorini Adasının yeni volkanizmanın bir sonucu olduğu düşünülerek derin kuyular delinmiştir. Milos'da 1101 m derinlikte 310 °C'lik sıcaklık bulunmuştur (Atmaca, 1999). Ayrıca Chios, Lesvos ve Samothraki adalarında ise 100 °C'den düşük sıcaklıklı akiferler vardır, bunların su kimyası olası derin ve orta sıcaklıklı (100-200 °C) kaynakların varlığına işaret etmektedir. Ülkenin jeotermal enerji doğrudan kullanım alanları; alan ısıtması 1.5 MW_t, sera ısıtması 34.8 MW_t, balık üreticiliği 9 MW_t, tarım ürünleri kurutması 0.3 MW_t, banyo ve havuzlar 39 MW_t ve 50 MW_t'lik ısı pompaları ile toplamda 134.6 MW_t değerindedir.

Şekil 1.13'de Ege Denizi'ndeki ısı akısı dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 1.13: Ege Denizi'ndeki ısı akısı dağılımı (mW/m²)(Fytikas, 1980).

Gürcistan: Sıcaklıkları 45-50 °C arasındaki düşük mineralli sular ülkenin başkenti Tiflis'teki sağlık-dinlenme merkezinde ve banyo evlerinde kullanılmaktadır. Sıcaklıkları 57-74 °C arasındaki sular ise Lisi ve Sburtalo bölgelerinde sıcak su ihtiyacı ve konutların ısıtılması amacıyla kullanılmaktadır. Ülkenin jeotermal enerji doğrudan kullanım alanları; alan ısıtması 12.57 MW_t, bölge ısıtması 7. 74 MW_t, sera ısıtması 2.20 MW_t, banyo ve havuzlar 2 MW_t ve toplamda 24.51 MW_t değerindedir (Lund vd., 2010).

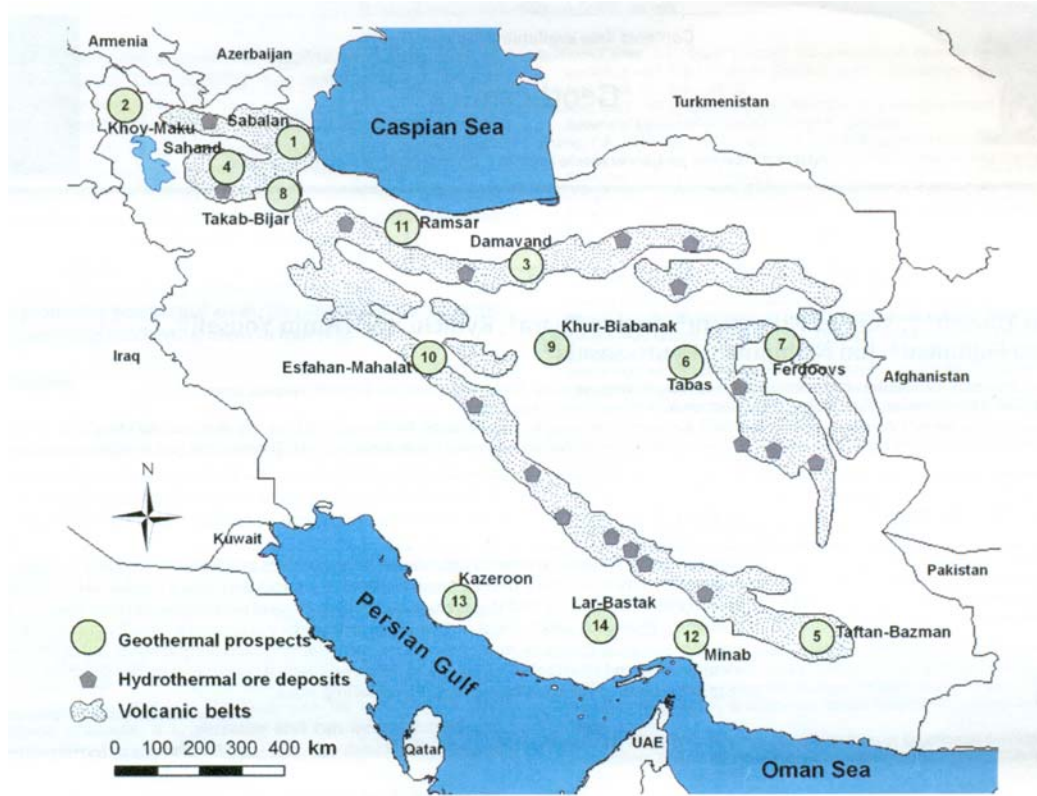
Ermenistan: Pambak-Sevan-Synik fay hattı boyunca konumlanmış ve Porak Grubuna ait volkanlar mevcuttur. Sevan Gölü'nün de yine Porak Volkanı ile ilişkili olduğu görüşleri hakimdir. Tarihsel olarak Ağrı Dağı çevresinde de yine volkanik patlama ve depremlerin olduğuna işaret edilmektedir (Karakhian vd., 2006). Ancak bugüne değin jeotermal bir aktiviteye rastlanılmamıştır. Lund ve diğerleri (2010) ülkeler için toplamış oldukları verilere göre çalışmakta olan jeotermal bir kuyudan jeotermal su şişelenmekte ve mineralli su olarak satılmaktadır. Ayrıca yine bu kuyudan üretilen su ile yakın civardaki konut evinin ısıtılması sağlanmaktadır. Biri gazlı içecekler diğeri ise kuru buz fabrikasında kullanılmak üzere iki adet karbondioksit üreten kuyu mevcuttur. Bu kuyular ayrıca mide rahatsızlıklarının tedavisinin yapıldığı Ankavan Senatoryum'una sıcak su temin etmektedir. Ermenistan için tahmin edilen kapasite ve yıllık kullanım değerleri (banyo ve havuzlardan) sırasıyla 1 MW_t ve 15 TJ/yıl'dır (Lund vd., 2010).

İran: Jeotermal enerjiye ilgi İran'da 1974 yılında başlamış ve kuzeybatı İran'da yapılan araştırmalar sonucunda Sabalan, Damavand, Khoy-Maku ve Sahand bölgeleri umud vaad eden jeotermal alanlar olarak tanımlanmıştır. Şekil 1.14'de İran'ın jeotermal enerji kaynakları gösterilmektedir. İran'ın %8.8'i (18 jeotermal alan) jeotermal potansiyel yerleri olarak belirlenmiştir. Ülkedeki en önemli potansiyel bölge Sabalan'dır. Burada 1995 yılından beri yüzey arama ve fizibilite çalışmaları sürdürülmekte olup en önemli alan olarak kuzeybatı Sabalan tanımlanmıştır. Yer altı jeolojik durumlarının değerlendirilmesi amacıyla üç tane derin arama kuyusu delinmiştir.

En yüksek sıcaklık, 3200 m derinlikte 240 °C olarak kaydedilmiştir. Rezervuar simülasyon sonuçlarına göre Sabalan sahasından 2011 yılında 50 MW_e'lik elektrik üretimi yapılması planlanmaktadır (Yousefi vd., 2010).

Termal sular en çok aktif volkanizmanın olduğu Alborz bölgesinde yoğunluk göstermektedir. Genel olarak İran platosu en son volkanik aktivitelerle uyum içerisinde olan düşük ve orta sıcaklıklı kaynaklarca zengindir (Noorollahi vd., 2009).

Jeotermal gradyen $2^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ (Zağros Kuşağı) ile $13^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ (Damavand Volkanı) arasında değişiklik göstermektedir. İran'da yüzey sıcaklıkları 25°C ile 85°C arasında değişen ve geniş yayılım gösteren jeotermal oluşumlar ve kaynaklar mevcuttur. Ancak en sıcak kaynak ülkenin kuzey batı kısmındadır. 2003 yılından beri ısı pompaları ülkenin çeşitli kentlerinde kurulu olarak çalışmaktadır. Isı pompaları 5 MW_t ve turistik amaçlı kullanım (havuz ve spalar) olarak 30.07 MW_t ile toplamda 35.07 MW_t doğrudan kullanım kapasitesi mevcuttur (Noorollahi vd., 2010).



Şekil 1.14: İran jeotermal enerji kaynakları haritası (14 jeotermal saha önem sırasına göre numaralandırılmıştır, örneğin Sabalan sıralamada birincidir) (Yousefi vd., 2009).

1.5.4. Türkiye ve komşu ülkelerinin jeotermal kapasite ve kullanımlarının karşılaştırılması

Türkiye ve komşularının jeotermal enerji doğrudan kullanım kapasite, yıllık kullanım miktarları ve kapasite faktörleri Çizelge 1.11’de gösterilmektedir.

Kapasite Denklem 1.1’de gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$\text{Kapasite} = w_{\max} \times (T_{\text{giriş}} - T_{\text{çıkış}}) \times c_s \times 10^{-6} \quad (1.1)$$

Burada;

Kapasite: ısıl güç miktarı, MW_t

$w_{\max}$: maksimum akış debisi, kg/s

$T_{\text{giriş}}$: sisteme giren akışkanın sıcaklığı, °C

$T_{\text{çıkış}}$: sistemden çıkan akışkanın sıcaklığı, °C

c_s : suyun ısıl kapasitesi, 4184 J/kg-°C

10^{-6} : watt ile mega watt arasındaki ilişki

İki fazlı üretimin olduğu yüksek entalpili alanlarda Denklem 1.1’deki sıcaklık terimi entalpi terimi cinsinden ifade edilerek Denklem 1.2’deki şekilde gösterilmektedir.

$$\text{Kapasite} = w_{\max} \times (h_{\text{giriş}} - h_{\text{çıkış}}) \times 10^{-3} \quad (1.2)$$

Burada;

$h_{\text{giriş}}$: sisteme giren akışkanın entalpisi, kJ/kg

$h_{\text{çıkış}}$: sistemden çıkan akışkanın entalpisi, kJ/kg

Yıllık enerji kullanım miktarı ise Denklem 1.3’teki gibi gösterilmektedir.

$$\text{Yıllık Enerji Kullanımı} = w_{\text{ort}} \times (T_{\text{giriş}} - T_{\text{çıkış}}) \times 0.1319 \quad (1.3)$$

Burada;

Yıllık Enerji Kullanımı: ısıl güç miktarı, TJ/yıl (1 TJ=10¹² J)

w_{ort} : ortalama akış debisi, kg/s

$T_{\text{giriş}}$: sisteme giren akışkanın sıcaklığı, °C

$T_{\text{çıkış}}$: sistemden çıkan akışkanın sıcaklığı, ° C

0.1319: suyun ısı kapasite değeri olan 4184'in TJ/ yıl cinsinden ifadesidir.

Yıllık enerji kullanım miktarının entalpi değerleri kullanılarak ifadesi ise Denklem 1.4'teki gibi gösterilmektedir.

$$\text{Yıllık Enerji Kullanımı} = w_{\text{ort}} \times (h_{\text{giriş}} - h_{\text{çıkış}}) \times 0.03154 \quad (1.4)$$

Burada;

$h_{\text{giriş}}$: sisteme giren akışkanın entalpisi, kJ/kg

$h_{\text{çıkış}}$: sistemden çıkan akışkanın entalpisi, kJ/kg

0.03154: kilo watt değerinin TJ/ yıl cinsinden ifadesidir.

Kapasite faktörü ise Denklem 1.5'ten hesaplanmaktadır.

$$\text{Kapasite Faktörü} = \text{Yıllık Enerji Kullanımı (TJ/ yıl)} / \text{Kapasite (MW}_t\text{)} \times 0.03171 \quad (1.5)$$

Çizelge 1.11: Türkiye ve komşularının jeotermal enerji doğrudan kullanım kapasiteleri (Lund vd., 2010).

Ülke	Kapasite (MW _t)	Kullanım TJ/yıl	Kapasite Faktörü
Türkiye	2084	36885.9	0.56
İran	41.61	1064.18	0.81
Gürcistan	24.51	659.24	0.85
Bulgaristan	98.3	1370.12	0.44
Yunanistan	134.6	937.8	0.22
Ermenistan	1	15	0.48

1.6 Kullanılan Yöntemler

Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyelinin belirlenmesi amacıyla hazırlanan bu tez kapsamında;

1) Türkiye'nin Isı İçeriği: Türkiye'nin yerkabuğunda depolanmış ısı içeriğinin hesaplanması amaçlanmıştır. Bu amaçla (a) 0-3 km derinlik arasındaki ısı içeriği ve (b) 3-10 km derinlik arasındaki ısı içeriği olacak şekilde iki derinlik aralığı için iki ayrı alt çalışma yapılmış ve ısı içeriği hesaplanmıştır. 0-3 km derinlik aralığındaki ısı

içeriği hesabı; yeryüzünden ilk 3 km derinlikteki tüm kayaç ve akışkandaki ısı enerjisinin hesaplanması ve çeşitli yaklaşımlarla hidrotermal sahaların potansiyeli hakkında tahminler yapabilmek amacıyla hesaplanmıştır. Seçilen 3 km derinlik, sınırlayıcı bir derinlik olup hidrotermal taşınım sistemleri içine delinen kuyular için mevcut ekonomik koşullarda geçerli sınırlayıcı derinlik olmasındandır.

Türkiye'nin jeotermal kaynakları hidrotermal ve geliştirilmiş jeotermal sistemler olmak üzere iki sınıfa ayrılabilir. Günümüzde ülkedeki tüm jeotermal arama ve geliştirme projeleri hidrotermal üzerine yoğunlaşmıştır. Çalışma kapsamında 0-3 km derinlik aralığı hidrotermal sistemler, 3-10 km derinlik aralığı ise GJS için teknolojik sınırlayıcı derinlikler olarak kabul edilmiştir.

3-10 km derinlik arasındaki ısı içeriği hesaplaması ise, ilk 3 km derinlik hesabındaki varsayımların geçerli olduğu düşünülerek akışkan içermeyen ve iletimin etken olduğu sıcak kuru kayaçlardaki (GJS) depolanmış ısının hesaplanması amaçlanmıştır.

2) Türkiye'nin Görünür Kapasitesi: Türkiye'deki tanımlanmış sahaların mevcut koşullardaki üretim ve rezervuar verileri ve ayrıca tüm doğal jeotermal çıkışlar göz önüne alınarak 15 °C referans sıcaklığı için hidrotermal kapasite değerlerinin hesaplanması ve envanter çıkartılması amaçlanmıştır. Kapasite belirlenirken tanımlanmış saha verileri olarak Maden Tetkik ve Arama (MTA) jeotermal kaynakları envanter verileri, İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümü (İTÜ PDGMB) araştırma ve çalışmaları ile literatür bilgileri esas alınmıştır.

Oluşturulan kapasite envanteri ile sıcaklık sınıflarına göre kapasiteler ve saha sayılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Elektrik ve doğrudan kullanıma uygun jeotermal sahaların (yer/oluşum) her birinin görünür kapasiteleri belirlenmiştir. Ayrıca sahaların mevcut görünür kapasiteleri ile gerçek potansiyel değerlerinin kıyaslanarak, sahalardaki potansiyelin ne kadarının kullanıldığı anlaşılmıştır.

Hesaplanmış görünür kapasite değerini kullanarak bir başka değişle tanımlanmış (bilinen) jeotermal sistemlerden hareket ederek keşfedilmemiş jeotermal kaynakların elektrik/ısı üretim potansiyeli tahmininin yapıldığı bir yaklaşım irdelenmiştir.

Yine literatürde mevcut olan değişik yaklaşımlar ve varsayımlar sonucunda keşfedilmemiş ulaşılabilir hidrotermal kaynak tahmini, tanımlanmış ve keşfedilmemişle birlikte ulaşılabilir hidrotermal kaynak potansiyeli belirlenmeye çalışılmıştır.

3) Hacimsel Yöntem Kullanarak Türkiye’deki Sahaların Potansiyelinin Hesaplaması: Türkiye’nin jeotermal sahalarından elektrik ve doğrudan kullanım amaçlı potansiyellerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bu sahalardaki tahmini depolanmış ısı ve tahmini üretilebilir ısı değerleri kullanım amaçlarına ve belirli varsayımlara göre hesaplanmıştır. Öncelikle elektrik üretimine uygun yüksek sıcaklıklı 25 sahadan elde edilebilecek tahmini elektrik potansiyeli ve tahmini ısı potansiyeller hesaplanmıştır. İkinci aşamada ise doğrudan kullanıma uygun orta ve daha düşük sıcaklıktaki jeotermal sahalardan üretilebilecek tahmini ısı potansiyeller hesaplanmıştır.

Hacimsel yöntem; kayaç ve akışkanın içerdiği toplam enerji (depolanmış ısı) ve bu enerjinin ne kadarının üretilebileceği tahmini hesabına dayalıdır. Toplam depolanmış ısı denklemindeki değişkenler (rezervuar alanı, rezervuar kalınlığı, rezervuar hacmi, rezervuar sıcaklığı, gözeneklilik, kayaç ve akışkan yoğunlukları, kayaç ve akışkan özgül ısıları) ile üretilebilir ısı denklemindeki üretim faktörü, dönüşüm verimliği, yük faktörü ve santral yükü değişkenleri belirsizlik içermektedirler. Yukarıdaki parametrelerin tümüne yakınının yeraltı ile ilgili olduğu düşünülürse (tek bir değeri olmayıp, değer aralığında değişim göstermektedirler ve bu değişimler dağılım fonksiyonları olarak işlemlere katılmıştır), bunların üzerindeki belirsizlikler sonuçta önemli hatalara neden olabilir. Belirsizliği sayısallaştırabilmek amacıyla, olasılık dağılımı (stokastik) çalışması yapılmış ve Monte Carlo simülasyonu uygulanmıştır. Yapılan potansiyel hesaplamalarında Monte Carlo simülasyonu kullanılarak istatistiksel ölçü/gösterge (marker) olarak değerlendirilen P10, P50 ve P90 değerleri yığınsal olasılık dağılımları cinsinden ifade edilmiştir. Potansiyel hesaplamalarında çoklu saha seti (bölge, ülke vb.) olması durumunda yığınsal olasılık dağılım sonuçları hem geleneksel aritmetik toplam hem de olasılıklı toplam cinsinden ifade edilerek sonuçlar karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Olasılıklı toplamda, Monte Carlo simülasyonu her bir saha için ayrı ayrı uygulanıp sahaların ortalama ve varyans değerleri elde edilir. Her sahanın ortalama ve varyans değerleri lognormal olarak tanımlanarak toplanır. Elde edilen toplam 10 000 defa koşturularak setin toplam potansiyeli P10-P50-P90 göstergeleri cinsinden hesaplanmaktadır. Aritmetik toplamda ise, Monte Carlo simülasyonu her bir saha için ayrı ayrı uygulanır. Her sahadan elde edilen P10, P50 ve P90 göstergeleri alt alta toplanarak setin toplam potansiyeli bulunmaktadır. Bağımsız sahalardan aritmetik toplam, birbirleriyle

ilişkilendirilen sahalar (aynı havza, aynı bölge içinde olması durumu, jeolojik benzerlikler göstemeleri, tabakalı sistemler, aynı beslenme havzasından beslenen rezervuarlar, üretim faktörü değerleri birbirlerini etkileyen sistemler, vb.) için olasılıklı toplam yaklaşımı kullanılmaktadır. Çalışmamızda değerlendirilmesi yapılan elektrik üretimine uygun sahaların çoğunun Menderes Masifi'nde ve genelde jeolojik olarak birbirlerine benzeyen sahalar olmaları nedeniyle olasılıklı toplama, ancak ülkenin geneline bakılınca Türkiye'deki sistemlerin birbirlerinden farklı olmaları nedeniyle de aritmetik toplama yapılmıştır. Tahmini potansiyel değerinin, aritmetik ve olasılıklı toplam değerlerinin arasında olduğu düşünülerek her iki yoldan hesaplanan sonuçlar bu çalışma kapsamında verilmiş olup, aritmetik ve olasılıklı toplamdan bulunan P10 göstergelerinin ortalaması belirleyici değer olarak dikkate alınmıştır.

4) Türkiye'nin Yeraltı Sıcaklık Dağılımı Haritasının Oluşturulması: Yukarıda anlatılan çalışmaları görsel olarak destekleyip netleştirebilmek amacıyla 500 m ve 1000 m derinlikler için genel (Tüm Türkiye) ve bölgesel (Trakya Bölgesi ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi) yeraltı sıcaklık haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan bu haritalar sayesinde ilgilenilen derinlikteki sıcaklıklar tahmin edilebilmekte ve olası potansiyel alanların yerleri belirlenebilmektedir.

Bu çalışmada sıcaklık dağılımı hesaplamaları için Mıhçakan vd. (2006) verilerinden elde edilen en az 1 km derinliği olan derin kuyular ile İlkışık (2008) çalışmasından elde edilen 100/150 m derinliği olan sığ kuyuların gradyan verileri interpolasyon (ara değer kestirimi) ve ekstrapolasyon (dış değer kestirimi) yapılarak veri setleri hazırlanmıştır. Veri setleri sadece veriler arası uzaklıkların dikkate alındığı deterministik (örn: ters ağırlıklı mesafe yöntemi) ve uzaklık ile birlikte konumsal (uzaysal) ilişkinin de dikkate alındığı jeostatistiksel (örn: kriging) yöntemler ile incelenerek tahmini sıcaklık yüzey haritaları oluşturulmuştur.

Yerin altı ile ilişkili olan ve yapılan hesaplamaların tümüyle belirsizlik içerdiği ve dolayısıyla değerlendirmesi çok zor olan bu çalışmada farklı yöntemlerle yaklaşımlar yapılmış ve irdelenmeye çalışılmıştır.

Birbirlerini tamamlayan nitelikteki bu alt çalışmaların yapıları, çalışmalardaki uygulanan yöntemler ve varsayımlar ilgili bölümlerde açıklanmıştır.

2. TÜRKİYE’NİN JEOTERMAL ISI İÇERİĞİ

Çalışma kapsamında önce 0-3 km derinlik aralığı için ve daha sonra 3-10 km derinlik aralığı için jeotermal kaynak potansiyeli tahmini gerçekleştirilmiştir.

2.1 0-3 km Derinlik Aralığında Türkiye Jeotermal Isı İçeriği

Türkiye’nin jeotermal potansiyeli hakkında literatürde yer alan ilk çalışma EPRI (1978) tarafından yapılan çalışmadır. EPRI çalışmasında tüm ülkeler ve dünya için 0-3 km derinlik aralığında jeotermal potansiyel tahmini yapılmıştır. EPRI’nin varsayımları aşağıda sıralanmaktadır:

- 1) Jeotermal kuşak dışında kalan tüm alanlarda jeotermal gradyan $25\text{ }^{\circ}\text{C/km}$ ’dir.
- 2) Jeotermal kuşakta yer alan alanlarda jeotermal gradyan normalden yüksektir. X olarak herhangi bir ülkedeki jeotermal kuşakta olan alan oransal olarak o ülkenin alanına (A) göre alınmaktadır ($0 \leq X \leq 1$).
- 3) Bir ülkenin jeotermal kuşakta olan alanının (XA), %90’ı ($0.9XA$) $40\text{ }^{\circ}\text{C/km}$ ve %10’u ($0.1XA$) $80\text{ }^{\circ}\text{C/km}$ jeotermal gradyana sahiptir.
- 4) Yeryüzü ortalama sıcaklığı $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’tır.
- 5) Bir ülkenin jeotermal kaynağı, 3 km derinliğe kadar olan kayaç ve akışkanların $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ referans sıcaklığında içerdiği ısıdır.
- 6) Yeraltında sıcaklığa bağlı olarak dört grup oluşturulmuştur:
Grup 1: $T < 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, Grup 2: $100 < T < 150\text{ }^{\circ}\text{C}$, Grup 3: $150 < T < 250\text{ }^{\circ}\text{C}$, Grup 4: $T > 250\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 7) Kayacın hacimsel ısı kapasitesi sıcaklığa bağlı olmakla beraber, bütün alanlar için $2.5 \times 10^{15}\text{ J/(km}^3\text{-}^{\circ}\text{C)}$ değeri ortalama değer olarak varsayılmaktadır.
- 8) Herhangi bir sıcaklık grubu için kaynağın ısısı

$$Q = ADC_v(T-15) \quad (2.1)$$

denkleminde hesaplanmaktadır. Burada:

Q: kaynağın ısı enerjisi, J

A: kaynağın alanı, km²

D: kaynağın derinlik aralığı, km

C_v: hacimsel ısı kapasitesi, J/km³ °C

T: kaynağın ortalama sıcaklığı, °C.

Örneğin alanı 1 km² ve derinliği 500 m olan bir kaynağın ortalama sıcaklığı 80 °C olması durumunda 15 °C referans sıcaklığı için bu kaynağın sahip olduğu ısı içeriği Denklem 2.1 kullanılarak hesaplandığında;

$Q = 1 \text{ km}^2 \times 0.5 \text{ km} \times 2.5 \times 10^{15} (\text{J/km}^3 - ^\circ\text{C}) \times (80 ^\circ\text{C} - 15 ^\circ\text{C}) = 81.25 \times 10^{15} \text{ J}$ olarak bulunmaktadır.

EPRI yaklaşımı Türkiye'ye uygulandığında (A) olarak 7.8x10⁵ km², jeotermal kuşak oranı (X) olarak 0.50 varsayılmaktadır. Çizelge 2.1'de EPRI'nin Türkiye, ABD ve tüm Dünya için hesapladığı jeotermal kaynak sonuçları sunulmaktadır.

Çizelge 2.1: Hesaplanan jeotermal kaynak, J (EPRI, 1978; Satman, 2007).

			Sıcaklık Grupları, °C				
Ülke	Alan, km ²	X	Grup 1 T<100	Grup 2 100<T<150	Grup 3 150<T<250	Grup 4 T>250	Toplam 10 ²³ J
Türkiye	7.8x10 ⁵	0.5	1.9 x10 ²³	8.4 x10 ²²	2.3 x10 ²²	1.4 x10 ²¹	3.1
ABD	9.4x10 ⁶	0.25	4.1 x10 ²⁴	5 x10 ²³	1.3 x10 ²³	8.4 x10 ²¹	46
Dünya			3.8 x10 ²⁵	3.8 x10 ²⁴	9.6 x10 ²³	5 x10 ²²	430
Türkiye/ Dünya, %			0.5	2.2	2.4	2.8	0.7

Çizelge 2.1'de verilen jeotermal kaynak değerleri yeraltında belirli aralıktaki ısı içeriğini vermektedir. Isı içeriği, kayacın ve hidrotermal sistemlerin ısı içeriği toplamalarını temsil etmektedir. Türkiye'nin 3 km derinlik içinde jeotermal potansiyeli ile ilgili çalışmalar yukarıda verilen EPRI çalışmasından sonra yapılan

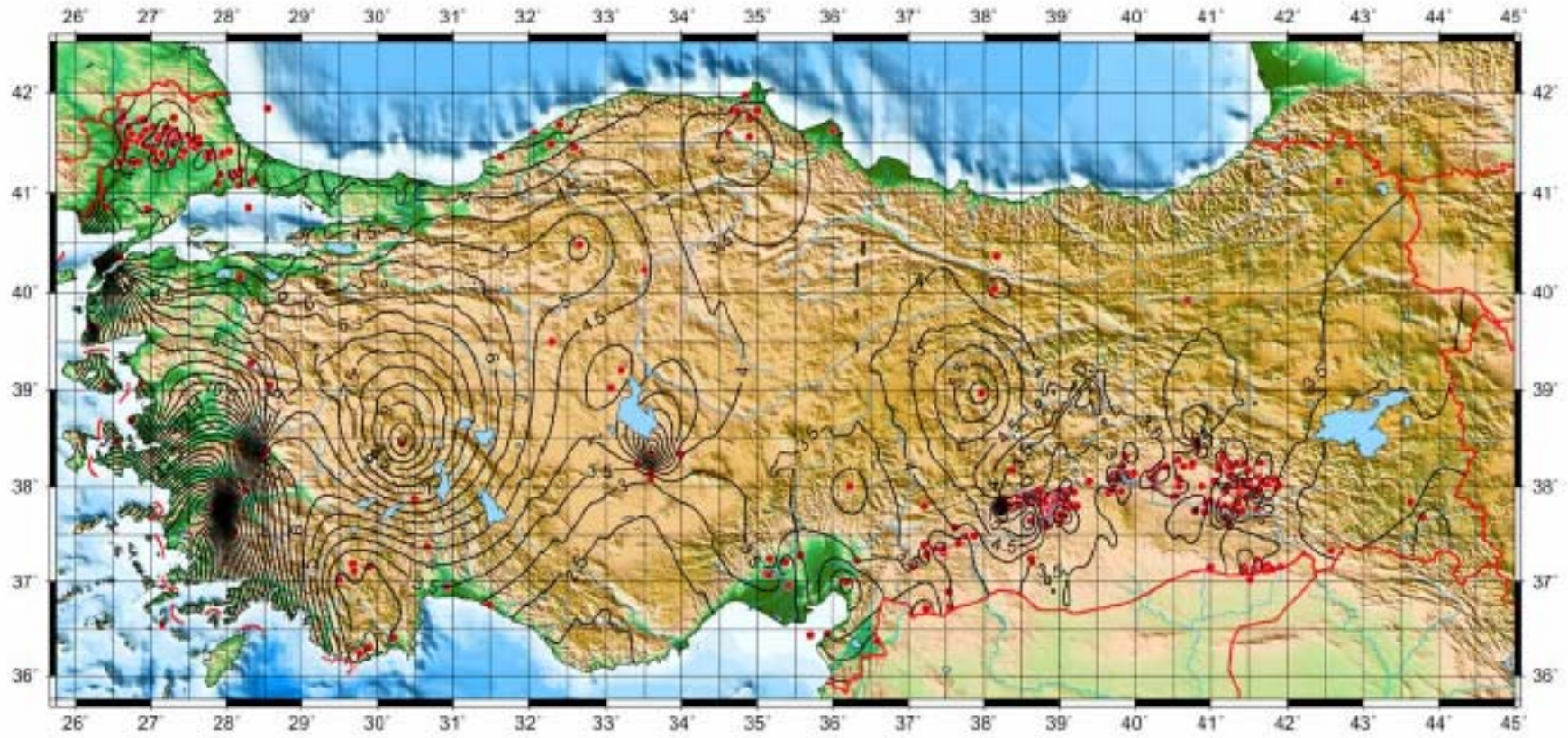
Serpen (1996) çalışması, Serpen ve Mihçakan (1999), Satman (2007) ve bu doktora çalışması kapsamında yapılan çalışma sayılabilir. Sonuçlar karşılaştırılmalı olarak Çizelge 2.2’de verilmektedir.

Çizelge 2.2: Türkiye’nin jeotermal ısı içeriği, J.

	Sıcaklık Grupları, °C				
Yapılan Çalışmalar	Grup 1 T<100	Grup 2 100<T<150	Grup 3 150<T<250	Grup 4 T>250	Toplam Potansiyel 10 ²³ J
EPRI (1978)	1.9 x10 ²³	8.4 x10 ²²	2.3 x10 ²²	1.4 x10 ²¹	3.1
Serpen (1996)	1.6 x10 ²³	9.3 x10 ²²	3.2 x10 ²²	-	2.9
Serpen-Mihçakan (1999)	7.1 x10 ²²	100<T<180 1.1 x10 ²³	180<T<250 1.5 x10 ²²	-	2.0
Satman (2007)	1.8 x10 ²³	1.2 x10 ²³	6.3 x10 ²²	6.9 x10 ²⁰	3.7
Bu çalışma	1.7 x10²³	1.3 x10²³	6.0 x10²²	3.0 x10²²	3.9

Sonuçların birbirlerine yakın olduğu gözlenmekle birlikte farklılıklar araştırmacıların kullandıkları/yararlandıkları haritalar ve hesaplamalarla ilgili varsayımlardan kaynaklanmaktadır. Dikkat edilecek olunursa Serpen (1996) ve Serpen ve Mihçakan (1999) çalışmalarında araştırmacılar Grup 4 için (şimdiye kadar henüz Türkiye’de sıcaklığı 250 °C’den yüksek bir kaynağa rastlanamamasından dolayı) herhangi bir jeotermal potansiyel değeri belirtmemişlerdir.

Bu çalışmada Mihçakan vd. (2006)’nın oluşturmuş oldukları yeraltı sıcaklık gradyanı dağılımı haritası (Şekil 2.1) temel alınarak derinlikle sıcaklığın doğrusal bir şekilde artış gösterdiği varsayımı yapılarak ilgili derinlik için sıcaklık ve depolanmış ısı hesabı yapılmıştır. Mihçakan vd., (2006)’nin çalışmasında Türkiye’de derinliği 1000 m’den büyük olan 539 adet kuyu sıcaklık verileri analiz edilmiş ve Türkiye yeraltı sıcaklık dağılım haritası çıkartılmıştır. Şekil 2.1’de Türkiye yeraltı sıcaklık gradyanı dağılımı ve topoğrafya haritası (eşgradyan eğri aralığı 0.5 °C/100m) verilmektedir. Şekil 2.1’deki harita temel alınarak bu haritadaki en düşük gradyan kontur değerinden (2 °C/100m) başlanarak yarım kontur arttırılarak (2.5 °C/100m) bu iki kontur aralığındaki ortalama kontur değeri için (2.25 °C/100m) bu kontur değerindeki ilgilenilen alan ve derinlik için hesaplanan ortalama sıcaklık değeri



Şekil 2.1: Türkiye yeraltı sıcaklık gradyanı dağılımı ve topoğrafya haritası (eşgradyan eğri aralığı $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$) (Mihçakan vd., 2006).

(jeotermal gradyan kullanılarak ilgili derinlik için hesaplanan sıcaklık değeri ile yüzey sıcaklığının ortalaması alınarak hesaplanmaktadır) gözönünde bulundurularak jeotermal kaynak potansiyeli hesaplanmıştır.

Yapılan hesaplamalardaki diğer varsayımlar aşağıdaki gibidir:

1. Jeotermal gradyanın derinlikle doğru orantılı artış göstermesi
2. Yeryüzü ortalama sıcaklığının 15 °C olarak alınması
3. Kayacın hacimsel ısı kapasitesi olarak ortalama bir değer olan 2.5×10^{15} J/(km³-°C)'nin alınması.

Bu varsayımlar 3 km derinlik dikkate alınarak yapılmıştır. Hesaplamalarda kullanılan gradyan aralığı ve sıcaklık sınıfları için hesaplanan 0-3 km derinlik aralığındaki jeotermal ısı içeriği değerleri gerek gradyan aralığındaki jeotermal ısı içeriği gerekse toplam ısı içeriği olacak şekilde EK A. Çizelge A.1'de verilmektedir. Çizelge 2.2'de son satırda, bu doktora çalışması kapsamında yapılan ve elde edilen sonuçları EK A. Çizelge A.1'de sunulan çalışmadan elde edilen sonuçlar verilmektedir.

Araştırmacıların hesapladığı en düşük ve en yüksek değerler ile aritmetik ortalamadan olan sapma dikkate alındığında Türkiye için ilk 3 km derinlik aralığındaki jeotermal ısı içeriği $3 \pm 1 \times 10^{23}$ J'dür.

İlk 3 km derinlik aralığındaki ısı içeriği hesabındaki varsayımlar 0-4 km, 0-5 km, 0-6 km, 0-7 km, 0-8 km 0-9 km ve 0-10 km derinlik aralıkları için de aynen alınmış, her bir gradyan aralığındaki jeotermal ısı içeriği ve toplam ısı içeriği olacak şekilde hesaplanan sonuçlar EK A kısmındaki çizelgelerde (A.1, A.2, A.3 ve A.4) verilmektedir.

Türkiye'nin 2009 yılı toplam birincil enerji tüketimi ~ 100 milyon ton petrol eşdeğeri dikkate alındığında bu değer 4.18 x 10¹⁸ J'dür. Türkiye'nin ilk 3 km derinliği içindeki ısı içeriği olan 3 x 10²³ J'ün %1'i değerlendirildiğinde, enerji olarak 2009 yılı Türkiye enerji tüketiminin yaklaşık 700 katıdır.

2.2 3-10 km Derinlik Aralığında Türkiye Jeotermal Isı İçeriği

Bu çalışmada, (Mihçakan vd., 2006) tarafından geliştirilmiş olan Türkiye yeraltı sıcaklık gradyanı dağılımı haritası kullanılarak Türkiye jeotermal potansiyeli çalışması 3 ile 10 km derinlik arasında ayrı ayrı birer km derinlik aralığı için gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar çizelge ve şekiller halinde sunulmaktadır.

Şekil 2.1'deki haritaya göre Türkiye genelindeki gradyan kontürlerin alanları tek tek belirlenmiş ve Denklem 6 kullanılarak, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 km derinlikler için sıcaklık gruplarına göre Türkiye'nin jeotermal kaynak potansiyeli hesaplanarak tahmin edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 2.3-2.4, Şekil 2.2 ve 2.3'te sunulmaktadır.

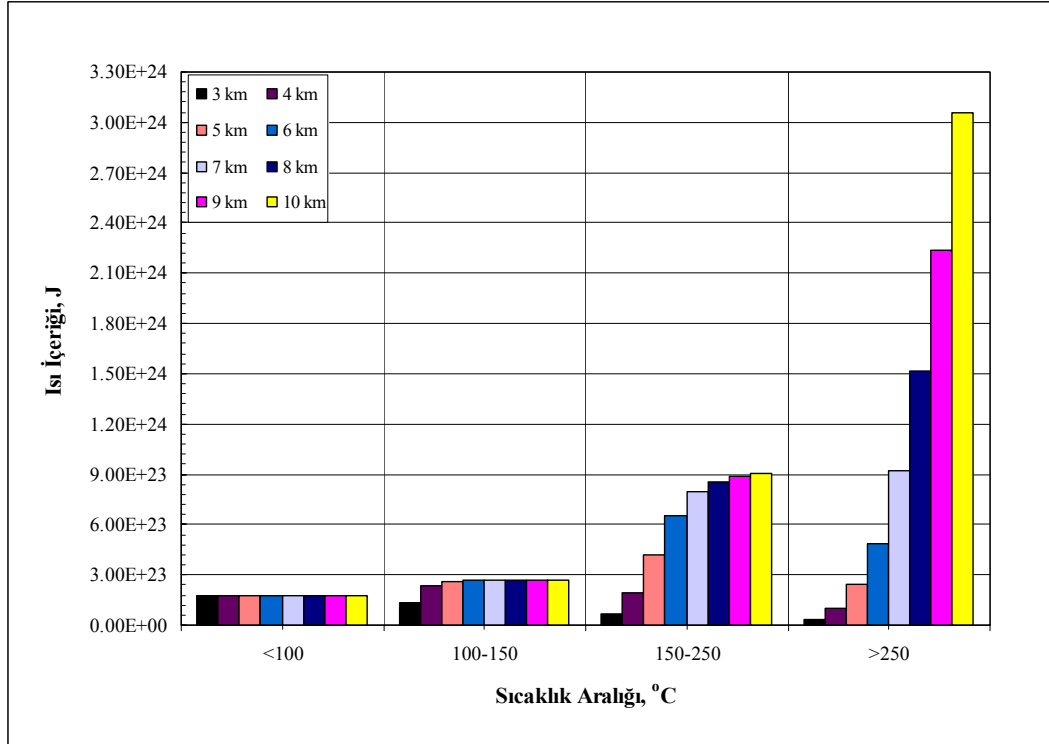
EK A'da verilen Çizelge A.1, A.2, A.3 ve A.4'te ise ayrıntılı olarak tüm hesaplamalar verilmektedir.

Çizelge 2.3: Türkiye'nin farklı derinliklerinde sıcaklık gruplarına göre jeotermal ısı içeriği, $\times 10^{23}$ J.

Sıcaklık Aralığı, °C	Derinlik, km							
	0-3	0-4	0-5	0-6	0-7	0-8	0-9	0-10
T<100	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
100<T<150	1.3	2.3	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
150<T<250	0.6	2.0	4.2	6.6	7.9	8.5	8.9	9.0
T>250	0.3	1.0	2.4	4.9	9.2	15.2	22.4	30.0
Toplam Depolanmış Isıl Enerji, 10^{23} J	3.9	7.1	11.0	16.0	21.6	28.2	35.8	44.1

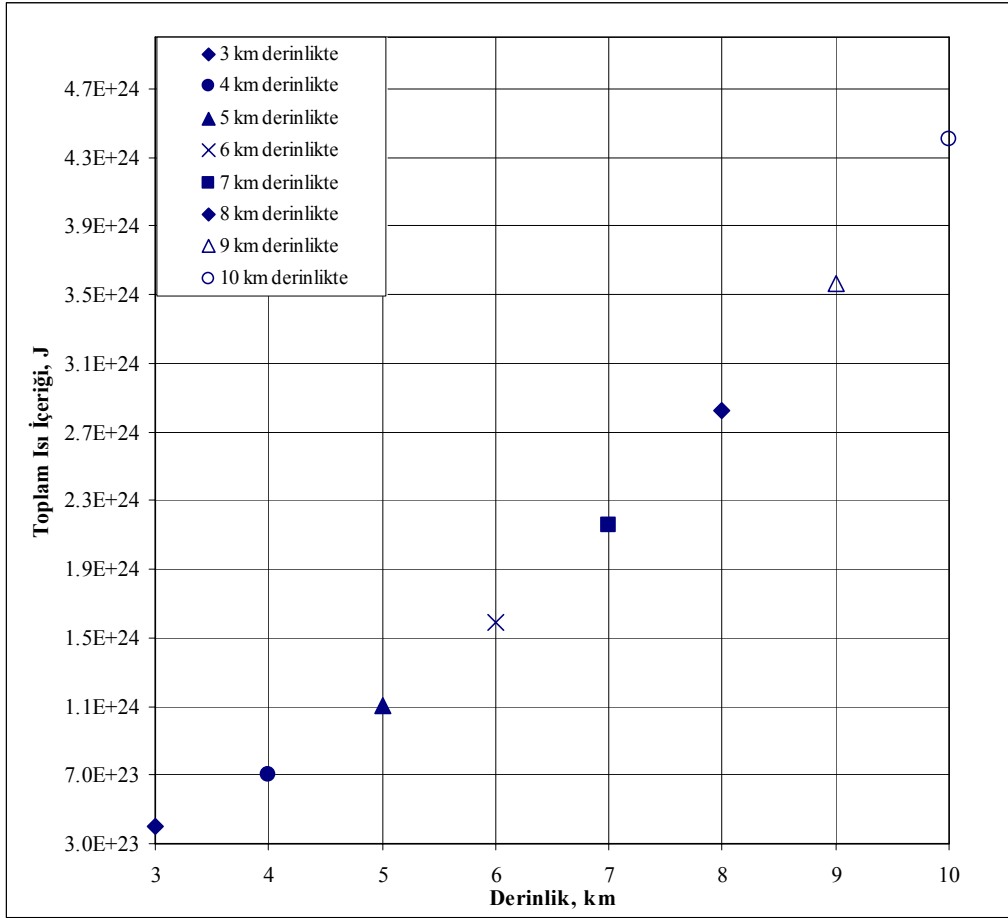
Çizelge 2.3'te Türkiye'nin 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 km derinliklerindeki ısı içeriği sıcaklık gruplarına göre gösterilmektedir. Şekil 2.2'de Türkiye'nin 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 km derinliklerindeki ısı içeriği farklı sıcaklık grupları (T<100°C, 100<T<150°C, 150<T<250°C ve T>250°C) için gösterilmektedir.

Şekil 2.3'te ise Türkiye'nin 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 km derinliklerinde içerdiği toplam ısı içeriği gösterilmektedir.



Şekil 2.2: Türkiye'nin 3-10 km derinliklerindeki ısı içeriğine karşılık sıcaklık grafiği.

Çalışma kapsamında, Türkiye'nin gerek 0-3 km gerekse 3-10 km derinliklerinde depolanan ısı içeriği hesaplanırken; Mihçakan vd. (2006) tarafından geliştirilmiş Türkiye yeraltı sıcaklık gradyanı haritasından ve EK-A'daki verilerden yararlanılmıştır. Mihçakan vd. (2006) tarafından geliştirilmiş Şekil 2.1'deki harita, Türkiye'de derin delinmiş kuyularda yaklaşık 1000-4645 m arasında ölçülmüş (derinliği 1000 m'den büyük olan 539 adet kuyunun sıcaklık verisi analiz edilerek) yeraltı sıcaklık verileri yardımı ile oluşturulmuştur. Ölçüm yapılan en büyük derinlik 4645 m'dir. Bu nedenle Türkiye'nin ilk 3 km derinliğinin içerisindeki depolanan ısı içeriği (ısı enerjisi) Mihçakan vd. (2006) çalışması esas alınarak hesaplanmıştır. Ancak derin kuyulara ait veriler yeterli olmadığı için 3-10 km derinlikler için yapılan hesaplamalarda yine bu harita ve verileri kullanılarak ve 0-3 km derinliklerdeki jeotermal sıcaklık gradyanlarının 3-10 km derinliklerde de geçerli olduğu varsayımı yapılarak ısı içeriği tahminleri yapılmıştır.



Şekil 2.3: Türkiye'nin 3-10 km derinliklerinde içerdiği toplam ısı içeriği (ısı enerjisi) grafiği.

Çizelge 2.4'de Türkiye'nin 1 km'lik derinlik aralıklarında içerdiği (depoladığı) toplam ısı enerjisi (ısı içeriği) potansiyeli gösterilmektedir.

Çizelge 2.4: Türkiye'nin 1 km'lik derinlik aralıklarında depolanmış toplam jeotermal ısı içeriği potansiyeli.

Derinlik Aralığı, km	Depolanmış Isı İçeriği, $\times 10^{23}$ J
3-4	3.2
4-5	3.9
5-6	5
6-7	5.6
7-8	6.6
8-9	7.6
9-10	8.3

3. HİDROTHERMAL KAYNAK POTANSİYELİ

Jeotermal kaynaklar genelde petrol, gaz ve kömür gibi maden kaynakları olarak düşünülmekte ve değerlendirilmektedirler. Ancak jeotermal kaynaklar, içlerinde su bulundurdıklarından, bu sudaki ısının üretimi sözkonusu olduğundan ve sistemin statik değil dinamik yapıda olduğundan özel bir çeşit su kaynakları olarak da değerlendirip sınıflandırılmasının mümkün olacağı Tester vd. (2005) gibi araştırmacılar tarafından belirtilmektedir.

Jeotermal kaynak terminolojisinde tanımlamada farklılıklar vardır. Örneğin **jeotermal temel kaynak**, farklı araştırmacılar tarafından farklı şekilde tanımlanmıştır.

(1): Sıcaklığı 15 °C'nin üzerindeki ve 10 km derinliğe kadar olan tüm depolanmış ısıdır (White ve Williams, 1975).

(2): Sıcaklığı 80 °C'nin üzerindeki ve 6 km derinliğe kadar yerküredeki potansiyel yararlı ısıdır (Armstead ve Le-bert, 1983).

(3): Sıcaklığı 15 °C'nin üzerindeki ve 3 km derinliğe kadar olan yeraltındaki kayaç ve akışkanlarda depolanmış tüm ısıdır (EPRI, 1978).

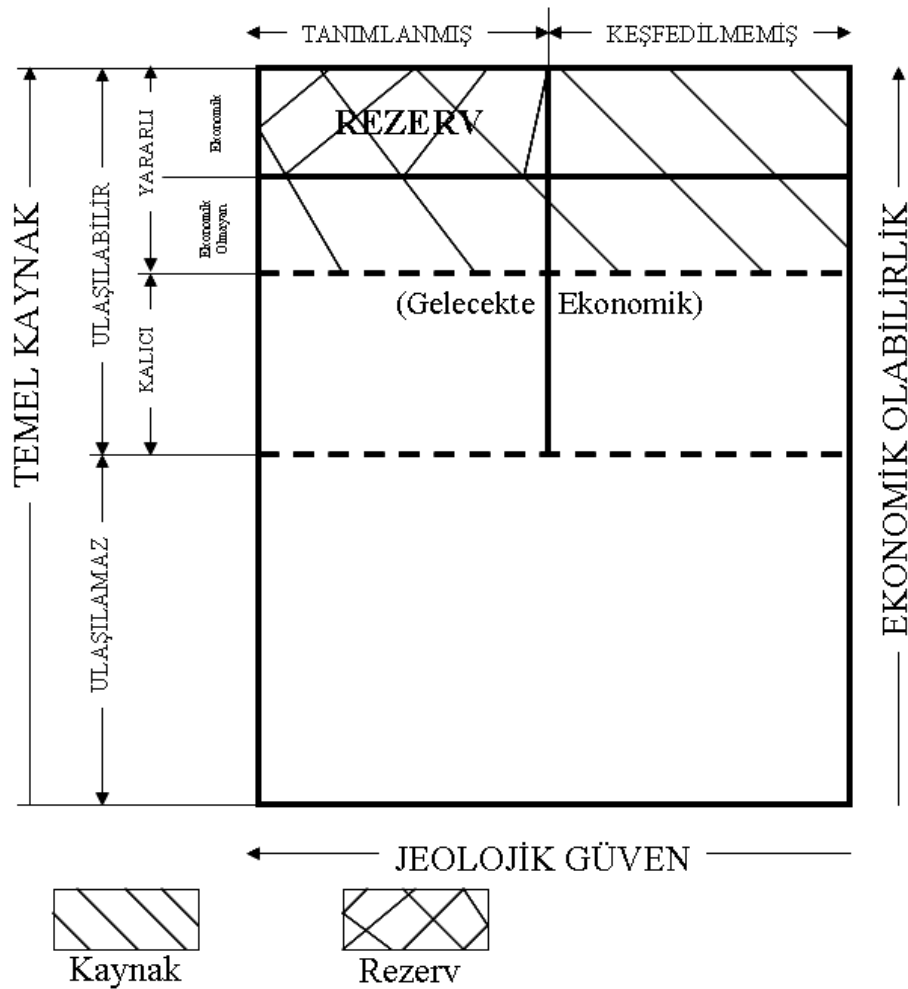
En yaygın olarak kabul gören terminoloji ise Muffler ve Guffanti (1979) tarafından “Yerkabuğu içindeki jeotermal enerji “**temel kaynak**” olarak değerlendirilebilir ve temel kaynak, varlığı tanımlanmış olanlarla beraber henüz keşfedilmemiş olanları da kapsayacak şekilde ekonomik analizden bağımsız olarak düşünülen tüm ısı enerjisi olarak tanımlanabilir” şeklinde yapılmıştır.

Ulaşılabilir temel kaynak, ortalama yüzey sıcaklığı üzerindeki ve yerkürenin yüzeyi ile belirli bir derinliği arasında depolanmış, yakın gelecekte ve mevcut teknoloji ile elde edilebilen kaynak olarak tanımlanabilir.

Kaynak ise ulaşılabilir temel kaynağın yararlı (tanımlanmış ve keşfedilmemişlerle birlikte) kısmıdır.

Jeotermal **rezerv**, ulaşılabilir yararlı temel kaynağın tanımlanmış kısmı olup, mevcut koşullarda ekonomik olarak işletilebilme özellikleri olan ve üretilebilen ısı olarak tanımlanır.

Jeotermal kaynak terminolojisi genelde bir McKelvey diyagramı üzerinde özetlenebilir. Şekil 3.1’de verilen McKelvey diyagramında, düşey eksen ekonomik olabilirlik düzeyini ve yatay eksen ise jeolojik güven düzeyini yansıtmaktadır (Muffler ve Cataldi, 1978).



Şekil 3.1: Jeotermal enerji için McKelvey diyagramı (Muffler ve Cataldi, 1978).

İçerisinde su veya buhar bulunan kaynak hidrotermal kaynak olarak nitelendirilmekte olup, hidrotermal kaynak potansiyeli, “ulaşılabilir” ve “ulaşılamaz” olarak iki bileşenden oluşmaktadır.

3.1 Ulaşılabilir Hidrotermal Kaynak

Teknolojik gelişmeler ve ekonomik koşullarda yapılabilen varsayımlarla, yakın gelecekte enerjinin diğer türleriyle rekabet edebilecek maliyetlerde üretilebilir ısı enerjisi, jeotermal kaynağın ulaşılabilir kısmıdır. Genelde ulaşılabilir kaynak olarak, belirli bir yüzey alanı altında kalan ve belirli bir referans sıcaklığın üzerinde olan, yeryüzü ile yerkabuğu içinde belirli bir derinlik arasında kalan jeotermal enerji anlaşılır. Referans sıcaklığı olarak literatürde 15 °C, 20 °C veya ortalama atmosfer sıcaklığı değerleri kullanılmaktadır. Ulaşılabilir kaynak tanımı yeryüzü ile yerkabuğu içinde belirli bir derinlik arasındaki ısı içeriğini veya yerkabuğu içinde belirli iki derinlik arasındaki mevcut ısı içeriğini verebilir. Kayaç ve akışkan ısılarının birlikte düşünüldüğü hidrotermal taşınım sistemleri için ise yerkabuğu içinde sınırlayıcı derinlik olarak genelde 3 km alınır. 3 km'nin sınır olarak kullanılmasının nedeni, hidrotermal taşınım sistemleri içine delinen üretim kuyuları için mevcut teknolojik koşullarda geçerli ekonomik sınırlayıcı derinlik olmasıdır (MIT, 2006).

Herhangi bir jeotermal kaynağın uygunluğu için belirli koşulların sağlanması gerekmektedir. Bunların birincisi **ulaşılabilirlik** olup ilgilenilen derinliğe kuyu delmekle başılır. İkinci koşul ise yeterli rezervuar üretilebilirliğidir.

Ulaşılabilir hidrotermal kaynak, “tanımlanmış” ve “keşfedilmemiş” olarak iki bileşenden oluşur.

3.1.1 Tanımlanmış ulaşılabilir hidrotermal kaynak (Kapasite)

Sondaj, jeokimya, jeofizik ve jeolojik verilerle belirlenmiş, bilinen ve aynı zamanda mevcut koşullarla ve verilere dayanarak tanımlanmış ulaşılabilir hidrotermal jeotermal enerjidir.

Türkiye için Tanımlanmış Ulaşılabilir Hidrotermal Kaynak değerlendirmesi mevcut durum değerlendirilerek (görünür kapasite) yapılan kapasite hesabı ile gerçekleştirilmiştir.

Bugüne kadar yapılan araştırmalar ülke genelinde (63 ilde) 279 jeotermal oluşum/yerde (delinmiş kuyusu bulunan tanımlanmış sahalarla birlikte doğal kaynaklar ve boşalımları içeren) jeotermal etkinliğin olduğunu göstermektedir. Mevcut jeotermal oluşum/yerler arasındaki bazı jeotermal sahalar ve alanlar halen doğrudan amaçlı olarak veya elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Birçok jeotermal

oluşum/yerde ise yerel halkın ılıca, kaplıca gibi banyo amaçlı kullanımı sözkonusudur. Bu arada, yeni araştırma ve geliştirme çalışmaları sürdürülmekte, bazı sahalar geliştirilirken yeni sahalar da bulunmaktadır.

Aşağıda jeotermal terimlerden bazılarına açıklık getirilmektedir.

Oluşum: Jeotermal enerjinin yeryüzeyine çıkış noktaları örneğin doğal sıcak sular veya kaynar çıkışlar gibi.

Jeotermal yer: Herhangi bir jeotermal etkinliğin meydana geldiği (gerçekleştiği) yer. Örneğin sadece jeotermal kuyunun, sadece jeotermal oluşumun veya her ikisinin de birlikte görüldüğü alanlar jeotermal yer olarak değerlendirilebilmektedir.

Jeotermal rezervuar: İşletilen jeotermal sistemin sıcak ve geçirgen kısmıdır (Satman, 2003; 2005a).

Jeotermal saha: Yeryüzünde bir jeotermal etkinliği gösteren coğrafik bir tanımdır. Eğer yeryüzeyinde herhangi bir etkinlik yoksa yeraltındaki jeotermal rezervuarın üstündeki alanı tanımlamakta kullanılır (Satman, 2003; 2005a).

Jeotermal sistem: Yeraltındaki hidrolik sistemi bütün parçalarıyla birlikte (beslenme zonu, yeryüzüne çıkış noktaları ve yeraltındaki kısımları gibi) tanımlamakta kullanılır ve içerisinde birden fazla jeotermal saha bulundurabilir (Satman, 2003; 2005a).

Rezervuar: Yerkabuğun deformasyonu sonucu ya da çatlaklar, sokulumlar ve gözeneklerdeki değişimlerle kendiliğinden oluşmuş olabilen kapan özelliği taşıyan yeraltındaki su, petrol veya gaz birikimleridir.

Bu çalışma ile Türkiye'nin bilinen jeotermal oluşum/yerleri için Türkiye jeotermal enerji kapasite envanteri (KE)'nin çıkartılması amaçlanmıştır. Burada KE, tanımlanmış ulaşılabilir hidrotermal kaynak değerini temsil etmektedir ve görünür kapasite olarak ta tanımlanabilir. Şekil 3.1'deki McKelvey diyagramında “rezerv” olarak verilen tanıma eşdeğerdir. KE için esas alınan kaynaklar sırasıyla MTA (1996) ve MTA (2005) Türkiye Jeotermal Kaynakları envanterleri, İstanbul Teknik Üniversitesi Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği (PDGM) Bölümü araştırmaları (Onur vd., 2008, Satman vd., 2001, Satman vd., 2005a) ve çalışmalarıyla birlikte diğer literatür bilgileridir.

Bu kaynakların verileri ile hazırlanan KE değerleri, EK B’de (referans sıcaklığı 15 °C kabul edilerek) görüldüğü gibi olup, bilinen tüm jeotermal oluşum/yerleri kapsamaktadır. Ek B’de kullanılan veriler hem MTA (2005) Envanterini, hem PDGM Bölümü araştırmalarını hem de yapılan çeşitli kişisel görüşmeler sonucunda edinilen sahalara (ülkedeki bütün iller bazında mevcut kuyular ve kaynakları kapsayacak şekilde) ait en son verileri kapsamaktadır. En az 1 tane delinmiş kuyusu bulunan 117 ve sadece jeotermal çıkışların olduğu (doğal kaynak ve boşalımlar vb.) 162 ve toplamda 279 oluşum/yerin verisi değerlendirilmiştir.

Görünür kapasite hesabı için faydalanan denklemin ifadesi Giriş bölümünde Denklem 1.1’dir. Bu çalışma kapsamında Denklem 1.1’deki maksimum akış debisi ile ifade edilen parametre, bir sahaya ait hem kuyulardan hem de doğal oluşum/yerden (kaynak, içmece, kaplıca, vb.) elde edilmiş olan toplam üretim debisi değeridir. Ortalama sıcaklık değeri ise, kuyu ya da kaynağın debisi ile buna ait sıcaklığın çarpımının toplam değerinin toplam üretim debisine bölünmesiyle elde edilen debi ağırlıklı sıcaklıktır ve hesaplanarak bulunmaktadır. Toplam debi ve ortalama sıcaklık değerleri belirlendikten sonra görünür kapasite (MW_t) değerleri belirli bir referans sıcaklığı değerine göre (bu değerler ortalama atmosfer sıcaklıkları olarak bilinmekte olup genelde 15 °C ya da 20 °C olarak varsayılmaktadır) ısı gücü hesaplanmaktadır. Zaman içinde gerek sahalarda geliştikçe gerekse oluşacak değişiklikler göz önünde bulundurularak KE’nin güncelleştirilmesi doğaldır.

Görünür kapasite hesabı için bir örnek verelim. EK B’de ayrıntıları verilen 279 jeotermal oluşum/yer içinden Afyon ilindeki Ömer Gecek Kızık Uyuz isimli sahasındaki açılan tüm kuyulardan elde edilen debi miktarı 818 l/s ve debi ağırlıklı ortalama üretim sıcaklığı ise 94 °C’dir. Referans sıcaklığının 15 °C olarak alınması ile Denklem 1.1 kullanılarak görünür kapasite:

$$Q(MW_t) = \frac{1}{1000} \times 818 \frac{l}{s} \times 0.98 \frac{kg}{l} \times 4.2 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C} \times (94^\circ C - 15^\circ C) = 266 \quad \text{olarak}$$

hesaplanmaktadır. Ek B’de kapasite envanteri olarak verilmekte olan çalışma için hesaplamalar bu şekilde yapılmıştır.

Denklem 1.1’de giriş sıcaklığı olarak rezervuarda ölçülen en yüksek sıcaklık ya da sahada üretilen akışkanın ortalama sıcaklığı kullanılabilir. Ancak bu iki sıcaklık değeri birbirinden farklıdır. Örneğin, Kızıldere sahasında ölçülen en yüksek rezervuar sıcaklığı 242 °C iken, üretilen akışkanın ortalama sıcaklığı ise 217 °C’dir.

Denklemler kullanılarak kapasite ve yıllık enerji kullanımı bulunmak istenildiğinde maksimum sıcaklık yerine ortalama sıcaklık değerin kullanılması daha gerçekçi ve mantıklı olacaktır. İşletimi süren sahalarda, akış debisi değeri olarak ölçülen debi değeri ve giriş sıcaklığı olarak ortalama üretim sıcaklığı değeri kullanılmaktadır. Ancak yeni bulunmuş veya henüz geliştirilmemiş sahalar için sondaj sonrası ilk testlerde elde edilen debi ve sıcaklık değerleri kullanılarak kapasite tahmini yapılmaktadır.

Envanter 15 °C, 20 °C, 40 °C, 60 °C, 100 °C, 140 °C ve 150 °C referans sıcaklıklarına göre hazırlanmış olup, sonuçlar Çizelge 3.1’de sunulmaktadır. 15 °C referans sıcaklığına göre hazırlanan Türkiye jeotermal kapasite envanteri (değerlendirilen kuyu ve kaynakların ayrıntıları) EK B’de verilmiştir. Referans sıcaklığı 100 °C’nin üzerinde olması durumunda (elektrik üretimine uygun kapasite) görünür kapasite 1627 MW_t’dir. Dağıstan ve diğerleri (2010) kuyulardan elde edilen kanıtlanmış jeotermal kapasite değerini 3478 MW_t olarak ve yine Mertoğlu vd. (2010) referans sıcaklığının 35 °C olması durumu için tüm kuyu ve oluşumlar dikkate alındığında toplam jeotermal kapasitenin 4078 MW_t olduğunu belirtmektedirler. Bu rakamlar Çizelge 3.1’deki değerlerle karşılaştırıldığında uyum içerisinde oldukları söylenebilir.

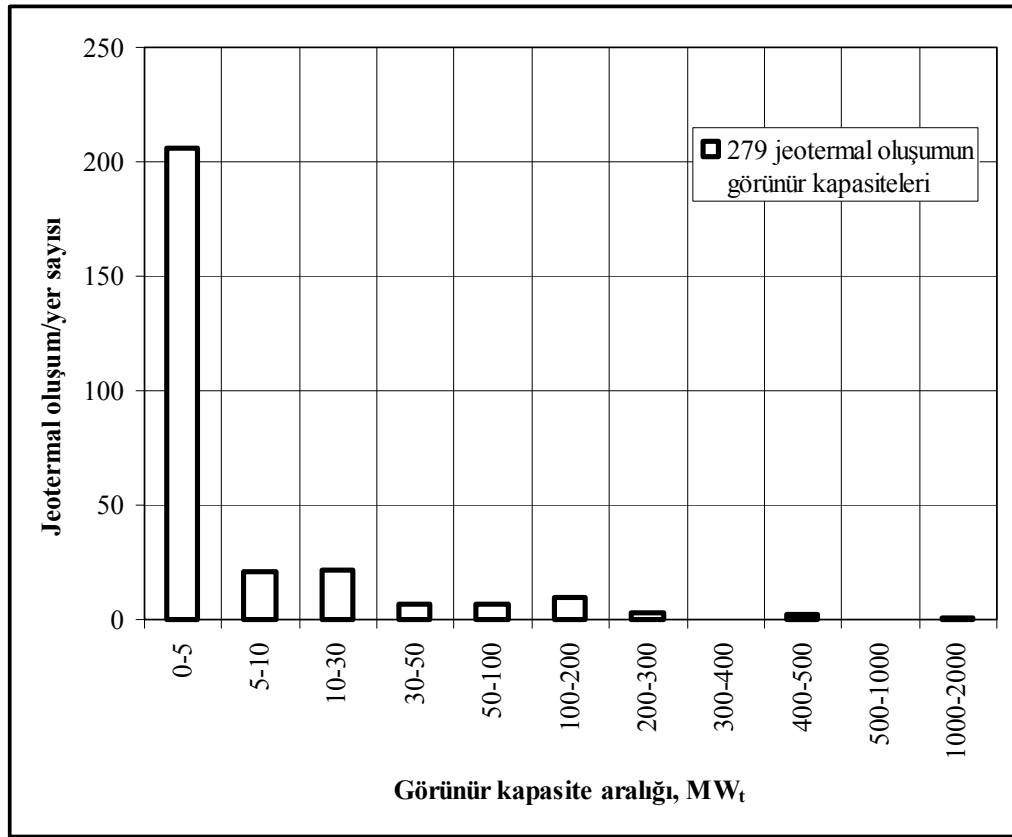
Kızıldere jeotermal santralında, ısıdan elektriğe dönüşüm verimi % 11 olarak alınıp, bu oranın Türkiye’nin görünür kapasitesi için geçerli olduğu varsayılırsa ve tüm 100 °C’ten yüksek sıcaklıktaki jeotermal sahalar elektrik üretiminde kullanılırsa görünür kapasitenin elektrik üretim potansiyeli 179 MW_e olarak bulunur.

Çizelge 3.1: Türkiye’nin farklı referans sıcaklıkları için hesaplanan toplam görünür kapasitesi.

T _{ref} , °C	15	20	40	60	100	140	150
Görünür Kapasite, MW_t	5944	5550	4053	2966	1627	814	632

Referans sıcaklığının 15 °C alınması durumunda oluşturulan KE’ye göre sıcaklığı 60 °C’den yüksek 88 sahanın görünür kapasitesi 4991 MW_t, 100 °C’den yüksek 18 sahanın görünür kapasitesi 3518 MW_t, 140 °C’den yüksek 12 sahanın görünür kapasitesi 3111 MW_t, 150 °C’den yüksek 11 sahanın görünür kapasitesi 2971 MW_t ve 200 °C’den yüksek 3 adet jeotermal sahanın görünür kapasitesi 1492 MW_t değerindedir.

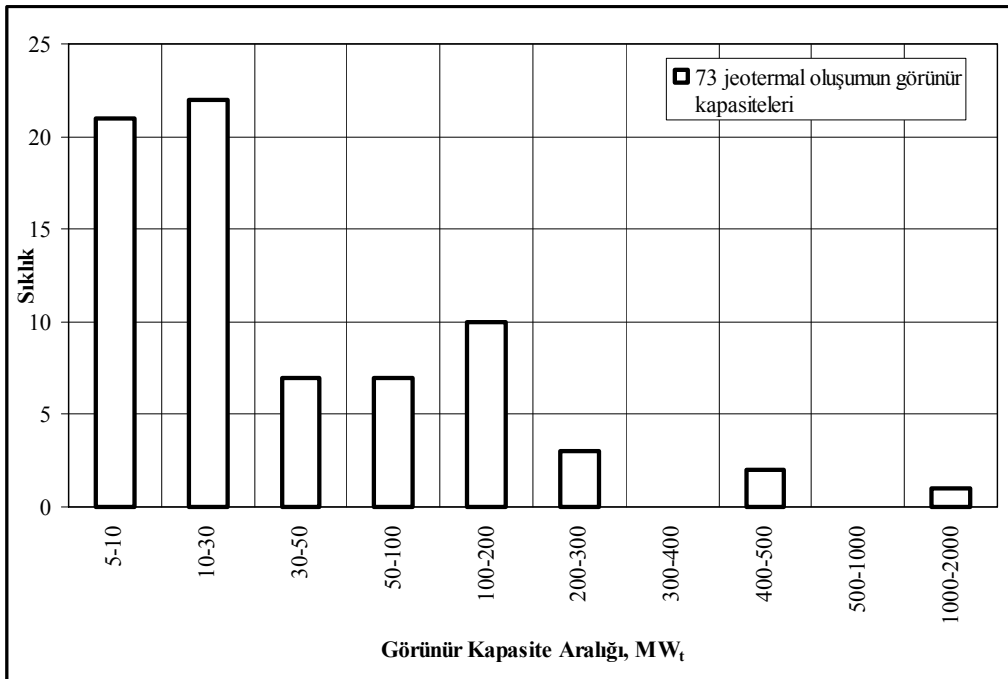
Türkiye genelinde 279 jeotermal oluşum/yerin 206'sının bir başka ifade ile jeotermal kaynakların %74'ünün görünür kapasite değerleri 5 MW_t ve altındadır (Çizelge 3.2). 279 jeotermal oluşum/yerin görünür kapasite aralık değerlerine göre dağılımları Şekil 3.2'de gösterilmektedir. 5 MW_t 'lik kapasite değeri çok küçük olduğundan oluşturulan sıklık grafiğinde bu oluşum/yerler değerlendirme dışı bırakılmış ve kalan 73 saha için dağılım Şekil 3.3'te verilmiştir. Şekil 3.2, 3.3 ve Çizelge 3.2'den de anlaşılacağı gibi ülke genelinde görünür kapasitesi 100 MW_t 'in üzerinde olan sahaların sayısı 16 olup, daha çok düşük ve orta görünür kapasiteli sahalar yoğunluk göstermektedir.



Şekil 3.2: 279 jeotermal oluşum/yerin görünür kapasite aralık değerlerinin sayısal dağılımı (T_{ref} : 15°C).

Çizelge 3.2: Türkiye’deki 279 jeotermal oluşum/yerin görünür kapasite aralık değerlerine göre yüzdelik değerleri (T_{ref} : 15 °C).

Görünür Kapasite Aralığı, MW_t	Oluşum/yer Yüzdesi	Görünür Kapasite Aralığı, MW_t	Oluşum/yer Yüzdesi
0-5	73.8	200-300	1.1
5-10	7.5	300-400	0
10-30	7.9	400-500	0.7
30-50	2.5	500-1000	0
50-100	2.5	1000-2000	0.4
100-200	3.6	2000-3000	0



Şekil 3.3: 73 jeotermal oluşum/yerin sıklık-görünür kapasite değerleri (T_{ref} : 15 °C).

3.1.2 Jeotermal kaynak değerlendirmesi yöntemleri ve uygulanabilirliği

Jeotermal saha geliştirmesinin farklı aşamalarında, jeotermal kaynak ve rezerv değerlendirilmesi için kullanılan yöntemler mevcut bilgilere (verilere) göre değişiklikler göstermektedir.

Üretilen enerjinin değerlendirilmesi için, geleneksel olarak kullanılan yöntemler aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Australian Geothermal Energy Group, 2008):

1. Isı akısı tahmini,
2. Anoloji (uzun dönemler üretim yapan diğer sahalarla benzerlik/ilişki kurma),
3. Mevcut kuyuların üretim değerlerinin toplamı,
4. Yerinde ısının ve bunun üretilen miktarının (yüzeye çıkartılabilecek kısmının) hacimsel değerlendirilmesi,
5. Boyutsuz parametre (tank) modelleri,
6. Kuyu debisi azalım eğrisi analizleri,
7. Sayısal rezervuar simülasyon modelleri.

Yukarıdaki yöntemlerin deterministik ya da bazı olasılık yaklaşımları biçiminde uygulanması olasıdır. Yüzeye çıkan ısı akısı, hidrotermal sistemin sadece bir bileşeni olup, yüzey akısına dayanan bir hidrotermal potansiyel değerinin küçük olması doğaldır. Mevcut kuyuların üretim değerlerinin toplamı tek başına tanımlayıcı olmamakla birlikte bu değerlerin azalım eğrisi analizleriyle birleştirilip (ilişkilendirilip) yorumlanması gerçeğe daha yakın sonuçlara ulaşılmasını sağlamaktadır.

Erken süreçlerde ise anoloji yönteminin kullanılması daha doğru olur. Debi azalım eğrisi analizleri sadece uzun dönem üretim senaryolarına sahip özel durumlarda kullanılırsa yararlı olabilmektedir.

Kanıtlanmış ya da olası kaynak ve rezervlerin tanımlanmasında sadece hacimsel yöntemler ve rezervuar simülasyonlarının kullanılması en uygundur. Fakat bu yöntemlerin de diğer yöntemlerde olduğu gibi dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin hacimsel yöntemde sistem statik olarak düşünülmektedir. Depolanan enerjinin belirli bir yüzde değeri ile (üretilebilirlik faktörü) üretilebileceği mantığı üzerine kurgulanmış olup doğal beslenme, ısı giriş-çıkışı ve tekrar-basma gibi kavramlar üretilebilirlik içinde değerlendirilmektedir. Tükenebilen yeraltı kaynakları için geçerli sayılabilecek hacimsel yöntemin, dinamik ve yenilenebilen kaynak olarak bilinen jeotermal sistemlerde ise yukarıda ifade edilen nedenlerden dolayı eksik kaldığı söylenebilir. Ancak, yine de çok erken dönemlerde fazlaca karmaşık ve veri zenginliği isteyen yöntemler yerine, daha basit yöntemler kullanılmalıdır. Çünkü yenilenebilirliği sağlayan beslenme kaynağı birkaç yüzyılda yenileyebileceği için

yapılan üretime göre çok küçüktür (Pritchett, 1998; Rybach vd., 1999). Bu nedenle erken dönemlerde hacimsel yöntemlerin kullanılması anlamlıdır.

Tüm bu bilgiler ışığında Türkiye'nin jeotermal kaynak değerlendirmesi çalışması için hacimsel tahmin yaklaşımı kullanılarak, sahaların tahmini üretilebilir güçleri olasılık dağılımları cinsinden ifade edilmiştir.

Bir jeotermal rezervuarın enerji (elektrik veya doğrudan ısı) üretim kapasitesi hesapları, belirli varsayımlara dayanır ve belirsizlikler içerir. Petrol rezervuarları ve su akiferleri için yapılan hesaplar daha çok rezervuarın içinde bulunan akışkan miktarları üzerine kurulmuş olup, daha sonra bunlar üretilebilirlikle ilişkilendirilmektedirler. Jeotermal rezervuarlarda akışkanın ısı içermesi ve çatlak sistemlerinde oluşup, jeolojik olarak heterojen bir dağılım içinde olması nedeniyle durum daha da karmaşık hale gelir. Bundan ötürü, bu tip rezervuarların fizibilite aşamasında kapasitelerinin belirlenmesi için basit ve sadece kuyuların üretimini değerlendiren yöntemlerden başlayarak, hacimsel ve performans yöntemleriyle modellemeye kadar, bir dizi yöntem uygulanabilir.

Hacimsel yöntemde, hesaplamalarda seçilen üretilebilirlik faktörü değerini doğrulayacak az deneysel kanıt olması ve pratikte üretilmeyecek düşük geçirgenlikli bölgelerin de hacim olarak hesaplamalarda kullanılması nedeniyle rezervuar potansiyelinin abartıldığı konusunda iddialar olmaktadır (Grant, 2000). Ancak bu doktora çalışmasında bu tür görelî (değerlendirmeyi yapan kişiye bağılı) yargılardan kaçınabilmek ve rezervuarla ilgili parametrelerdeki belirsizliği sayısallaştırabilmek için, parametreler olasılık dağılımları cinsinden ifade edilmiş (parametreler tek bir değer yerine değer aralıkları ile tanımlanmış) ve ayrıca bu değer aralıkları da en düşük değerler olacak şekilde tanımlanarak ifade edilmiştir. Hacimsel hesaplamalardaki parametrelerden kaynaklanan belirsizliklerin nasıl sayısallaştırıldığı Bölüm 4'te açıklanmaktadır.

Bu çalışmada jeotermal sahaların sınırları şimdiye dek yapılan çalışmalardan belirlenebildiği kadarıyla ele alınmış ve rezervuarda depolanmış ısı miktarları, ısının üretilebilirliği, ısı yükü ve yük faktörüne ve ayrıca ısıtma sistemlerine bağılı olarak elektrik üretmesi ya da ısıtma sistemi olarak kullanılanlar diye sınıflandırılarak sahaların tahmini üretilebilir güçleri ısı ve elektrik birimleri cinsinden hesaplanmıştır ve ayrıntılarla birlikte sonuçlar ilerleyen bölümlerde verilmektedir.

3.1.3 Keşfedilmemiş ulaşılabilir hidrotermal kaynak

Jeolojik bilgi, teori ve deneyime dayanarak varolabileceği varsayılan jeotermal enerjidir. Bu konu hakkında araştırmalar yapılmaktadır (Williams vd., 2009, Williams, 2010a; Sanyal, 2004, Sanyal vd., 2004a, Sanyal vd., 2004b; Garg vd., 2010). Türkiye'nin keşfedilmemiş ulaşılabilir hidrotermal kaynağı hakkında bazı yaklaşımlar altbaşlıklarda verilmektedir.

3.1.3.1 Yaklaşım I (WEC yaklaşımı)

WEC (1980)'e göre temel kaynak; sıcaklığı 15 °C'nin üzerindeki ve 3 km derinlikteki ısı enerjidir. Elektrik üretimi için uygun bir sıcaklığa sahip olunan kısım ise bu enerjinin ancak %2'sini oluşturmaktadır. Genel ve dönüşüm verimliliği birlikte hesaba katılarak yukarıdaki enerjinin %2.2'lik bir kısmı elde edilmektedir. Elde edilenin de ancak %20'sinin mevcut teknoloji kullanılarak dönüştürülebildiği düşünülmektedir.

WEC'in yapmış olduğu tanımlamalar Türkiye için uygulandığında, ilk 3 km derinlikteki temel kaynak en düşük değeri dikkate alındığında 2.0×10^{23} J, elektrik üretimi için uygun kısım 4×10^{21} J, verimlilikler dikkate alındığında bu değer 8.8×10^{19} J ve mevcut teknoloji ile elektrığe dönüştürülebilir enerji ise 1.76×10^{19} J olarak hesaplanmaktadır. Kurulacak elektrik santrallerinin 25 yıl veya 50 yıl çalışacağı varsayılırsa, elektrik üretim potansiyeli sırasıyla 22 bin MW_e ve 11 bin MW_e olarak hesaplanmaktadır. Bölüm 4.2'de mevcut elektrik üretimine uygun 25 sahanın tahmini üretilebilir elektrik gücünün (aritmetik ve olasılıklı toplam P10 değerlerinin ortalaması) 1055 MW_e (Şekil 4.6) olduğu gözönüne alındığında WEC yaklaşımının gerçekçi olmayacak kadar yüksek değerler verdiği açıktır. Ancak, bu yaklaşımla hesaplanan değerler tüm yerkabuğundaki ısıyı dikkate almaktadır. Kısıtlı sayıdaki verilerin korelasyonu ile tahmin edilen bu değerlerden hesaplanan potansiyellerin yüksek çıkması doğaldır.

3.1.3.2 Yaklaşım II (Stefansson yaklaşımı)

Keşfedilmemiş ulaşılabilir hidrotermal kaynak potansiyeli konusunda en kolay yapılabilecek yaklaşımlardan birisi Stefansson (2005) tarafından sunulmaktadır. Stefansson'a göre jeotermal kaynağın toplam (tanımlanmış+keşfedilmemiş) potansiyeli, tanımlanmış potansiyelin 5-10 katı daha büyük olabilir. Bu durumda,

Türkiye için ulaşılabilir hidrotermal kaynak potansiyeli, 5944 MW_t'lik tanımlanmış kapasite için en az 30 bin MW_t ve en çok 59 bin MW_t kadardır. Hesaplanan bu değerler eldeki mevcut verileriyle tanımlanan kuyu ve kaynaklar içindir. Hesaplanan değerler sahalar geliştikçe artar, sahaların tükenmesiyle azalır. Dolayısıyla Stefansson yaklaşımıyla hesaplanan değerleri, kabaca hesaplanmış alt ve üst sınır değerleri olarak algılamak gerekir.

3.1.3.3 Yaklaşım III (MIT yaklaşımı)

MIT (2006) tarafından yapılan çalışma 3 km'lik bir derinlik içinde hidrotermal sahaların ısı içeriğinin yeraltındaki toplam ısı içeriğine oranının ABD için %2-10 aralığında (tahmini ortalama %4.3) olduğunu göstermektedir. Türkiye için 150 °C'den büyük kaynaklar için yeraltındaki ısı içeriği Bölüm 2, Çizelge 2.2'deki sıcaklık grubu 3 ve 4'teki değerlerin ortalamasının alınmasıyla 5.35×10^{22} J olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan ısı içeriği yaklaşık 6×10^{18} J olarak tahmin edilen Kızıldere jeotermal sahasından yıllık ortalama 11 MW_e elektrik üretimi yapılmaktadır. Bu oranın tüm Türkiye'deki hidrotermal sahalar için geçerli olduğu ve ayrıca yeraltında 3 km derinlik içindeki ısının %4.3'ünün hidrotermal sahalarda olduğu varsayılırsa, elektrik üretim potansiyeli yaklaşık olarak 4200 MW_e olarak hesaplanır. Eğer hidrotermal sahaların ısı içeriğinin yeraltındaki toplam ısı içeriğine oranı %2 varsayılırsa, elektrik üretim potansiyeli yaklaşık 2000 MW_e olarak hesaplanır.

3.1.3.4 Yaklaşım IV (Williams vd. yaklaşımı)

Williams ve diğerleri (2009) ABD'deki keşfedilmemiş jeotermal kaynakların belirlenmesini araştıran bir çalışma yapmışlardır. Tanımlanmış (bilinen) jeotermal sistemlerden hareket ederek keşfedilmemiş jeotermal kaynakların elektrik/ısı üretim potansiyeli tahmininin yapıldığı bir yaklaşımdır. Çalışma sonucuna göre; keşfedilmemiş jeotermal kaynaklardan tahmini ortalama elektrik üretim potansiyeli (P50 olarak) 30 033 MW_e olup bu değer, tanımlanmış jeotermal sistemlerden elde edilebilecek tahmini ortalama elektrik potansiyeli olan 9057 MW_e değerinin üç katından daha fazladır. ABD için 13 eyaletteki tanımlanmış 240 adet jeotermal sistemden ve ayrıca keşfedilmemiş jeotermal kaynaklardan elde edilebilecek tahmini elektrik potansiyel değerleri Çizelge 3.3'te verilmektedir.

Türkiye’de elektrik üretimine uygun olarak değerlendirilen 25 saha (Bkz. Bölüm 4) mevcuttur. ABD için bulunan oranların içindeki en düşük oran olan 2.15 oranının (Çizelge 3.3’te P5 olarak verilenler) ülkemiz için de geçerli olduğu varsayımı yapıldığında (Türkiye’nin olasılıklı toplam P5 ve P10 değerleri sırasıyla 1208 ve 728 MW_e, aritmetik toplam P5 ve P10 değerleri ise sırasıyla 1269 ve 840 MW_e’dir), Türkiye’nin keşfedilmemiş jeotermal kaynaklarından tahmini elektrik üretim potansiyeli P5 ve P10 değerleri olasılıklı ve aritmetik toplama cinsinden Çizelge 3.4’te gösterildiği gibi bulunmaktadır.

Çizelge 3.3: ABD’deki tanımlanmış ve keşfedilmemiş jeotermal kaynakların tahmini elektrik potansiyelleri, MW_e (Williams vd., 2009).

Ülke: ABD	P5	P50	P95
240 adet tanımlanmış (bilinen) jeotermal kaynak	3675	9057	16457
Keşfedilmemiş jeotermal kaynaklar	7917	30033	73286
Oran:Keşfedilmemiş/Tanımlanmış	2.15	3.31	4.45

Çizelge 3.4: Türkiye’nin keşfedilmemiş jeotermal kaynak değerlerinin tahmini elektrik üretim potansiyeli, (MW_e).

Ülke: Türkiye		
25 adet tanımlanmış (bilinen) jeotermal kaynak	P5	P10
Olasılıklı Toplam	2597	2728
Aritmetik Toplam	1565	1806

Sonuç olarak; keşfedilmemiş ulaşılabilir hidrotermal kaynak tahmininde kullanılan değişik yaklaşımlara ve varsayımlara bağlı olarak; tanımlanmış ve keşfedilmemişle birlikte Türkiye’nin ulaşılabilir hidrotermal kaynak potansiyeli:

- 1) ısıl değer olarak en az 30 bin MW_t
- 2) elektrik üretimi olarak en az 2000 MW_e olarak görünmektedir.

4. KULLANIM ALANLARINA GÖRE TÜRKİYE JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİ

Bölüm 3'te Türkiye'nin tanımlanmış ulaşılabilir hidrotermal kaynak (görünür kapasite, KE) değeri belirlenirken, mevcut tüm sahalar için bilinen ortalama rezervuar sıcaklığı ile birlikte üretim debisi verileri kullanılmıştı. Jeotermal oluşum olarak tanımlanan Türkiye'nin her bölgesini kapsayacak şekilde dağılmış 279 farklı alanın verileri kullanıldı.

Bu bölümde ise bu tez kapsamında verilerine ulaşılan toplam 122 jeotermal saha için Monte Carlo simülasyonu kullanılarak, sahaların üretilebilir ısı (veya elektrik) potansiyeli çalışması sunulmakta ve sonuçlar verilmektedir.

4.1 Hacimsel Yöntem Yaklaşımı ve Olasılık Dağılımı Çalışması

Jeotermal sahaların ısı enerji tahminleri için hacimsel yöntem kullanılmaktadır. Hacimsel yöntem; kayaç ve akışkanın içerdiği enerji ve bu enerjinin ne kadarının üretilebileceği tahmini hesabına dayalıdır. Yeraltındaki ısı enerji aşağıdaki formüllerle hesap edilir.

$$\text{Isıl Enerji(kJ)} = Q = A \times H \times c_v \times \Delta T = \rho \times c_p \times V \times \Delta T \quad (4.1)$$

Burada;

A: jeotermal rezervuarın alanı, m²

H: jeotermal rezervuarın kalınlığı, m

c_v : hacimsel özgül ısı, kJ/m³ °C

ΔT : sıcaklık farkı, °C

ρ : kayaç yoğunluğu, kg/m³

c_p : kütlelesel özgül ısı, kJ/kg °C

V: jeotermal rezervuarın hacmi, m³.

Ancak üretilebilir enerji hesabı ise çok daha karmaşıktır. Çünkü burada rezervuar özelliklerinin (geçirgenlik, vb.) bilinmesi gerekmektedir. Tahmini üretilen ısının hesabının yapıldığı birçok durumda üretim faktörü (ÜF) sadece yaklaşım yapılarak belirlenebilmektedir (Nathenson ve Muffler, 1975).

Depolanmış ısı denklemi ise (Muffler ve Cataldi, 1978):

$$\text{Depolanmış Isı (kJ)} = H_{\text{toplam}} = H_k + H_a \quad (4.2)$$

$$\begin{aligned} H_k &= (1 - \emptyset) \times c_k \times \rho_k \times V \times (T - T_{\text{ref}}) \\ H_a &= (\emptyset) \times c_a \times \rho_a \times V \times (T - T_{\text{ref}}) \end{aligned} \quad (4.3)$$

Burada:

$\emptyset$: gözeneklilik, %

c_k : kayaç özgül ısısı, kJ/kg°C

c_a : akışkanın özgül ısısı, kJ/kg°C

T : rezervuar sıcaklığı, °C

H_a : akışkanın içerdği ısı, kJ

H_k : kayacın içerdği ısı, kJ

ρ_k : kayacın yoğunluğu, kg/m³

ρ_a : akışkanın yoğunluğu, kg/m³

V : eş sıcaklıklı bölgenin hacmi, m³

T_{ref} : referans sıcaklığı, °C

H_{toplam} : toplam depolanmış ısı, kJ.

Rezervuar akışkanının yoğunluğu, sıcaklığın bir fonksiyonu olarak düşünülerek aşağıdaki korelasyon kullanılarak hesap edilmiştir (Serpen vd., 2000):

$$\rho_a = \frac{1000}{1.16849 \times 0.001477 \times (T + 273.15) + 3.05644 \times 10^{-6} \times (T + 273.15)^2} \quad (4.4)$$

Depolanan ısı düşük ve yüksek sıcaklıklı rezervuarlar için **ulaşılabilir kaynak** olarak da bilinmektedir. Düşük sıcaklıklı jeotermal rezervuar eğer doğrudan ısı kullanımı

için kullanılacaksa ulaşılabilir kaynak (Toplam Depolanmış Isı, H_{toplam}) (kJ) aşağıdaki faktörler kullanılarak üretilebilir ısı enerjisine (kW_t) çevrilebilmektedir.

$$\text{Üretilebilir Isı, } (kW_t) = \frac{H_{\text{toplam}} \times \text{ÜF} \times \text{DV}}{\text{YF} \times \text{SY}} \quad (4.5)$$

Burada:

ÜF (%): Üretilebilirlik faktörü, söz konusu rezervuarda toplam depolanan ısının ne kadarının üretilebilirliğinin bir ölçüsüdür.

DV: Dönüşüm (kullanım) verimliği, jeotermal ısının ne kadar etken şekilde kullanıldığının bir ölçüsüdür. Doğrudan kullanım amaçlı ısı enerjisi üretimi söz konusu olduğunda, jeotermal akışkandan ikinci devredeki akışkana geçen oran (%70-85-90 aralığı), elektrik üretimi amaçlı ısı enerjisi söz konusu olduğunda ise MIT (2006)'da verilen ikili (binary) çevrim santralleri için verimi ifade eden Denklem 4.6'daki korelasyon dikkate alınmıştır.

$$\eta_{\text{th}} = 0.0935T - 2.3266 \quad (4.6)$$

Burada;

η_{th} : ısı enerjisinin elektriğe dönüşüm verimi, üretilen elektrik (MW_e) – giren ısı (MW_t) oranıdır.

T: jeotermal akışkanın sıcaklığı, °C'dır. Gerçekte rezervuar, üretim ve türbine giriş sıcaklıkları birbirlerinden farklılık gösterebilirler ($T_{\text{rez}} > T_{\text{üretim}} > T_{\text{türbine giriş}}$) bu çalışma kapsamında sıcaklıklar birbirlerine eşit alınmıştır. Örneğin Denklem 4.6'ya göre sıcaklığın 150° C olması durumunda dönüşüm verimi 11.7 olmaktadır.

YF (%): Yük faktörü, bir yıl boyunca ısıtma uygulamasının ne kadar oranla kullanıldığını veya santralin yıllık işletme oranını gösteren bir ölçüdür.

SY: Santral yükü, toplam proje ömrü, s.

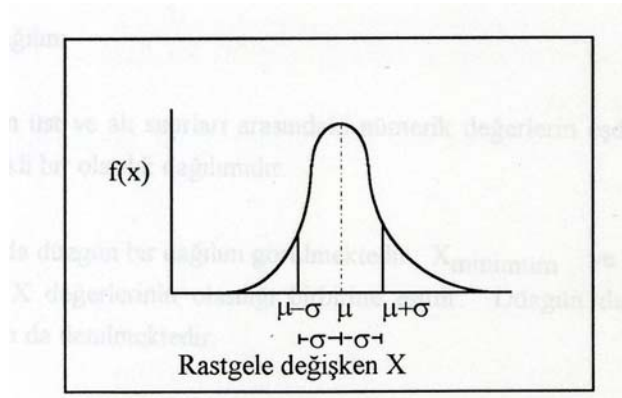
Toplam depolanmış ısı denklemindeki değişkenler (rezervuar alanı, rezervuar kalınlığı, rezervuar hacmi, rezervuar sıcaklığı, gözeneklilik, kayaç ve akışkan yoğunlukları, kayaç ve akışkan özgül ısıları) ile üretilebilir ısı denklemindeki üretim faktörü, dönüşüm verimliği, yük faktörü ve santral yükü değişkenleri belirsizlik içermektedirler. Çalışma kapsamında kullanılan bu parametrelerle ilgili ayrıntılı

açıklama “EK C: Olasılık çalışmasında veri tabanı oluşturulması için yaklaşım” başlıklı bölümde verilmektedir.

Birçok araştırmacı kullanılabilir depolanmış ısının deterministik hesaplanması konusundaki ilkeleri ve varsayımları belirlemişlerdir (White ve Williams, 1975, Muffler ve Cataldi, 1978, Nathenson ve Muffler, 1975, Brook vd., 1979, Sorey vd., 1982). Ancak, kullanılan teknikler deterministik olup, rezervuarın kayaç ve akışkan özelliklerinin tayinindeki belirsizlikler dikkate alınmamaktadır. Örneğin; gözeneklilik, hacim, kayaç ve akışkan özgül ısıları ve yoğunlukları, üretim faktörü ve dönüşüm parametreleri değişken değerler alırken deterministik yöntemde tek değer olarak ele alınmaktadır. Yukarıdaki veri ve parametrelerin tümüne yakınının yeraltı ile ilgili olduğu düşünülürse, bunların üzerindeki belirsizlikler sonuçta önemli hatalara neden olabilir. Belirsizliğin yaratacağı hataları da dikkate almak amacıyla, olasılık dağılımı (stokastik) çalışması yapılmış ve Monte Carlo simülasyonu uygulanmıştır.

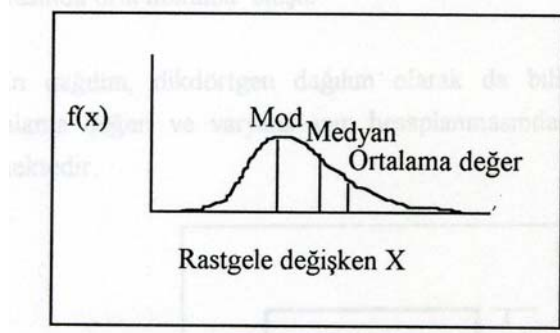
Doğadaki her değişkenin yakınsadığı bir dağılım vardır (Campbell vd., 1987). Bu dağılımlar değişkenin gelecekte alacağı değer tahmin edilmesinde büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu dağılımların şekilleri matematiksel özellikleri ile tanımlanmaktadır. Temel dağılımlardan bazıları şunlardır:

1) Normal Dağılım: istatistikte kullanım alanı geniş olan dağılım tipidir. Doğrudan ölçülebilir veriler (su doymuşluğu, gözeneklilik) normal dağılım gösterirler. Şekil 4.1’teki gibi çana benzer simetrik bir şekile sahip olan sürekli bir olasılık dağılımıdır. Gaussian dağılımı da denilmektedir. Yatay ekseninde orta noktada (μ), (σ) standart sapması ile iki tarafa simetrik olarak yayılır.



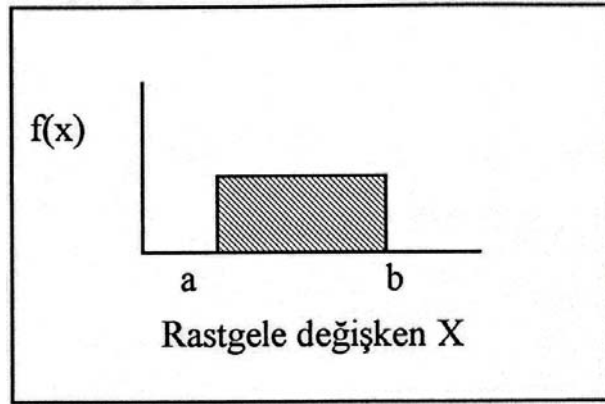
Şekil 4.1: Normal dağılım.

2) Lognormal Dağılım: Simetrik olmayan sürekli bir olasılık dağılımıdır. Şekil 4.2’de görülmektedir. Ölçülen verilerden hesaplanan değişkenler (geçirgenlik, rezervuar büyüklüğü) ve doğa kökenli değişkenler lognormal dağılım gösterdikleri için lognormal dağılım önemli bir dağılım tipidir. Bir eksene logaritması alınmış halde değişken (x), diğer eksene değişkenin sıklık değerleri $[f(x)]$ yerleştirilir. Verilen değerden büyük olma olasılığını veren grafikte, doğru sağ alta doğru inen bir doğrudur.



Şekil 4.2: Lognormal dağılım.

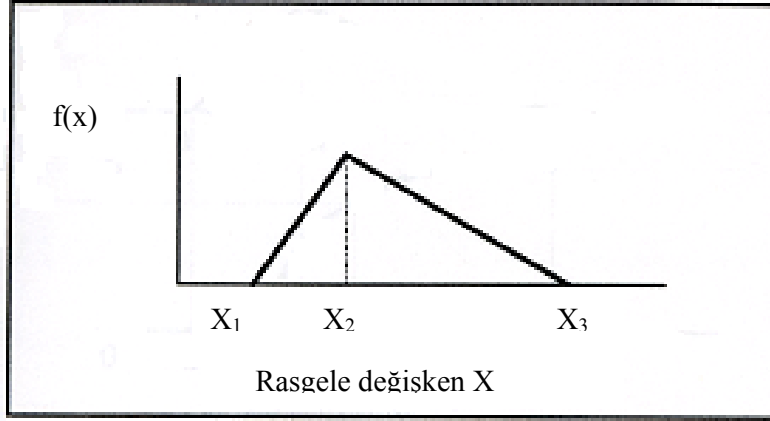
3) Düzgün Dağılım: Değişkenin üst ve alt sınırları arasındaki sayısal değerlerin eşdeğer olasılığa sahip olduğu sürekli bir olasılık dağılımıdır. Şekil 4.3’de düzgün bir dağılım görülmektedir. a (en küçük) ve b (en büyük) arasındaki bütün X değerlerinin olasılığı birbirlerine eşittir. Düzgün dağılıma bazen dikdörtgen dağılım da denilmektedir.



Şekil 4.3: Düzgün dağılım.

Düzgün dağılımın ortalama ve medyan değerleri, a ve b noktalarının arasında orta noktada oluşur.

4) Üçgen dağılım: Şekil 4.4’de görüldüğü gibi üçgen şekline sahip sürekli bir olasılık dağılımıdır. Kararsız olma durumunda veya az veri örneğinin olması durumunda kullanılır. Mod değeri X_2 , minimum değeri X_1 ve maksimum değeri X_3 ve en olası değerlerin belirtilmesi ile elde edilir.



Şekil 4.4: Üçgen dağılım.

Belirsiz her bir parametre için olası değerler olasılık dağılımları ile belirlenmektedir. Seçilen dağılım tipi, değişkenin alacağı değerlere bağlı olup, genelde kullanılan dağılım tipleri normal, üçgen, düzgün ve lognormal’dir. Kararsız olunması veya az veri örneği olması halinde düzgün ya da üçgen dağılımlar kullanılabilmektedir. Petrol yatırımları risk analizi konusunda çalışmaları olan Newendorp (1975), risk analizi simülasyonlarında az veri bulunduğu zaman üçgen dağılımın kullanılmasını önermektedir. Bu çalışmada, üçgen ve düzgün dağılımlar kullanılmıştır. Üçgen dağılım tipi için, en düşük, en olası ve en yüksek, düzgün dağılım tipi için ise, en düşük alt sınır ve en yüksek üst sınır değerleri belirlenmiştir. Kullanılan dağılım tipinin seçimi sonuç dağılımlarını önemli ölçüde etkilediği için, dağılımlar elde varolan veriler ve o parametrenin varsa, doğadaki niteliğine uygun olarak seçilmişlerdir. Dağılım tipleri işlevlerine ve eldeki verilere bağlı olarak seçilmişlerdir.

Olasılık dağılımı; herhangi bir değişkenin sahip olabileceği değerlerin oluşma aralığının ve yoğunluğunun grafiksel olarak gösterimidir. Yatay eksene değişkenin alacağı değerler yerleştirilir. Elde edilen olasılık daima pozitif olacaktır.

Belirsizliğin olduğu sistemlerin simülasyonunda genellikle Monte Carlo simülasyon yöntemi kullanılmaktadır. Çalışmada sahaların tahmini üretilebilir güçleri

hesaplanırken, Microsoft'un içine eklenen @Risk isimli yazılımı (@Risk Version 4.5.2, 2002) ile Monte Carlo simülasyonları koşturulmuş ve sonuçlar yığınsal olasılık dağılımları cinsinden elde edilmişlerdir.

Monte Carlo simülasyonu son yıllarda belirsizliğin hakim olduğu problemleri analiz etmek ve rezervleri değerlendirmek isteyen mühendis ve yerbilimciler tarafından giderek artan bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemin hem tek noktalı (deterministik) tahmine, hem de en yüksek, en olası ve en düşüğü temsil eden senaryo yaklaşımına göre daha iyi bir seçenek olduğu kabul edilmektedir. Olasılık dağılımlarında sonuca etki edecek her bir değişken olasılık değerleri ile birlikte modele katılmakta ve sonuçlar gerçekleşme olasılıkları ile anılmaktadır.

Olasılık teorisine ait uygulamaların çoğunda, stokastik bir problemin matematiksel formülasyonu yapılır, daha sonra analitik ve sayısal yöntemler kullanılarak problem çözülür. Monte Carlo simülasyonunda ise bu işlemin tersi söz konusudur (Dahlquist ve Björckö, 1974). Bu yöntemde, verilen bir matematiksel problem, sayılar kullanılarak bir “şans oyunu” gibi kurgulanır.

Bir problemin çözümü, bir oyunda bazı değişkenlerin dağılım fonksiyonuna veya ortalama değerine veya bazı olayların olasılığına eşdeğer olabilir. Böyle bir durumda, bir “oyun” veya “deneme” kurgulanır, bu oyun defalarca oynanır, sonuçlar istatistiksel yöntemlerle değerlendirilir. Bir sistemde şans sözkonusu olduğunda Monte Carlo simülasyonunun kullanımı kabul edilebilir sonuçlar verir. Bu işlem bir anlamda verilen sistemdeki (oyundaki) en önemli bileşenlerin (oyuncuların) simülasyonudur.

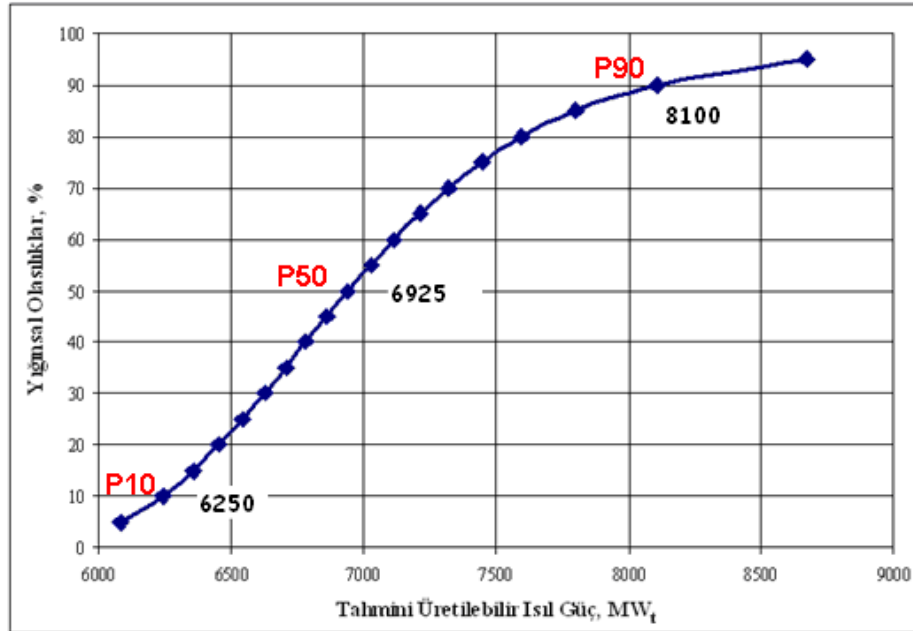
Modellemede kullanılan parametreler (depolanmış ısı enerjisi için: rezervuar ve terk etme sıcaklığı, rezervuar alan ve/veya hacmi, rezervuar kalınlığı, rezervuar gözenekliliği, kayaç ve akışkana ait özgül ısıları ile yoğunlukları, üretilebilir ısı enerjisi için: üretilebilirlik faktörü, dönüşüm verimliliği, yük faktörü ve santral yükü) belirsizlik içerdiğinden, belirsizliği sayısallaştırmak amacıyla, hesaplamalar stokastik bir yöntem olan Monte Carlo simülasyonu kullanılarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar yığınsal olasılık dağılımları cinsinden sunulmuştur.

Yığınsal olasılık dağılımı; her bir değişkenin dağılımı örneklenerek ve birbirleriyle çarpılarak ardışık bir sonuç tahmin edilir. Bu işlem yeterli sayıda tekrar edildiğinde “beklenen eğri” olarak da bilinen yığınsal dağılım fonksiyonuna ulaşılır.

Monte Carlo simülasyonunun temeli, girişteki olasılık dağılımlarını yığınsal olasılık dağılımlarına çevirmek ve bu dağılımları bir rastgele sayı üretici aracılığıyla örneklemektir. Bu rasgele sayı, örneğin kayacın verilen bir gözeneklilik değerinin gerçekleşme olasılığına karşılık gelir. Bu şekilde her bir dağılım örneklenerek ve modelde yerlerine konularak ardışık rezerv tahminleri bulunur. Bu işlem yeterli sayıda tekrar edildiğinde, “beklenen eğri” olarak da bilinen rezervlerin beklenen yığınsal dağılım fonksiyonuna ulaşılır. Bu çalışma sırasında kullanılan adım (tekrar) sayısı 10000’dir.

Yapılan çalışmalara göre hacimsel yöntemde kullanılan girdi parametrelerine ait dağılımların tipi ne olursa olsun, hacimsel yöntemden hesaplanacak depolanmış ısı enerji ve üretilebilir güç dağılımları her zaman log normal bir dağılımdır (Onur vd., 2009).

Şekil 4.5’te örnek bir yığınsal olasılık dağılımı grafiği gösterilmektedir. Şekilde **P10**, **P50** ve **P90** ile ifade edilen değerler, enerji (ısıl/elektrik potansiyel) hesabında belirsizliğin karakterize edilmesi için gerekli olan istatistiksel ölçülerdir (veya markerler) (Onur vd., 2009).



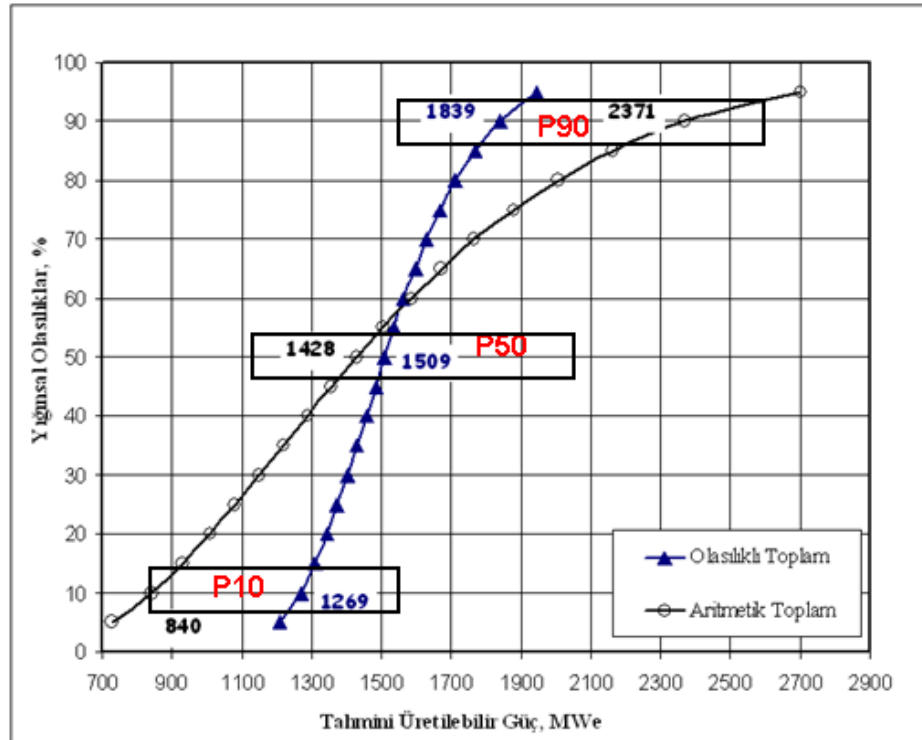
Şekil:4.5: Yığınsal olasılık dağılımı.

P10 değeri: Bir sahanın işletilip işletilmeyeceğine karar verilirken bakılması gereken istatistiksel ölçü olup, depolanmış ısı ve üretilebilir gücün %90 olasılıkla alacağı en küçük değeri temsil etmektedir (Onur vd., 2009).

P50 değeri: Depolanmış ısı ve üretilebilir gücün %50 olasılıkla alacağı en küçük değeri temsil etmektedir.

P90 değeri: Depolanmış ısı ve üretilebilir gücün %10 olasılıkla alacağı en küçük değeri temsil etmektedir.

Göz önünde bulundurulan bir sahada her bir kuyu (veya herhangi bir ülkedeki her bir jeotermal saha) için hesaplanmış P10, P50 ve P90 değerlerinin aritmetik toplam değerinin ilgili tüm sahaların ortalama ve varyans değerlerinin log normal dağılımla ifadeleri sonucu elde edilen olasılıklı toplam değerlerine eşit olmadığı görülmüştür. P10 için aritmetik toplam işlemi ile elde edilen değer, olasılıklı toplam (log normal dağılım) işlemi ile elde edilen P10 değerinden daha küçük olup karamsar/tutucu bir tahmin yapılmasına neden olmaktadır. Şekil 4.6'da örnek bir yığınsal olasılık dağılımı grafiği üzerinde aritmetik toplamdan ve olasılıklı toplamdan elde edilen P10, P50 ve P90 değerleri gösterilmektedir.



Şekil:4.6: Aritmetik toplam ve olasılıklı toplam markerlarının yığınsal olasılık dağılımı üzerindeki gösterimi.

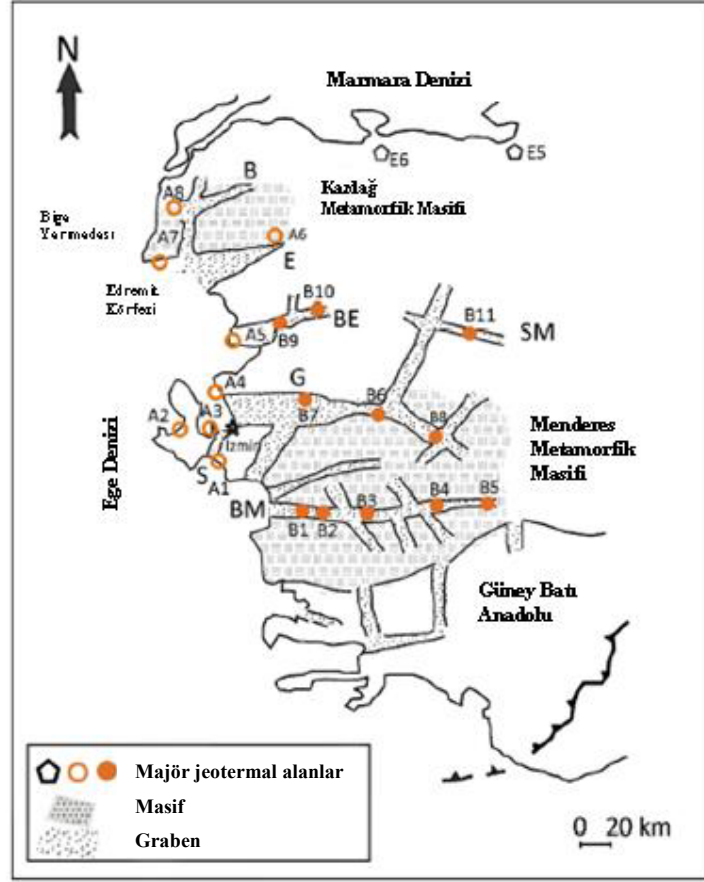
Aritmetik toplam ile elde edilen P10 değerinin olasılıklı toplam P10 değerinden daha küçük çıkmasının temel nedeni; saha bireysel P10'larının aritmetik toplam işlemi ile elde edilen değer, ülke geneline ait yığınsal dağılım fonksiyonunda daha küçük

olasılığa sahip bir değere karşılık gelmesinden kaynaklanmaktadır (Capen 1976, 2001; Onur vd., 2009). Bir bölgede incelenen sahaların/rezervuarların birbirleriyle ilişkisi söz konusu ise (tabakalı sistemler, üretim faktörleri birbirlerini etkiliyorsa) log normal dağılımların (olasılıklı toplam) kullanılması, ancak birbirlerinden bağımsız yerler söz konusu ise aritmetik toplam yaklaşımının doğru olacağı söylenebilir (Sanyal, 2010b; Williams, 2010b; Garg, 2010). İlerleyen bölümlerde karşılaştırma yapılabilmesi için sahalarından üretilebilecek tahmini güç değerleri sonuçları hem geleneksel olarak yapılan aritmetik toplam hem de olasılıklı toplam (log normal) yapılarak elde edilen sonuçlar olarak yığınsal dağılımlar cinsinden ifade edilmiştir.

Jeotermal enerji potansiyelinin kullanım alanları öncelikli olarak elektrik üretimine uygun sahalar ve bölgesel ısıtma (veya doğrudan ısıtma) yapılmasına uygun sahalar olarak belirlenmiştir. Belirlenen sahalar için rezervuarda depolanmış ısı miktarları, ısının üretilabilirliği, üretilen ısının dağıtım şebekesine aktarılan miktarı, ısı yüküne ve yük faktörüne bağlı olarak sistemlerin (elektrik-ısıtma) güçleri hesaplanmıştır. Diğer bir değişle, jeotermal sistemler sadece ısıl açıdan ele alınarak, rezervuarın başlangıç sıcaklığından ısı üretimi açısından üretimin yapılabileceği bir son sıcaklığa kadar sıcaklığın düşmesiyle elde edilecek enerji miktarı üzerine tasarım yapılmıştır.

4.2 Elektrik Üretimine Uygun Jeotermal Sahaların Potansiyelleri

Burada, birçoğu Batı Anadolu'da yer alan ve sıcaklığı 100 °C'nin üzerinde olan ve elektrik üretimine uygun 25 jeotermal sahanın incelemesi yapılmıştır (Şekil 4.7). Bunlar Alaşehir, Atça, Balçova, Caferbeyli, Dikili, Germencik, Gümüşköy, Hıdırbeyli Kuzey, Hıdırbeyli Güney, Yılmazköy-İmamköy, Kavaklıdere, Kızıldere, Nazilli, Ortakçı, Pamukören, Salihli Kuzey Doğu, Salihli Doğu, Umurlu Güney, Salavatlı, Seferihisar, Simav, Tekkehamam, Tuzla, Umurlu ve Zilan sahalarıdır. Salihli Kuzey Doğu, Salihli Doğu ve Umurlu Güney adıyla ifade edilen 3 saha yeryüzünde herhangi bir jeotermal belirti göstermemektedirler. Bu sahalar delinmiş kuyu bulunmayıp sadece yapılan jeofizik çalışmalar mevcuttur. Sahaların sıcaklıkları ise civardaki yakın diğer sahalarla anoloji yapılarak tahmin edilmiştir.



Şekil 4.7: Batı Anadolu Ege Kıyısı'ndaki bazı jeotermal alanların jeolojik yer haritası (Serpen vd., 2009).

Grabenler: (B) Bayramiç, (BE) Bergama, (BM) Büyük Menderes, (E) Edremit, (G) Gediz, (S) Seferihisar ve (SM) Simav. Büyük jeotermal alanlar: (A1) Seferihisar, (A2) Çeşme, (A3) Balçova, (A4) Aliağa, (A5) Dikili-Bademli, (A6) Edremit, (A7) Tuzla, (A8) Kestanbol, (B1) Germencik, (B2) Aydın, (B3) Salavath-Sultanhisar, (B4) Kızıldere, (B5) Denizli, (B6) Salihli-Kurşunlu, Caferbeyli ve Sart, (B7) Turgutlu-Urganlı, (B8) Alaşehir-Kavaklıdere, (B9) Dikili-Kaynarca, (B10) Bergama, (B11) Simav, (E5) Bursa ve (E6) Gönen.

Elektrik üretimine uygun sahalara değerlendirilirken son sıcaklık ya da referans sıcaklığı 100 °C olarak alınmıştır. Bu sıcaklık bir binary sistemden elektrik üretimi yapılabilecek en düşük sıcaklıktır. Modellerde sahalaların toplam depolanmış ısı miktarları hesabında:

(1) Gözeneklilik parametresi laboratuvar deneyleri, kuyu logları verileri başta olmak üzere çeşitli aşamalarıyla birlikte literatür ve deneyimlere dayanarak belirlenmiştir.

(2) Alan ya da hacim parametresi sahalaların rezistivite verileri ve jeolojik kesitler değerlendirilerek tahmin edilmiştir.

(3) Kalınlık parametresi, kuyu loglarının ve olası aktif rezervuar kalınlığının yorumlanmasıyla belirlenmiştir.

(4) Rezervuar sıcaklığı parametresi, sahaların jeokimya verileri, çeşitli jeotermometrelerden hesaplanan sıcaklıklar (hem katyon, hem de silika jeotermometreleri kullanılmakla beraber çoğunlukla yüksek sıcaklık değerinin hesaplandığı katyon jeotermometre değerleri yerine, silika jeotermometrelerinden hesaplanan sıcaklıklar değerlendirilmeye alınmıştır) ve sahadaki akışkanın en yüksek ve en düşük sıcaklıkları ile mevcut olan sıcaklık profilleri dikkate alınarak, değerlendirilip, yorumlanmasıyla elde edilmiştir. Hesaplamalar esnasında faydalanılan farklı jeotermometre değerleri ile hesaplanan sıcaklıklar, oluşturulan üçgen diyagramlar ve bunlar hakkındaki bilgiler EK D’de verilmektedir.

(5) Akışkan yoğunluğu; akışkanın sıcaklığına bağlı bir korelasyon (Denklem 4.4) kullanılarak hesaplanmıştır.

(6) Kayaç yoğunluğu; ülkemizdeki jeotermal sahaların çoğu metamorfik kayaçların içinde bulunmakta olup, keşfedilmiş volkanik kayaçların oluşturduğu sahalar yoktur. Metamorfik kayaçlara örnek olarak mermer, gnays, mikaşist, kalksişist, kuvarsitşist vb. verilebilmektedir. Modellemesi yapılan sahalarda kullanılan kayaç yoğunluğu metamorfik kayaç yoğunluğu olacak şekilde literatür bilgilerinden laboratuarda ölçülen örneklerden ve Çizelge 4.1’den faydalanılarak bulunmuştur.

Çizelge 4.1: Kayaçların yoğunluğu ve özgül ısısı (<http://engineeringtoolbox.com/>; Edwards vd., 1982; Waples vd., 2004).

Kayaç Türü	Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Özgül Isı, kJ/kg °C
Bazalt	2800-3000	
Kil	2400-2800	0.92
Dolomit	2800-2900	0.92
Granit	2600-2700	0.80
Kireçtaşı	2300-2700	0.84
Mermer	2400-2700	0.88
Kumtaşı	2200-2800	0.92
Mika Şist	2500-2900	
Kalsit		0.84
Serpantin		1.09

(7) Kayaç özgül ısısı; Çizelge 4.1. kullanılarak hesaplanmıştır. Tahminleri yapılan rezervuarların suyun baskın olduğu tip rezervuarlar olmaları nedeniyle akışkan özgül ısısı olarak suyun özgül ısı değeri dikkate alınmıştır. Bu değerin sıcaklığa bağlı

değişim gösterdiği bilinmekle birlikte yapılan tahminlerde akışkan özgül ısısı 4.18 kJ/kg °C olacak şekilde sabit alınmıştır.

(8) Tahmini üretilebilir ısı güçleri hesabında kullanılan üretilebilirlik faktörü en kritik parametrelerden biri olup, depolanmış ısıнын üretilebilen miktarını temsil etmektedir. Çizelge 4.2 literatürde farklı araştırmacıların üretilebilirlik faktörü ile ilgili verdikleri değer aralığını göstermektedir. Üretilebilirlik faktörü tamamen göreceli olarak seçilmekte olup, bu çalışmada olabildiğince gerçeği yansıtmaya açısından literatürdeki en düşük ve en yüksek değerler seçilerek bu değerler arasında değiştiği varsayılmıştır. Bu konuda daha ayrıntılı bilgi EK C’de verilmektedir.

Çizelge 4.2: Üretilebilirlik faktörü değer aralığı.

Araştırmacılar	Üretilebilirlik faktörü, %
White ve Williams (1975), Muffler ve Cataldi (1978), Sorey vd. (1982)	18-25
Nathenson ve Muffler (1975)	24
World Energy Congress (1980)	7
Sanyal vd. (2004b)	11

(9) Dönüşüm verimliliği, ısı enerjisinden elektrik üretilmesi tasarlanırken literatürde genellikle kullanılan %6-%12 değer aralığıdır (Kanoğlu, 2005). Bu çalışmada daha hassas olmak amacıyla MIT (2006)’nin kullandığı sıcaklığa bağımlı bir dönüşüm verimliliği parametresi değişken olarak kullanılmıştır (Denklem 12).

Yük faktörü, yine elektrik üretimi amaçlı bir santral tasarlandığı ve santralin neredeyse tüm yıla yakın bir oranda sürekli çalıştığı düşünülerek tasarlandığı için %80-%100 aralık değerlerinde ve santral yükü ise 20-25 ve 30 yıl olacak şekilde dağılıma girmiştir.

Elektrik üretimine uygun olarak seçilen 25 sahanın parametreleri çizelgeler olarak EK E’de (Çizelge EK E.1-E.62) verilmektedir. Ancak bazı sahalar jeolojik konumları nedeniyle iki veya üç olacak şekilde ayrı kısımlara bölünerek hesaplamaları yapılmıştır ve daha sonra tek bir saha olarak birleştirilmiştir. Değerlendirmeye alınan her sahanın parametreleri ayrı ayrı Çizelge EK E’de gösterilmektedir. Her bir çizelge Monte Carlo simülasyonunda 10000 kez çalıştırılmıştır.

Çizelgelerde kullanılan parametreler ile ilgili açıklama aşağıdaki gibidir:

Tip: simülasyonda kullanılan dağılımın türünü (üçgen, düzgün, sabit) göstermektedir.

Alan: rezervuar alanı, m²

Hacim: rezervuar hacmi, m³

Kalınlık: rezervuar kalınlığını, m

Sıcaklık: ilgili rezervuarın sıcaklığını, °C

Üretilebilirlik faktörü: depolanmış ısının üretilebilen kısmı, %

Dönüşüm verimliliği: ısı enerjisinin elektriğe dönüşümünün verimidir,

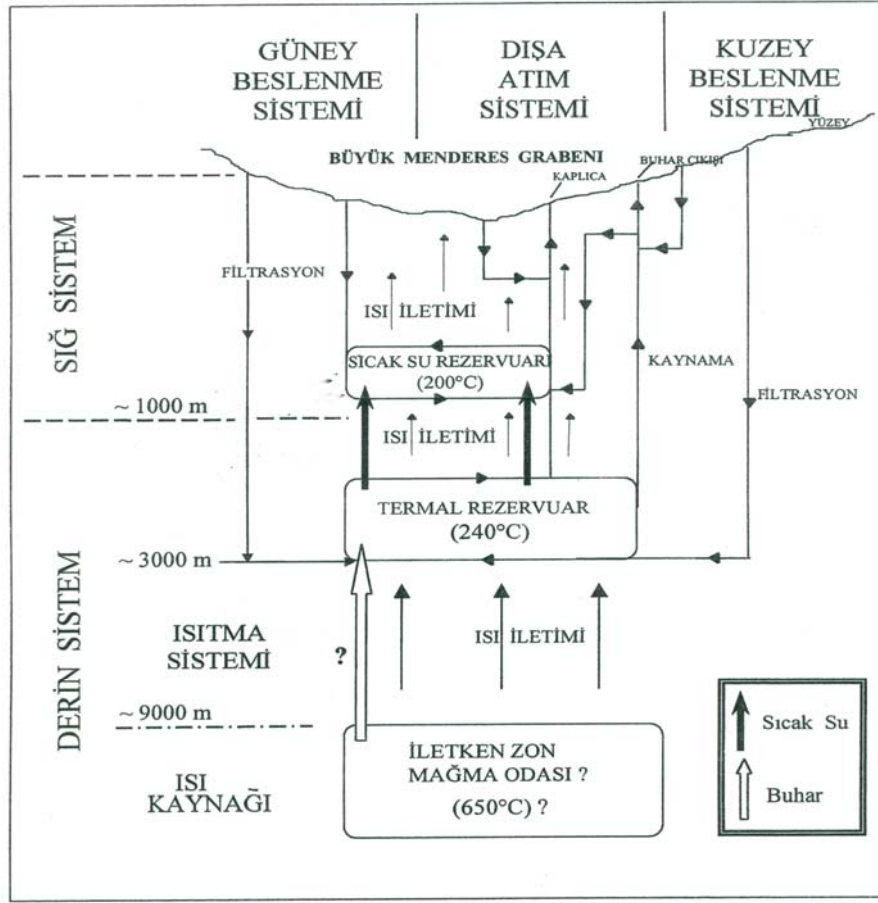
Yük faktörü: santralin bir yıllık 8760 saatlik zaman süresindeki çalışma yüzdesi, %

Santral yükü: santralin toplam çalışma süresi, ömrü, s.

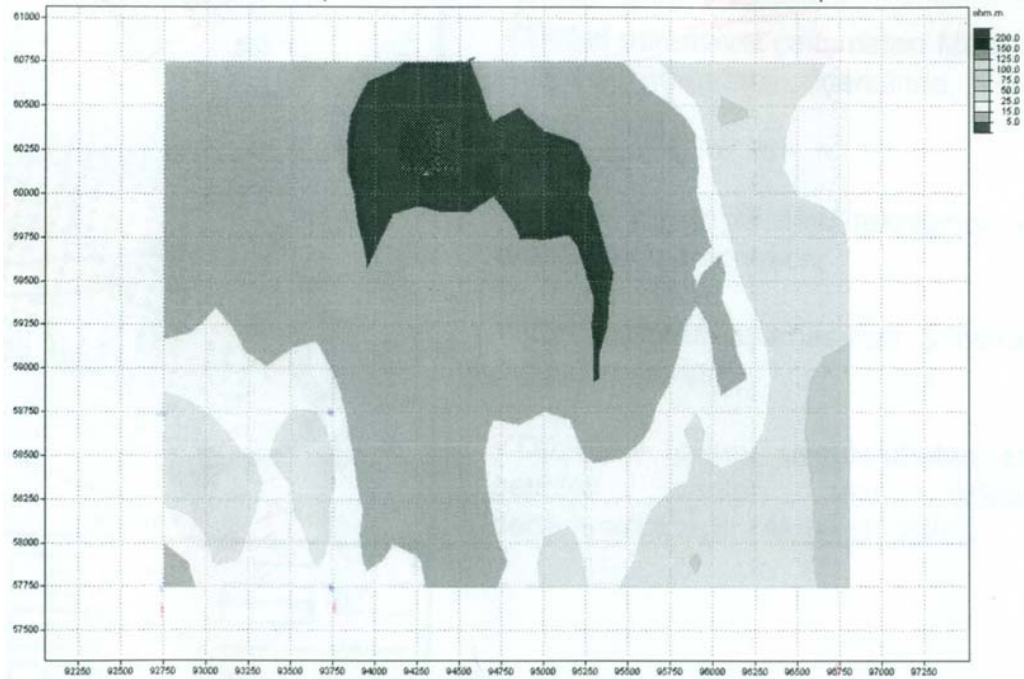
Bazı sahalarla ilgili bilgiler örnek açısından burada anlatılmakla beraber veri tabanının anlatıldığı EK C’de ayrıntılar verilmektedir.

Kızıldere Sahası Hakkında: Kızıldere Sahasının jeolojisi incelenerek birbirleriyle sıkı hidrolik ve ısı bağı olan 2 ayrı rezervuardan (Kızıldere Rezervuar 1, 300-1200 m derinlikler arasında ve ortalama 205 °C sıcaklıkta sıcak su rezervuarı, Kızıldere Rezervuar 2 ise 1200-3000 m derinlikler arasında ve ortalama 240 °C sıcaklıkta rezervuar olarak) oluşabileceği düşünülerek ayrı ayrı simüle edilip o sahaya ait tahmini üretilebilir toplam ısı güç değeri elde edilmiştir (Bakınız: Şekil 4.8, Çizelge E. 44 ve E.45).

Caferbeyli Sahası Hakkında: Manisa’daki Caferbeyli Sahasının jeofizik, jeokimya verileri ve jeolojisi incelenerek geniş bir alana yayılı bu sahanın 2 ayrı jeotermal sistemden oluştuğu varsayılmıştır (Şekil 4.9, Çizelge E.35 ve E. 36). Caferbeyli 1 adıyla adlandırılan birinci rezervuar Kurşunlu Kaplıcasını içermekte olup (koyu renk) buradan ısıtma yapılan dışa akış bölgesini içermektedir. Caferbeyli 2 adıyla nitelendirilen ikinci rezervuar ise (açık renk) henüz geliştirilmemiş olup, Caferbeyli 1 sahasına oranla oldukça büyük bir rezervuardır. Bu iki ayrı rezervuar ayrı ayrı simüle edilip yapılan hesaplamalarla Caferbeyli Sahasına ait tahmini üretilebilir toplam ısı güç değeri elde edilmiştir.

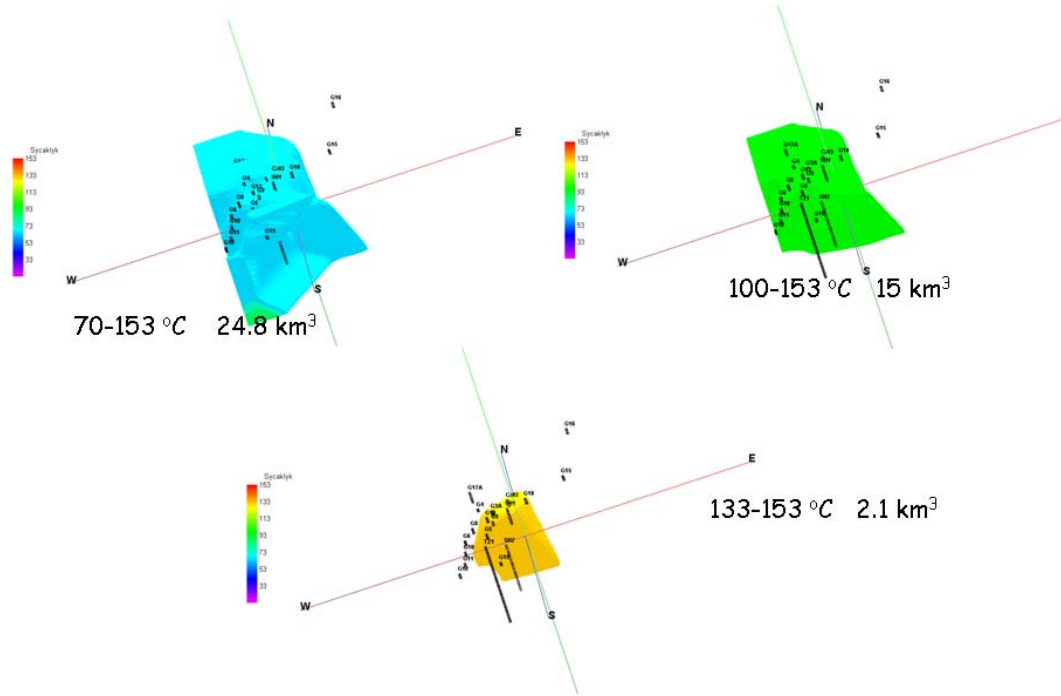


Şekil 4.8: Kızıldere jeotermal sistem modeli (Serpen, 2001a).



Şekil 4.9: Caferbeyli sahası 500 m derinlik rezistivite verileri (Akdemir vd., 2004).

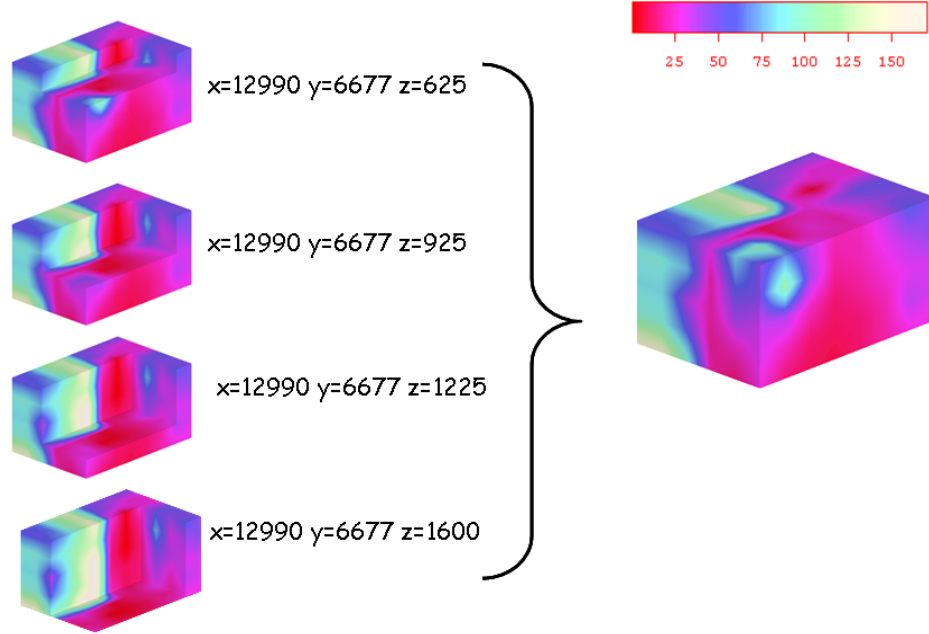
Seferihisar Sahası Hakkında: Seferihisar Sahasının jeofizik, jeokimya verileri ve jeolojisi incelenerek biri tektonik diğeri volkanik oluşum sergileyen 2 farklı jeotermal sistemden oluşabileceği düşünülerek ayrı ayrı simüle edilip (Çizelge E.54 ve E.55) toplam değer elde edilmiştir. Şekil 4.10'da Seferihisar Sahasının üç boyutlu sıcaklıkla hacim ilişkisi gösterilmektedir. 70-153°C, 100-153°C ve 133-153°C sıcaklık aralıkları kullanılarak oluşturulmuş hacimsel model göz önünde bulundurulmuştur. Bu sahaya ait gerçekleştirilen simülasyon hesaplamalarında saha 110-130 ve 130-155°C sıcaklık aralığına sahip iki ayrı rezervuar olarak düşünülmüştür. Birinci ve ikinci sahaların ilgili sıcaklık aralık değerlerine tekabül eden hacim değerleri bağımlı bir parametre olarak kullanılmış ve tahmini saha potansiyelleri hesaplanmıştır.



Şekil 4.10: Seferihisar Sahasının 3D sıcaklık-hacim ilişkisi (Aksoy, 2008a)

Salavatlı Sahası Hakkında: Salavatlı Sahasının jeofizik, jeokimya verileri ve jeolojisi incelenerek Sultanhisar-Sultanbeyli Sahaları ile birlikte değerlendirilmiştir. Şekil 4.11'de Salavatlı Sahasının jeofizik verileri değerlendirilerek oluşturulan üç boyutlu rezistivite dağılımı gösterilmektedir (Serpen ve Tüfekçioğlu, 2003). 5 ve 10 ohm-m rezistivite değerleri kullanılarak sıcaklık değerleri hesaplanmış ve bu sıcaklık değerleri ile sahanın olası hacim değerleri arasında bir bağ kurulmaya çalışılmıştır.

Sahanın jeofizik verileri değerlendirilerek x ve y koordinatları aynı kalmak suretiyle z (düşey) yönü için oluşturulan sıcaklık değerlerine bağlı oluşturulan hacim değişimi dikkate alınarak, sahanın olası hacmi 16 ile 54 km³ olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.11: Salavatlı Sahasının 3-boyutlu rezistivite dağılımı (ohm-m) (Serpen ve Tüfekçioğlu, 2003).

Çizelge 4.3'te her bir sahanın elektrik üretimi için tahmini üretilebilir güç miktarları (jeotermal güç potansiyeli) P10, P50 ve P90 olasılık değerleri cinsinden gösterilmektedir. Burada P10, P50 ve P90 değerleri istatistiksel ölçütler olup sırasıyla; tahmini üretilebilir gücün %90, %50 ve %10 olasılıkla alacağı en küçük değerleri temsil etmektedir.

Çizelge 1.4'te Türkiye'de mevcut jeotermal santralların kurulu güç değerleriyle Çizelge 4.3'te verilen P10'a karşılık gelen tahmini üretilebilir güç değerleri karşılaştırıldığında özellikle Kızıldere ve Salavatlı Sahalarının potansiyellerinin altında kapasitede işletildiği anlaşılmaktadır. Örneğin Çizelge 4.3'e göre Kızıldere güç potansiyeli 109.1 MW_e olarak tahmin edilirken mevcut kurulu güç 17.8 MW_e'tir. Onur ve diğerleri (2008) Kızıldere için en olası senaryo alınarak 60 MW_e'lik bir güç potansiyelini göstermektedir. Bu değer Çizelge 4.3'te verilen 109.1 MW_e değeri ile uyum göstermektedir. Sahaların simülasyon sonuçları Şekil 4.12-4.15'de yığınsal olasılıklar cinsinden gösterilmektedir. Ayrıca sahanın olasılıklı toplam ve aritmetik toplam sonuçları Çizelge 4.4 ve Şekil 4.6 ve 4.7 olarak verilmektedir.

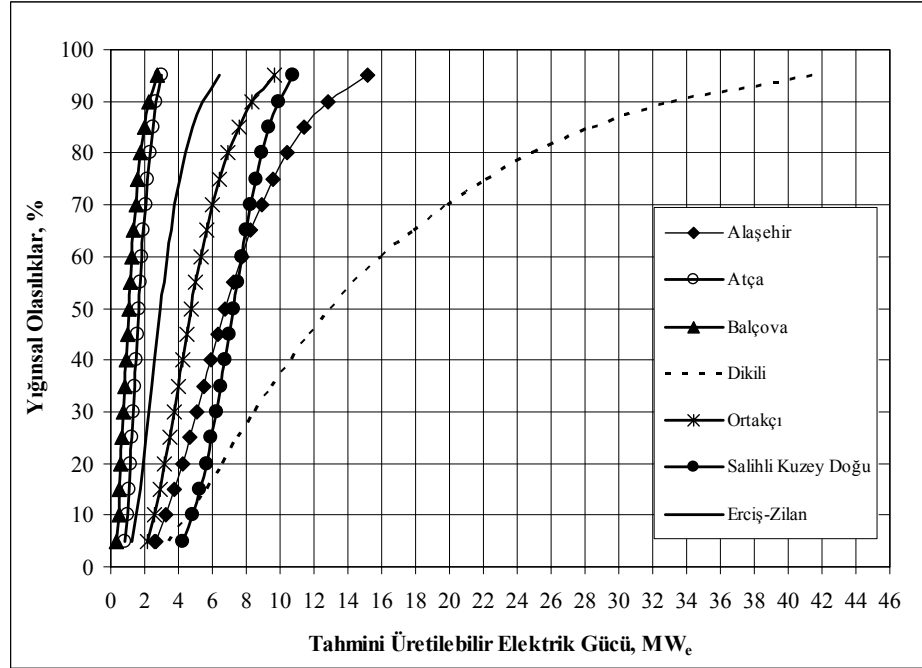
Çizelge 4.3: Elektrik üretimine uygun sahaların tahmini üretilebilir güçlerinin yığınsal olasılık dağılımları, MW_e .

Sahalar	P10	P50	P90
1. Alaşehir-Sarıköz, Manisa	3.3	6.8	12.8
2. Atça, Aydın	1.0	1.7	2.7
3. Balçova, İzmir	0.5	1.1	2.3
4. Caferbeyli, Manisa	54.6	80.2	121.4
5. Dikili, İzmir	4.6	13.0	33.1
6. Germencik, Aydın	48.9	82.1	128.4
7. Gümüşköy, Aydın	12.3	48.8	134.1
8. Hıdırbeyli Kuzey, Aydın	9.0	16.9	29.8
9. Hıdırbeyli Güney, Aydın	20.5	35.2	56.6
10. İmamköy-Yılmazköy, Aydın	79.6	143.4	245.8
11. Kavaklıdere, Manisa	264.3	446.4	695.6
12. Kızıldere, Denizli	109.1	139.4	180.4
13. Nazilli, Aydın	8.3	14.2	22.4
14. Ortakçı, Aydın	2.6	4.7	8.4
15. Pamukören, Aydın	26.4	33.5	42.4
16. Salihli Kuzey Doğu, Manisa	4.8	7.2	9.9
17. Salihli Doğu, Manisa	12.6	23.1	39.4
18. Umurlu Güney, Aydın	5.3	10.1	17.7
19. Salavatlı, Aydın	78.2	165.1	343.6
20. Seferihisar, İzmir	13.8	19.9	28.5
21. Simav, Kütahya	34.7	59.6	94.9
22. Tekkehamam, Denizli	15.2	20.1	26.6
23. Tuzla, Çanakkale	6.1	11.4	20.0
24. Umurlu, Aydın	22.8	41.6	69.2
25. Ercis-Zilan, Van	1.5	2.9	5.4

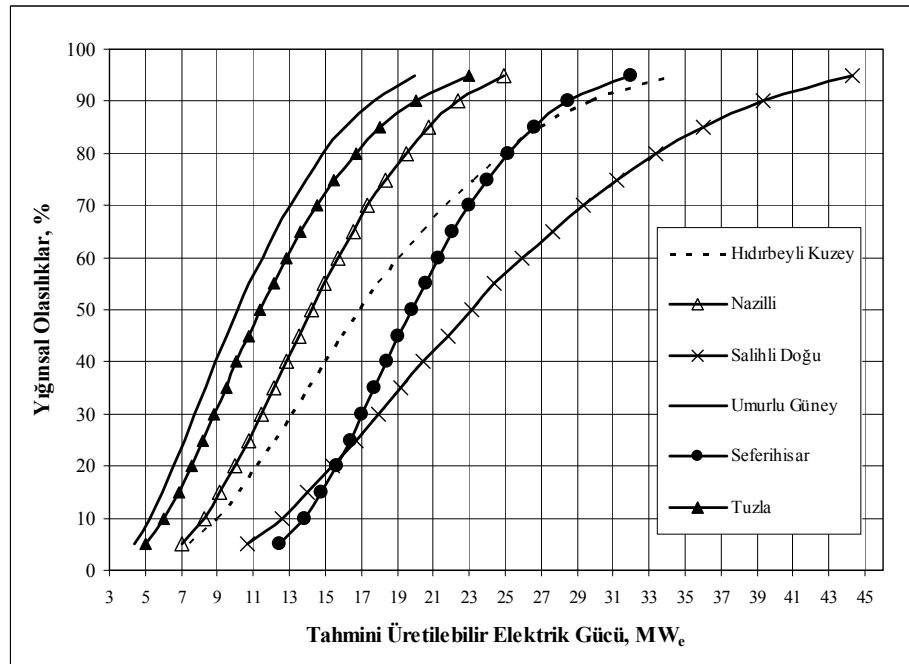
Çizelge 4.4: Elektrik üretimine uygun sahaların tahmini üretilebilir güçlerinin olasılıklı toplam ve aritmetik toplam yığınsal olasılık dağılımları, MW_e .

Yığınsal Olasılık, %	Olasılıklı Toplam, MW_e	Aritmetik Toplam, MW_e	Yığınsal Olasılık, %	Olasılıklı Toplam, MW_e	Aritmetik Toplam, MW_e
5	1208	728	55	1536	1505
10	1269	840	60	1564	1586
15	1309	930	65	1595	1671
20	1344	1008	70	1627	1766
25	1373	1079	75	1666	1877
30	1402	1149	80	1711	2006
35	1431	1218	85	1767	2163
40	1458	1287	90	1839	2371
45	1484	1357	95	1946	2700
50	1509	1428			

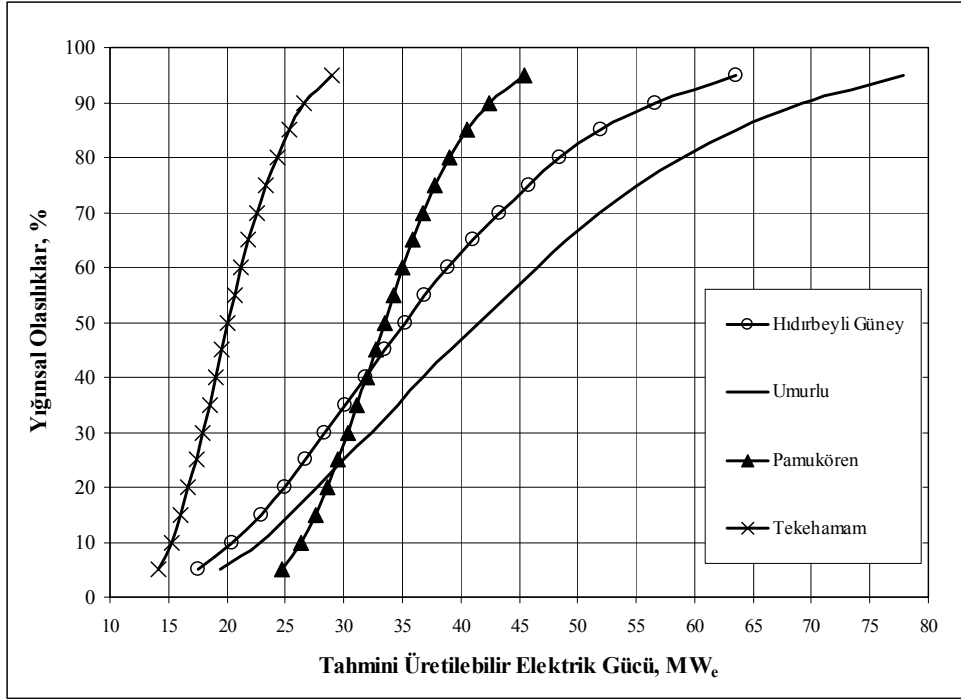
Şekil 4.12-4.17’de düşey eksen yığınsal olasılık değerini, yatay eksen ise sahaların tahmini üretilebilir güç değerlerini göstermektedir.



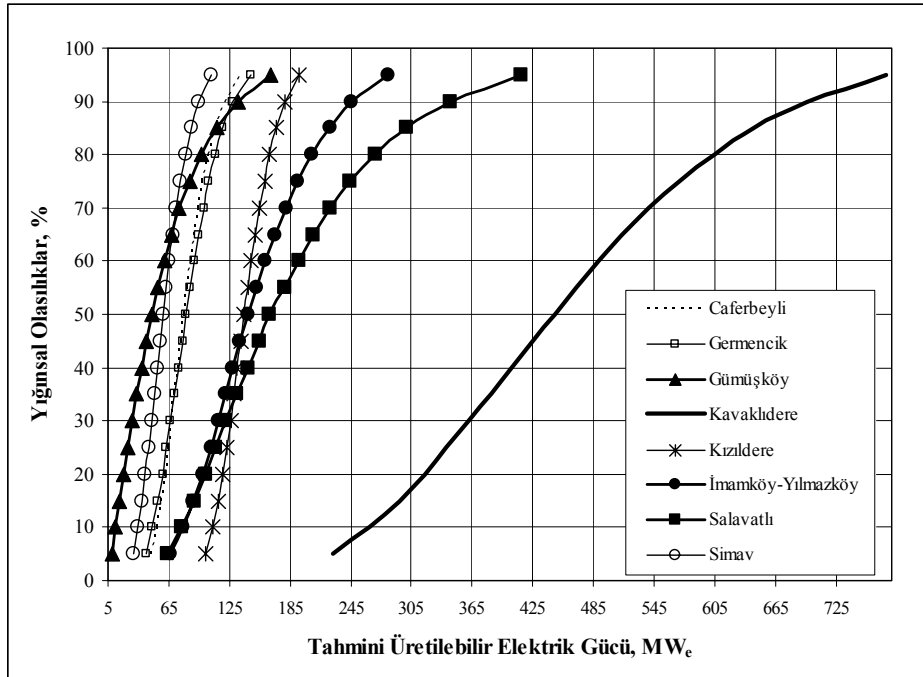
Şekil 4.12: $T_{\text{geri dönüş}}=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ için elektrik üretimine uygun 7 saha.



Şekil 4.13: $T_{\text{geri dönüş}}=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ için elektrik üretimine uygun 6 saha.



Şekil 4.14: $T_{\text{geri dönüş}}=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ için elektrik üretimine uygun 4 saha.



Şekil 4.15: $T_{\text{geri dönüş}}=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ için elektrik üretimine uygun 8 saha.

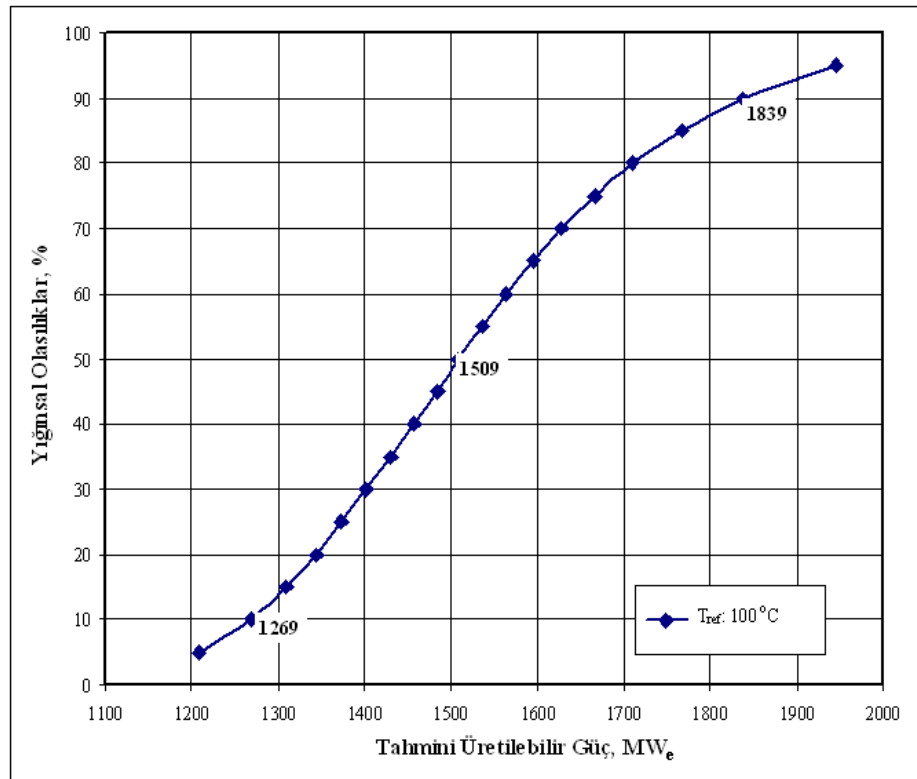
Şekil 4.16’da elektrik üretimine uygun 25 sahanın olasılıklı toplama yöntemi ile bulunan toplam üretilebilir elektrik güç değerleri yığınsal olasılıklar cinsinden gösterilmektedir. Bu durumda 25 sahanın hesaplanmış tahmini üretilebilir elektrik gücü (P10, P50 ve P90 olarak) sırasıyla 1269 MW_e, 1509 MW_e ve 1839 MW_e şeklindedir.

Birden fazla sahanın değerlendirilerek toplam üretilebilecek güç tahmin hesaplaması yapılırken; iki farklı yol izlenmektedir.

1- geleneksel olarak yapılan aritmetik toplam

2- olasılıklı toplam (istatistiksel toplam); yığınsal olasılıklar log normal dağılım varsayımı ile hesaplamaktadır.

Bunlardan birincisinde (aritmetik toplamda), her bir sahanın yığınsal olasılık dağılımı sonucu elde edilen yüzdelik değerleri toplanarak 25 sahaya ait toplam yığınsal olasılık dağılımı yüzde değerleri elde edilir.

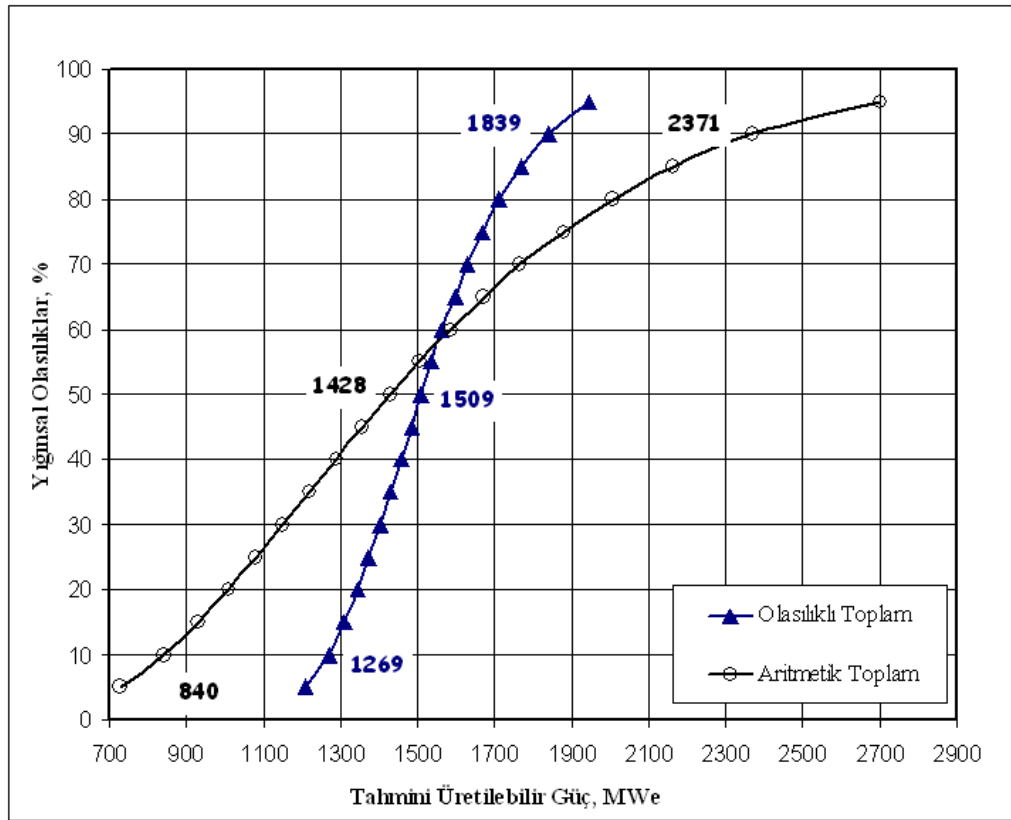


Şekil 4.16: Elektrik üretimine uygun 25 sahanın olasılıklı toplama ile elde edilen toplam potansiyeli.

İkincisinde (olasılıklı toplam) ise, her sahaya ait üretilebilecek güç değerinin ortalama ve standart sapma değerleri log normal dağılımlı olarak tanımlanır ve her

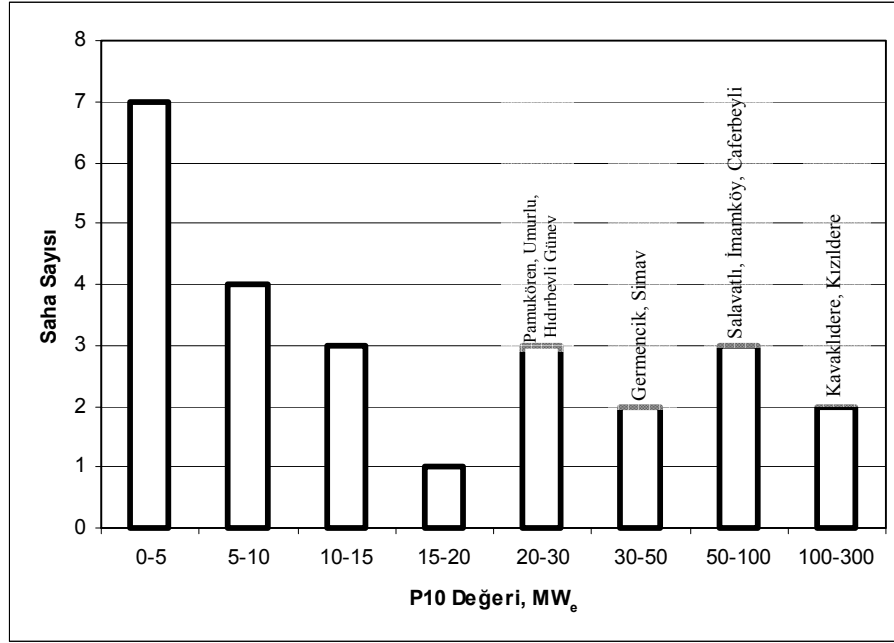
birinin log normal dağılımı alt alta toplanarak yeniden simülasyona 10 000 kere girdirilir. Simülasyon sonucuna göre elde edilden dağılım 25 sahaya ait yığınsal olasılık dağılımı olarak adlandırılır. Bu çalışmada, elde edilen sonuçlar hem aritmetik (geleneksel) toplam hem de olasılıklı (log normal dağılım) toplam olarak hesaplanarak sunulmuştur.

25 sahanın olasılıklı ve aritmetik toplam eğrileri Şekil 4.17’de gösterilmektedir. Eğer sahaların güçleri olasılıklı toplam (log normal dağılım) varsayımı yerine aritmetik toplam yapılarak hesaplanırsa P10 değeri 840 MW_e, P50 değeri 1428 MW_e ve P90 değeri ise 2371 MW_e olarak bulunmaktadır. Karar verilirken dikkat edilecek önemli bir ölçüt olan P10 değeri, aritmetik toplamda olasılıklı toplamdan daha küçük çıkmıştır.

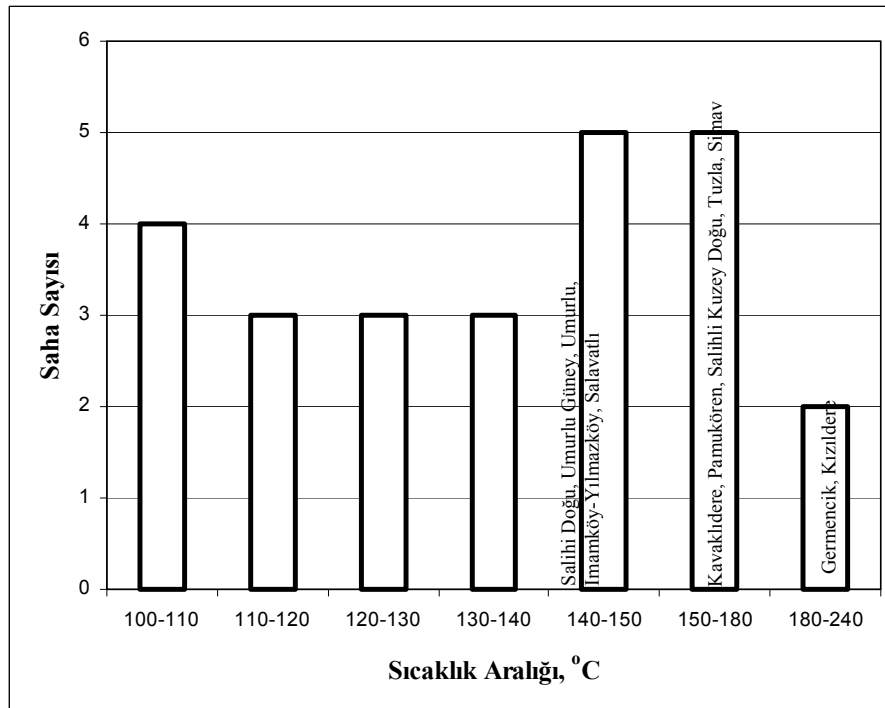


Şekil 4.17: Elektrik üretimine uygun 25 sahanın olasılıklı toplama ve aritmetik toplama ile elde edilen tahmini üretilebilir güçleri, MW_e.

Değerlendirilen elektrik üretimine uygun 25 sahanın güç üretim simülasyonlarında elde edilen P10 değerlerinin sıklık grafiği Şekil 4.18’de ve sahaların en düşük sıcaklık değerlerinin sıklık grafiği Şekil 4.19’da gösterilmektedir.



Şekil 4.18: Değerlendirilen 25 sahanın P10 değerlerinin sıklık grafiği.



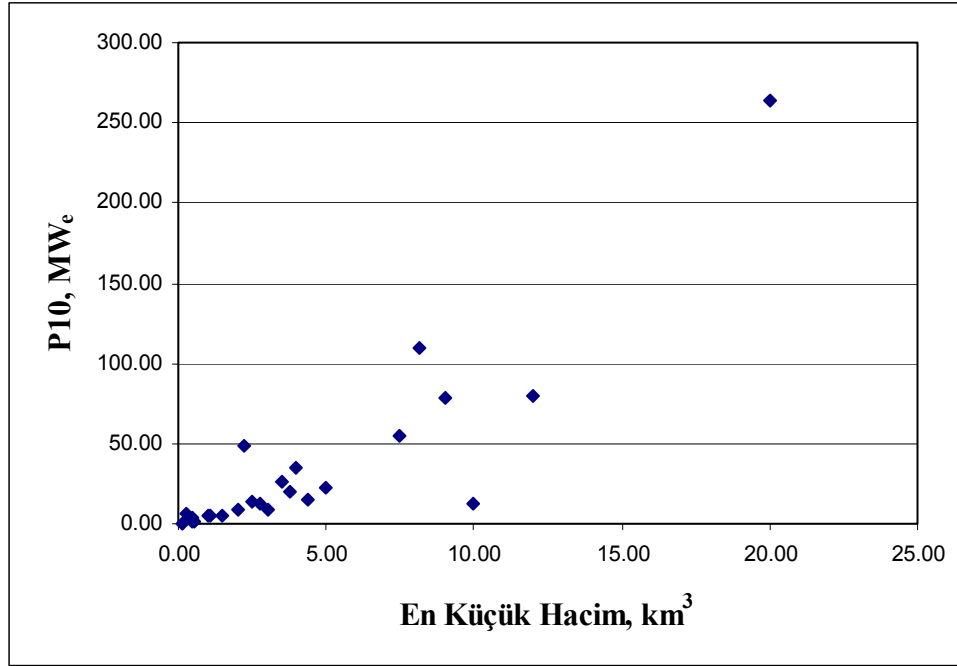
Şekil 4.19: Değerlendirilen 25 sahanın simülasyonlarında kullanılan en düşük sıcaklık değerlerinin sıklık grafiği.

Çizelge 4.5’de elektrik üretimine uygun sahaların tahmini üretilebilir güç hesaplamaları için seçilen en düşük sıcaklık ve en düşük hacim değerleri ile bunların sonucunda elde edilen P10 değerleri verilmektedir.

Çizelge 4.5: Elektrik üretimine uygun sahaların tahmini üretilebilir elektrik gücü (P10), en düşük hacim ve en düşük sıcaklık değerleri.

Sahalar	$T_{min},$ °C	$V_{min},$ km ³	P10, MW _e
1. Alaşehir-Sarıköz, Manisa	125	0.50	3.3
2. Atça, Aydın	125	0.57	1.0
3. Balçova, İzmir	110	0.15	0.5
4. Caferbeyli, Manisa	130	7.50	54.6
5. Dikili, İzmir	110	1.50	4.6
6. Germencik, Aydın	205	2.25	48.9
7. Gümüşköy, Aydın	105	10.00	12.3
8. Hıdırbeyli Kuzey, Aydın	120	3.00	9.0
9. Hıdırbeyli Güney, Aydın	140	3.75	20.5
10. İmamköy-Yılmazköy, Aydın	145	12.00	79.6
11. Kavaklıdere, Manisa	180	20.00	264.3
12. Kızıldere, Denizli	195	8.12	109.1
13. Nazilli, Aydın	140	2.00	8.3
14. Ortakçı, Aydın	135	0.50	2.6
15. Pamukören, Aydın	180	3.50	26.4
16. Salihli Kuzey Doğu, Manisa	170	1.00	4.8
17. Salihli Doğu, Manisa	150	2.75	12.6
18. Umurlu Güney, Aydın	150	1.05	5.3
19. Salavatlı, Aydın	145	9.00	78.2
20. Seferihisar, İzmir	110	2.50	13.8
21. Simav, Kütahya	160	4.00	34.7
22. Tekkehamam, Denizli	120	4.40	15.2
23. Tuzla, Çanakkale	170	0.29	6.1
24. Umurlu, Aydın	150	5.00	22.8
25. Ercis- Zilan, Van	120	0.45	1.5

Şekil 4.20’de değerlendirilmesi yapılan elektrik üretimine uygun 25 sahanın en küçük hacim değerleri ile simülasyon sonucunda elde edilen P10 değerleri arasındaki ilişki gösterilmektedir. Şekilden de anlaşılabileceği hacim değerleri ile P10 değerleri arasında bir ilişki olmakta ve artan hacim değeri ile P10 değerleri de artış göstermektedir.

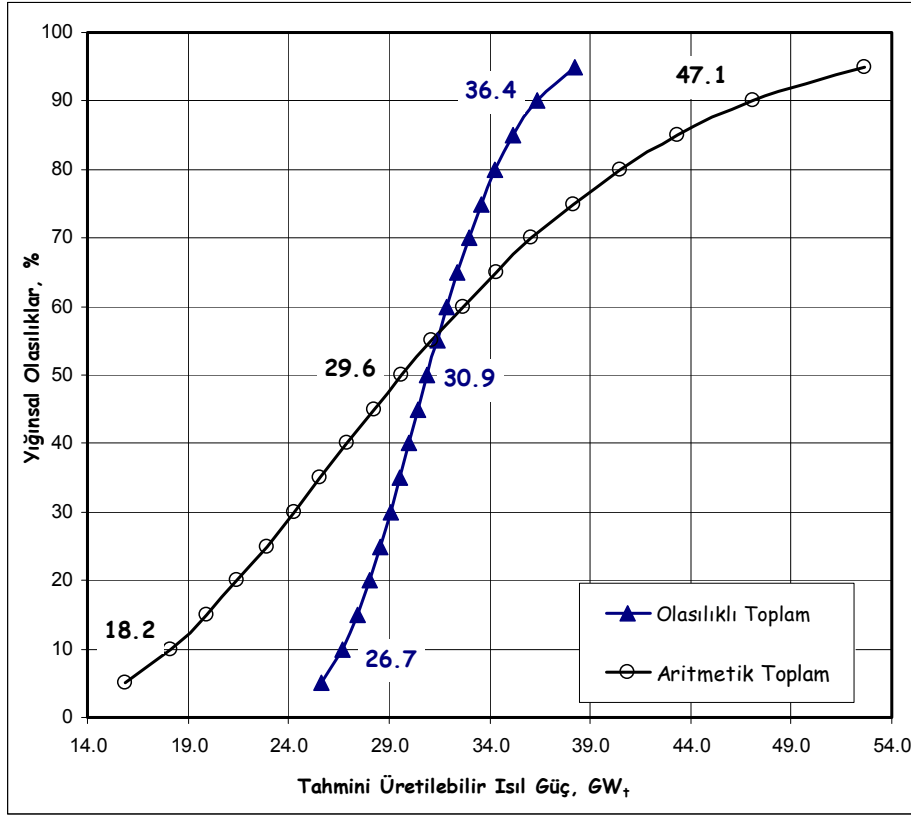


Şekil 4.20: Değerlendirilen elektrik üretimine uygun 25 sahanın en küçük hacim değerine karşı P10 grafiği.

Geri dönüş sıcaklığının 15 °C olması durumu için elektrik üretimine uygun 25 sahanın toplam tahmini üretilebilir ısıl gücü Şekil 4.21 ve Çizelge 4.6'da yığınsal olasılık değerleri cinsinden gösterilmekte olup, P10 değeri 27 GW_t, P50 değeri 31 GW_t ve P90 değeri 36 GW_t olarak hesaplanmıştır. Bu sahalara ait parametreler çizelgeler olarak EK E'de (Çizelge E.32-E.62) verilmektedir.

Çizelge 4.7'de elektrik üretimine uygun 25 sahanın tahmini üretilebilir ısıl güçlerinin yığınsal olasılık dağılımları olasılıklı toplam ve aritmetik toplam olarak gösterilmektedir.

Çizelge 4.8'te elektrik üretimine uygun 25 jeotermal sahanın tahmini üretilebilir ısıl güçlerinin (referans sıcaklığının 15 °C olması durumu için) yığınsal olasılık değerleri ile bu sahaların EK B'de ayrıntıları verilen mevcut görünür kapasite değerlerinin karşılaştırılması gösterilmektedir.



Şekil 4.21: Elektrik üretimine uygun 25 sahanın geri dönüş sıcaklığının 15°C olması durumundaki toplam ısıl potansiyeli.

Çizelge 4.6: Elektrik üretimine uygun sahaların tahmini ısıl güç üretimi yığınsal olasılık dağılımları, MW_t.

Sahalar	P10	P50	P90	Sahalar	P10	P50	P90
1. Alaşehir-Sarıköz, Manisa	106.0	186.8	307.0	14. Ortakçı, Aydın	94.0	163.5	268.6
2. Atça, Aydın	50.6	78.4	109.8	15. Pamukören, Aydın	431.6	546.3	695.8
3. Balçova, İzmir	32.0	62.5	121.6	16. Salihli Kuzey Doğu, Manisa	115.8	175.0	245.6
4. Caferbeyli, Manisa	1109.4	1611.4	2358.8	17. Salihli Doğu, Manisa	364.8	660.5	1095.6
5. Dikili, İzmir	268.1	464.3	749.7	18. Umurlu Güney, Aydın	147.9	285.8	489.2
6. Germencik, Aydın	507.7	891.0	1486.9	19. Salavatlı, Aydın	1839.9	3478.5	6479.3
7. Gümüşköy, Aydın	1503.1	3157.5	6380.2	20. Seferihisar, İzmir	1085.8	1421.3	1865.9
8. Hıdırbeyli Kuzey, Aydın	428.1	688.9	1042.6	21. Simav, Kütahya	645.4	1031.4	1542.1
9. Hıdırbeyli Güney, Aydın	554.9	865.9	1246.3	22. Tekkehamam, Denizli	446.1	563.1	685.7
10. İmamköy-Yılmazköy, Aydın	1866.8	3015.6	4533.0	23. Tuzla, Çanakkale	103.5	191.8	328.1
11. Kavaklıdere, Manisa	4121.9	6698.4	10122.2	24. Umurlu, Aydın	652.4	1167.5	1941.3
12. Kızıldere, Denizli	1391.9	1780.6	2298.2	25. Ercis- Zilan, Van	72.7	120.7	196.0
13. Nazilli, Aydın	215.2	329.8	469.5				

Çizelge 4.7: Elektrik üretimine uygun sahaların tahmini üretilebilir ısı güçlerinin olasılıklı toplam ve aritmetik toplam yığınsal olasılık dağılımları, GW_t

Yığınsal Olasılık, %	Olasılıklı Toplam	Aritmetik Toplam,	Yığınsal Olasılık, %	Olasılıklı Toplam	Aritmetik Toplam
5	25.6	15.9	55	31.4	31.1
10	26.7	18.2	60	31.9	32.7
15	27.4	19.9	65	32.4	34.3
20	28.0	21.5	70	33.0	36.1
25	28.5	22.9	75	33.6	38.2
30	29.1	24.3	80	34.3	40.5
35	29.5	25.6	85	35.1	43.3
40	30.0	26.9	90	36.4	47.1
45	30.4	28.2	95	38.2	52.7
50	30.9	29.6			

Bu iki farklı hesaplamada elde edilen sonuçların yorumu yapılırken dikkat edilmesi ve kavramların karıştırılmaması gerekmektedir. Mevcut görünür kapasite değerleri, bu sahalarda bulunan kuyu ve kaynak verilerinin değerlendirilmesi ile elde edilmiştir. Bu değerler bu sahaların geliştirilmiş kapasitelerini temsil etmemekle, sadece anlık koşullardaki değerleri ifade etmektedir. Bazı sahalardaki tüm kuyuların debilerinden elde edilen görünür kapasiteler bu sahaların tam kapasiteyle çalıştırılmaları halinde kuyuların birbirleri ile olan girişimleri nedeniyle elde edilemeyecektir. Ayrıca mevcut görünür kapasite hesabında, zaman içinde kuyu debilerinin ve sıcaklıklarının değişimi dikkate alınmamıştır. Örneğin, Satman vd. (2005b) Kızıldere jeotermal sahasında, boyutsuz tank modelleri kullanarak geleceğe yönelik farklı üretim debisi senaryoları için üretim performansı tahmini yapmaktadır. Jeotermal sahaların geliştirilerek (gerek ek yeni kuyular delinmesiyle gerekse kuyulardan yapılan üretim debisi miktarlarının değişimiyle) sahalardan elde edilecek kapasite değerlerinin değişebileceği ve jeotermal sahaların zaman içinde sergiledikleri davranışın aslında statik olmayıp dinamik olduğu unutulmamalıdır.

Çizelge 4.8’de sahaların yığınsal olasılık dağılımlarından elde edilen P10 değerleri ile KE çalışmasından elde edilen mevcut görünür kapasite değerleri verilmektedir. Dikkat edilecek olunursa, genelde P10 değerleri KE’i ile elde edilen mevcut görünür kapasite değerinden büyüktür. Çünkü P10 değerleri kapasite çalışması gibi sahaların anlık, mevcut görünür durumunu yansıtmayıp, bu sahaların potansiyel değerlerini vermektedir.

Çizelge 4.8: Elektrik üretimine uygun sahaların tahmini ısıt güç üretimi yığınsal olasılık dağılımları ile mevcut görünür kapasitelerinin karşılaştırılması.

Sahalar	Yığınsal Olasılık Dağılımı (P10), MW _t	Mevcut Görünür Kapasite, MW _t
1. Alaşehir-Sarıköz, Manisa	106.0	18.2
2. Atça, Aydın	50.6	M.D.
3. Balçova, İzmir	32.0	144.9
4. Caferbeyli, Manisa	1109.4	3.8
5. Dikili, İzmir	268.1	108.0
6. Germencik, Aydın	507.7	1278.7
7. Gümüşköy, Aydın	1503.1	66.6
8. Hıdırbeyli Kuzey, Aydın	428.1	423.2
9. Hıdırbeyli Güney, Aydın	554.9	
10. İmamköy-Yılmazköy, Aydın	1866.8	102.8
11. Kavaklıdere, Manisa	4121.9	5.4
12. Kızıldere, Denizli	1391.9	207.9
13. Nazilli, Aydın	215.2	38.8
14. Ortakçı, Aydın	94.0	M.D.
15. Pamukören, Aydın	431.6	148.7
16. Salihli Kuzey Doğu, Manisa	115.8	55.2
17. Salihli Doğu, Manisa	364.8	M.D.
18. Umurlu Güney, Aydın	147.9	M.D.
19. Salavatlı, Aydın	1839.9	445.1
20. Seferihisar, İzmir	1085.8	140.0
21. Simav, Kütahya	645.4	185.0
22. Tekkehamam, Denizli	446.1	21.2
23. Tuzla, Çanakkale	103.5	297.7
24. Umurlu, Aydın	652.4	61.5
25. Ercis- Zilan, Van	72.7	24.2

M.D.: Mevcut değil

Potansiyel değerlerinin beklenildiği gibi kapasite değerlerinden büyük olması anlamlıdır. Ancak Balçova (İzmir) ve Germencik (Aydın) sahalarında söz konusu durum tam tersi şeklinde olup, görünür kapasite değerleri, potansiyel değerlerinden yüksek olarak çizelgede görülmektedir. Görünür kapasite değeri hesaplanırken bütün mevcut kuyu ve oluşumlar dikkate alınmış olup aslında bu değer anlık olup, yeni kuyuların delinmesi ile değişkenlik arz etmektedir. Örneğin Germencik sahasındaki santralin kurulu güç değeri 47.4 MW_e olup bu çalışmada hesaplanan P10 potansiyel değeri ile uyum içersindedir. Balçova sahasında ise sahadan olduğundan fazla debi ile çekiş/üretim yapılmakta olup sahanın ömrü tüketilmektedir.

Yıllar içersinde sahada gereksiz yere fazlaca kuyu delinmiş ve gereğinden fazla üretim yapılması nedeniyle kuyularda soğuma ve doğru işletilemediğinden rezervuar basınç ve sıcaklığında da azalış gözlenmektedir (Aksoy vd., 2008).

4.3 Bölgesel Isıtmaya Uygun Jeotermal Sahaların Potansiyelleri

Sıcaklığı 100 °C'den düşük olan bölgesel ıstıtmaya uygun sahalar öncelikle göreceli daha yüksek sıcaklığı olan ve alan ısıtılmasının yapılabileceğı ve sonrasında daha düşük sıcaklıklı olan ve diğler doğrudan kullanım yerlerinde uygulanabilecek sahalar olarak ayrılıp değlerlendirilmiştir.

4.3.1 Bölgesel ıstıtmada kullanılan jeotermal sahalar

Bölgesel ıstıtmaya uygun 16 toplam saha seçilmiş ve bu 16 sahanın tahmini üretilebilir ısı güçleri; kayaç ve akışkandaki yerinde ısı içeriğı (ısı enerjisi) hesaplanıp, üretilebilirlik faktörleri ve dönüşüm verimlilikleri kullanılarak belirlenmiştir. Diğler bir değışle jeotermal sahalar ısı açıdan ele alınarak rezervuarın başlangıç sıcaklığından ısı üretimi açısından üretimin yapılabileceğı bir son sıcaklığa (15 °C, 40 °C veya 60 °C) kadar sıcaklığın düşmesiyle elde edilecek enerji miktarı üzerine tasarım yapılmıştır.

Değlerlendirilmesi yapılan saha isimleri şöyledir; Ömer Gecek-Afyon, Armutlu-Yalova, Bergama-İzmir, Diyadin-Ağrı, Edremit-Balıkesir, Gönen-Balıkesir, Güre-Balıkesir, Hisarköy-Bigadiç, Kırşehir, Kızılcahamam-Ankara, Kozaklı-Nevşehir, Kuzuluk-Sakarya, Salihli-Manisa, Sandıklı-Afyon, Sorgun-Yozgat, Yerköy-Yozgat. Üç saha (Balçova-İzmir, Dikili-İzmir, Simav-Kütahya) yüksek sıcaklıkları nedeniyle hem elektrik üretimine hem de bölgesel ısıtma uygulaması yapımına uygun sahalar olup, her iki kullanım alanı için de ayrıca değlerlendirilmeleri yapılmıştır.

Denklem 4.5 kullanılarak sahaların tahmini üretilebilir ısı güçleri hesaplanmaktadır. Denklem 4.5'deki, referans sıcaklığı (terk etme sıcaklığı) 16 saha için 15 °C sıcaklık olarak varsayılmış ve rezervuarın ilk sıcaklığıyla ilgili referans sıcaklığı arasındaki sistemde depolanan ısı güçler hesaplanmıştır. 15 °C sıcaklık, ortalama atmosferik sıcaklık olarak varsayılmış ve sistemin ısısından maksimum şekilde faydalandığının düşünüldüğü teorik bir sıcaklıktır. Daha sonra sahaların değlerlendirme işlemleri terk etme sıcaklığının 40 °C ve 60 °C sıcaklıklar olması durumu için yinelenmiştir. Diğler bir değışle sahaların rezervuar ilk sıcaklığından ilgili terk etme sıcaklığı (40 °C ya da

60 °C) arasındaki sistemde depolanan ısı güçler tekrar hesap edilmiştir. Burada sözü geçen 40 °C ve 60 °C sıcaklık değerleri ise ikincil devrenin giriş sıcaklığı olarak varsayılmıştır. Modellerde; gözeneklilik, alan-kalınlık-hacim, rezervuar sıcaklığı, akışkan ve kayaç yoğunluğu, akışkan ve kayaç özgül ısı kapasitesi, üretilebilirlik faktörü ve santral yükü parametreleri, Bölüm 4.1.'de verildiği gibi aynı kalmış, hesaplamalarda sadece terk etme sıcaklığı, dönüşüm verimliliği ve yük faktörü parametreleri farklı alınmıştır.

Bu sahalardan elde edilecek tahmini üretilebilir ısı güçleri hesabında kullanılan dönüşüm verimliliği, ısı enerjisi üretilmesi tasarlandığı için literatürde genellikle kullanılan %70-%90 değer aralığı alınmıştır. Yük faktörü, ısı üretimi amaçlı bir santral tasarlandığı ve santralin neredeyse yarım yıla yakın çalıştığı düşünülerek tasarlandığı için %40-%50 ve %60 aralık değerlerinde dağılıma girmiştir.

Bölgesel ısıtma uygulaması yapımına uygun olarak seçilen 16 sahanın parametreleri çizelgeler olarak EK F'de (Çizelge F.1-F.16) verilmektedir. Her bir çizelge Monte Carlo simülasyonunda 10000 kez çalıştırılmıştır.

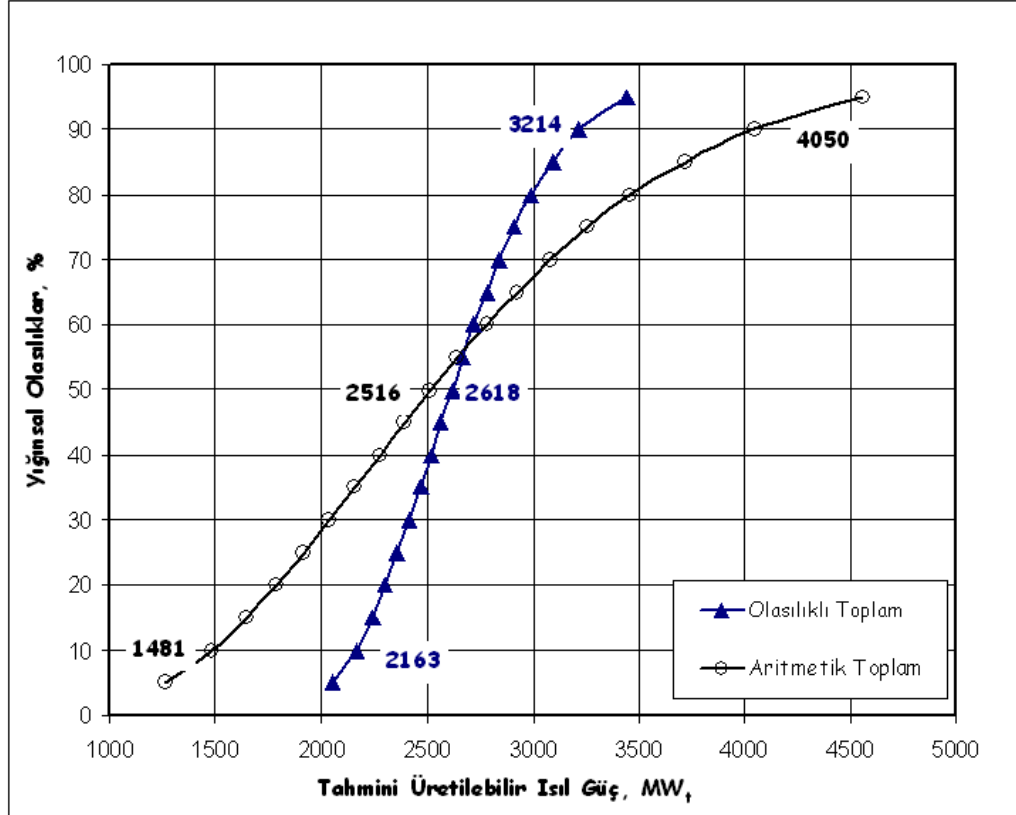
Çizelge 4.9: Bölgesel ısıtmaya uygun 19 sahanın tahmini üretilebilir ısı güçlerinin yığinsal olasılık dağılımları, MW_t (referans sıcaklığı: 15 °C).

Sahalar	P10	P50	P90
1. Ömer-Gecek, Afyon	153	232	321
2. Armutlu, Yalova	20	35	62
3. Balçova*, İzmir	32	62	122
4. Bergama, İzmir	32	64	120
5. Dikili*, İzmir	268	464	750
6. Diyadin, Ağrı	53	104	199
7. Edremit, Balıkesir	14	25	41
8. Gönen, Balıkesir	21	40	74
9. Güre, Balıkesir	14	27	49
10. Hisarköy, Balıkesir	5	17	44
11. Kırşehir	8	14	23
12. Kızılcahamam, Ankara	31	57	97
13. Kozaklı, Nevşehir	58	108	193
14. Kuzuluk, Sakarya	18	34	61
15. Salihli, Manisa	20	37	62
16. Sandıklı, Afyon	55	107	193
17. Simav*, Kütahya	645	1031	1542
18. Sorgun, Yozgat	24	43	71
19. Yerköy, Yozgat	8	15	26

* Elektrik ve bölgesel ısıtmaya uygun sahalardır.

Çizelge 4.9’da sahaların ısı üretimi için tahmini üretilebilir ısı güç miktarları (jeotermal potansiyelleri) P10, P50 ve P90 olasılık değerleri cinsinden gösterilmektedir.

Şekil 4.22’de bölgesel ısıtmaya uygun 19 sahanın toplam üretilebilir ısı güç değerleri yığınsal olasılıklar cinsinden gösterilmektedir.



Şekil 4.22: Bölgesel ısıtmaya uygun 19 sahanın geri dönüş sıcaklığının 15 °C olması durumunda olasılıklı toplam ve aritmetik toplam ile elde edilen tahmini üretilebilir ısı güçleri, MW_t.

Söz konusu 19 sahanın olasılıklı toplam ve aritmetik toplam değerleri Çizelge 4.10’da, yığınsal olasılık eğrileri Şekil 4.22’de gösterilmektedir. Hesaplanmış tahmini üretilebilir ısı güç değerleri; P10, P50 ve P90 değerleri olasılıklı toplam (log normal dağılım) varsayımı ile hesaplanan değerler olup sırasıyla 2163 MW_t, 2618 MW_t ve 3214 MW_t şeklindedir. Eğer sahaların güçleri aritmetik toplam yapılarak hesaplanırsa P10 değeri 1481 MW_t, P50 değeri 2516 MW_t ve P90 değeri ise 4050 MW_t olarak bulunmaktadır.

Eğer hem bölgesel ısıtmaya uygun hem de elektrik üretimine uygun olan Balçova, Dikili ve Simav sahaları dahil edilmezse, kalan 16 sahanın hesaplanmış tahmini

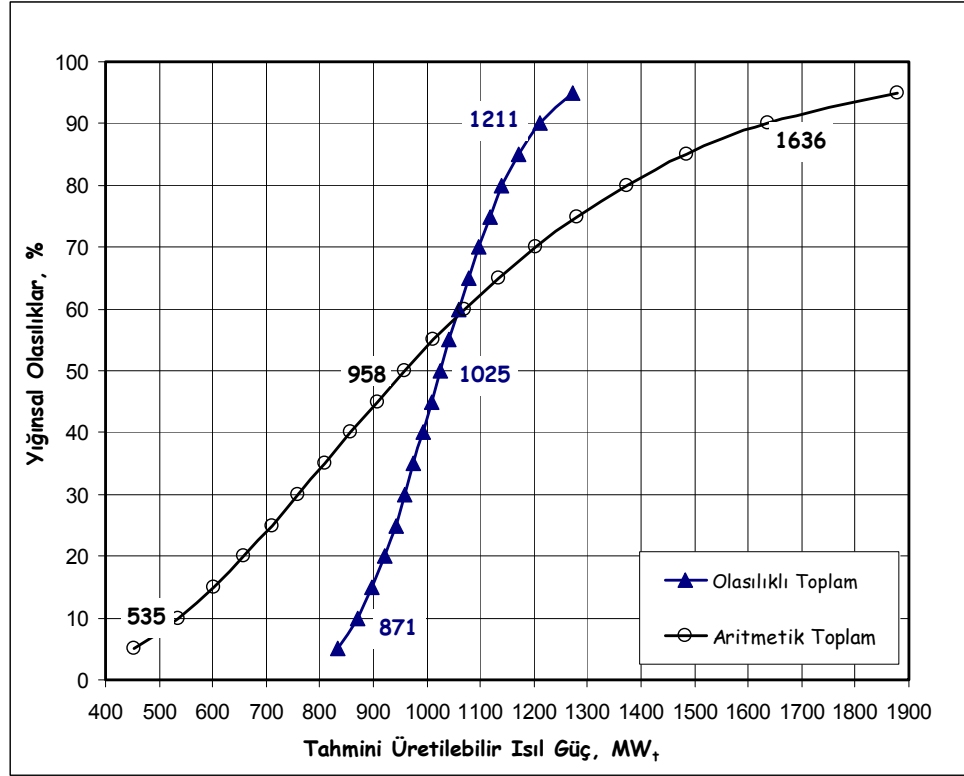
üretilebilir ısıl güç olasılıklı toplam değerleri; P10, P50 ve P90 için sırasıyla 871 MW_t, 1025 MW_t ve 1211 MW_t şeklindedir.

Çizelge 4.10: Bölgesel ısıtmaya uygun 19 sahanın tahmini üretilebilir ısıl güçlerinin olasılıklı toplam ve aritmetik toplam yığınsal olasılık dağılımları, MW_t.

Yığınsal Olasılık, %	Olasılıklı Toplam	Aritmetik Toplam	Yığınsal Olasılık, %	Olasılıklı Toplam	Aritmetik Toplam
5	2050	1266	55	2669	2645
10	2163	1481	60	2722	2782
15	2242	1646	65	2781	2922
20	2301	1790	70	2840	3080
25	2356	1919	75	2909	3257
30	2412	2037	80	2990	3460
35	2468	2157	85	3095	3718
40	2518	2276	90	3214	4050
45	2565	2393	95	3442	4560
50	2618	2516			

Söz konusu 16 sahanın olasılıklı toplam ve aritmetik toplam yığınsal olasılık eğrileri Şekil 4.23’de gösterilmektedir. Eğer sahaların güçleri olasılıklı toplam varsayımı yerine aritmetik toplam yapılarak hesaplanırsa P10 değeri 535 MW_t, P50 değeri 958 MW_t ve P90 değeri ise 1636 MW_t olarak bulunmaktadır.

Geri dönüş sıcaklığının 15 °C yerine 60 °C olması durumu için bölgesel ısıtmaya uygun 16 sahanın toplam tahmini üretilebilir ısıl güç P10, P50 ve P90 değerleri olasılıklı toplam varsayımı yapıldığında sırasıyla 359 MW_t, 435 MW_t ve 532 MW_t olarak hesaplanmıştır. Eğer bu sahaların güçleri olasılıklı toplam varsayımı yerine aritmetik toplam yapılarak hesaplanırsa P10 değeri 188 MW_t, P50 değeri 392 MW_t ve P90 değeri ise 760 MW_t olarak bulunmaktadır.



Şekil 4.23: Bölgesel ısıtmaya uygun 16 sahanın olasılıklı toplam ve aritmetik toplam ile elde edilen tahmini üretilebilir ısıl güçleri, MW_t.

4.3.2 Doğrudan kullanıma uygun diğer jeotermal sahalar

Bu bölümde orta düzeyde sıcaklıkları nedeniyle sadece doğrudan kullanıma uygun sahaların değerlendirilmesi yapılmıştır.

Doğrudan kullanıma uygun 81 sahanın tahmini üretilebilir ısıl güçleri; kayaç ve akışkandaki yerinde ısı içeriği (ısıl enerji) hesaplanıp, üretim faktörleri ve dönüşüm verimlilikleri kullanılarak belirlenmektedir. Diğer bir deyişle jeotermal sahalar ısıl açıdan ele alınarak rezervuarın başlangıç sıcaklığından ısı üretimi açısından üretimin yapılabileceği bir son sıcaklığa (15 °C) kadar sıcaklığın düşmesiyle elde edilecek enerji miktarı üzerine tasarım yapılmıştır.

Değerlendirilmesi yapılan sahalar Çizelge 4.11'de verilmektedir Bölgesel ısıtma uygulaması yapımına uygun olarak seçilen 81 sahanın parametreleri çizelgeler olarak EK G'de (Çizelge G.1-G.81) verilmektedir. Her bir çizelge Monte Carlo simülasyonunda 10000 kez çalıştırılmıştır.

Çizelge 4.11: Bölgesel ısıtmaya uygun 81 sahanın tahmini üretilebilir ısı güçlerinin yığınsal olasılık dağılımları, MW_i (referans sıcaklığı: 15 °C).

Sahalar	P10	P50	P90	Sahalar	P10	P50	P90
1. Akçaağıl, Sivas	38	74	135	42. Heybeli, Afyon	13	27	56
2. Akdağmadeni, Yozgat	33	56	91	43. Hıdırlar, Çanakkale	65	109	171
3. Aliağa, İzmir	316	557	1711	44. Hisaralan, Balıkesir	97	158	239
4. Atkaracalar-Çavundur, Çankırı	97	226	491	45. Hisarcık, Kütahya	58	101	169
5. Ayaş, Ankara	29	69	150	46. Horasan, Erzurum	9	16	27
6. Ayder, Rize	23	39	61	47. Ilıca, Erzurum	43	88	160
7. Balya, Balıkesir	7	13	23	48. Ilıpınar, Bingöl	11	19	33
8. Banaz, Uşak	50	86	143	49. Karahayıt-Pamukkale, Denizli	69	125	216
9. Bayındır, İzmir	18	32	55	50. Kepekler, Balıkesir	15	28	49
10. Bayramiç, Çanakkale	21	39	70	51. Kesenözü, Bolu	19	36	66
11. Biga-Kırkeçit, Çanakkale	33	58	97	52. Kestanbol, Çanakkale	137	294	580
12. Billoris, Siirt	31	68	126	53. Kızılınler, Eskişehir	53	95	160
13. Bodrum, Muğla	8	15	26	54. Köprübaşı-Saraycık, Manisa	86	145	227
14. Boğazköprü, Kayseri	15	32	62	55. Köş, Bingöl	59	109	196
15. Bölmekaya, Denizli	35	72	130	56. Köşkünler, Erzurum	134	278	489
16. Bulamaçlı, Kırşehir	24	46	79	57. Köyceyiz, Muğla	51	96	165
17. Çaldıran, Van	21	36	55	58. Kükürtlü, Bursa	49	82	129
18. Çan, Çanakkale	36	67	119	59. Kula, Manisa	57	103	174
19. Çan-Bardakçılar, Çanakkale	26	43	68	60. Kuşadası, Aydın	23	38	59
20. Çan-Etili, Çanakkale	43	74	116	61. Mahmutlu, Kırşehir	45	72	106
21. Çekirge, Bursa	10	19	33	62. Melikşah, Ankara	34	57	89
22. Çeşme, İzmir	95	153	236	63. Çiftahan, Niğde	10	17	29
23. Cihanbeyli, Konya	22	39	66	64. Orhaneli-Sadağ, Bursa	9	16	27
24. Çobanhamamı, Ankara	50	110	218	65. Özalp, Van	47	83	138
25. Davutlar, Aydın	40	69	109	66. Pamukçu, Balıkesir	44	80	137
26. Demirci, Manisa	4	9	17	67. Pasinler, Erzurum	88	185	344
27. Derdin, Düzce	8	16	29	68. Reşadiye, Tokat	6	12	20
28. Diyarbakır	25	44	76	69. Şaphane, Kütahya	182	290	430
29. Dömbüldek, Bursa	34	67	124	70. Savcılı, Kırşehir	10	21	38
30. Efteni, Düzce	52	115	226	71. Sıcakçermk, Sivas	39	68	113
31. Emet, Kütahya	52	94	162	72. Sulusaray, Tokat	36	76	150
32. Gazlıgöl, Afyon	37	65	108	73. Termal, Yalova	10	17	30
33. Gediz, Kütahya	99	163	254	74. Urganlı, Manisa	54	100	174
34. Gölemezli, Denizli	46	82	137	75. Topaklar, Çanakkale	18	31	51
35. Güneyyolu, İçel	19	37	69	76. Yardımcıkaraali, Urfa	16	26	40
36. Güzelyurt-İlusu, Aksaray	16	33	59	77. Yenice, Denizli	25	45	76
37. Güzelyurt-Sivrihisar, Aksaray	21	41	69	78. Yıldız, Balıkesir	45	79	132
38. Hamamat, Hatay	7	13	23	79. Yıldızeli, Sivas	7	15	27
39. Harlek, Kütahya	26	44	67	80. Yoncalı, Kütahya	21	37	63
40. Havran, Balıkesir	31	56	95	81. Ziga, Aksaray	43	76	125
41. Havza, Samsun	33	61	110				

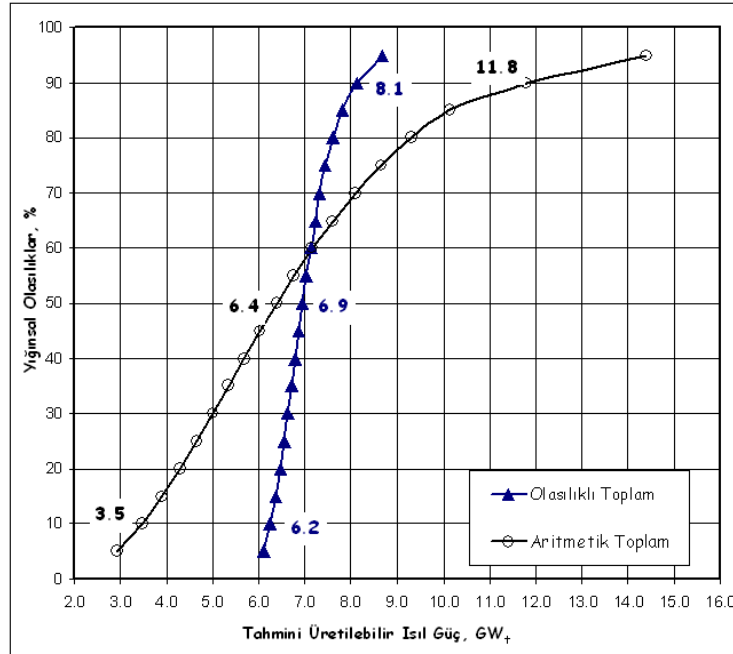
Çizelge 4.11’de her bir sahanın ısı üretimi için tahmini üretilebilir ısı güç miktarları (jeotermal kaynak potansiyelleri) P10, P50 ve P90 olasılık değerleri cinsinden gösterilmektedir.

Çizelge 4.12 ve Şekil 4.24'te bölgesel ısıtmaya uygun 81 sahanın toplam üretilebilir ısıl güç değerleri yığınsal olasılıklar cinsinden gösterilmektedir.

Söz konusu 81 sahanın hesaplanmış tahmini üretilebilir ısıl güç değerleri; P10, P50 ve P90 değerleri olasılıklı toplam (log normal dağılım varsayımı) ile hesaplanan değerler olup sırasıyla 6241MW_t, 6938 MW_t ve 8109 MW_t şeklindedir. Aritmetik toplam için P10 değeri 3468 MW_t, P50 değeri 6381 MW_t ve P90 değeri ise 11800 MW_t olarak bulunmaktadır.

Çizelge 4.12: Bölgesel ısıtmaya uygun 81 sahanın tahmini üretilebilir ısıl güçlerinin olasılıklı toplam ve aritmetik toplam yığınsal olasılık dağılımları, MW_t.

Yığınsal Olasılık, %	Olasılıklı Toplam	Aritmetik Toplam	Yığınsal Olasılık, %	Olasılıklı Toplam	Aritmetik Toplam
5	6085	2909	55	7028	6758
10	6241	3468	60	7117	7159
15	6361	3903	65	7215	7595
20	6454	4285	70	7318	8081
25	6543	4642	75	7448	8642
30	6626	4986	80	7598	9297
35	6707	5330	85	7803	10153
40	6782	5669	90	8109	11800
45	6862	6019	95	8671	14404
50	6938	6381			



Şekil 4.24: Bölgesel ısıtmaya uygun 81 sahanın olasılıklı toplam ve aritmetik toplam ile elde edilen tahmini üretilebilir ısıl güçleri, GW_t.

4.4 Yeterli Verisi Olmayan Sahalar

Bu çalışmada 279 oluşumun 122 tanesi saha olarak değerlendirilmiştir. Ancak geriye yeterli jeofizik, jeolojik ve sıcaklık verileri olmayan 157 oluşum kalmaktadır.

Yeterli verisi olmadığı için değerlendirilmesi yapılamayan bu oluşumlar için bir yaklaşım yapılarak bu sahalara ait ortalama potansiyel belirlenebilir. Yeterli verisi olmayan ancak doğrudan kullanıma uygun bu sahaların P10, P50 ve P90 değerleri hesaplanırken, doğrudan kullanıma uygun orta ve düşük sıcaklıklı 81 sahanın P10, P50 ve P90 değerleri toplam değerlendirilen saha sayısına (81) bölünerek ve verisi olmayan saha sayısı (157) çarpılarak bir ortalama değer elde edilebilir. Yukarıdaki yaklaşım varsayıldığında bu sahaların olasılıklı toplamdan elde edilen P10, P50 ve P90 değerleri sırasıyla 12097 MW_t, 13448 MW_t ve 15717 MW_t olarak hesaplanmaktadır. Aynı varsayım aritmetik toplam dikkate alınarak yapıldığında ise elde edilecek P10, P50 ve P90 değerleri sırasıyla 6722 MW_t, 12368 MW_t ve 22872 MW_t olarak hesaplanmaktadır.

4.5 Modellenen Sahalarla İlgili Genel Değerlendirme

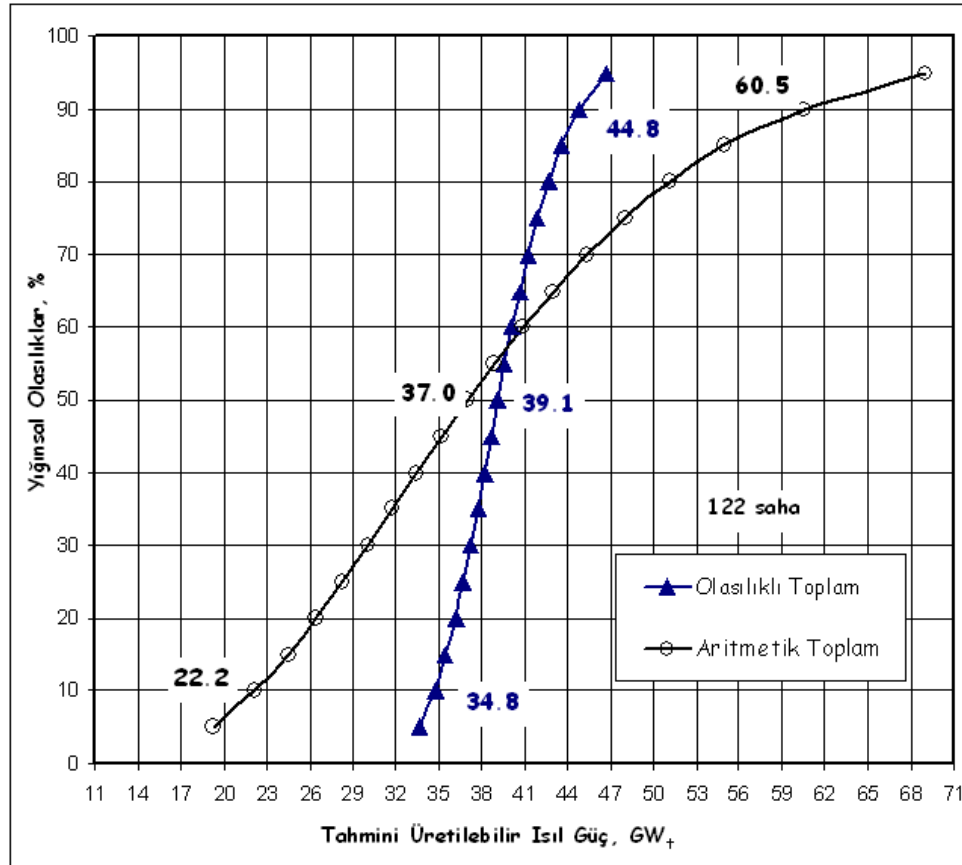
Bugüne dek, elektrik üretimine uygun yüksek sıcaklıklı 25 saha (3 saha-Dikili, Simav ve Balçova sıcaklıklarından dolayı hem elektrik üretimine uygun hem de bölgesel ısıtma sistemine uygun olacak şekilde entegre bir şekilde kullanılabilmesi söz konusu olduğu için, her iki kullanım alanı için de hesaplanmıştır) ile bölgesel ısıtma sistemine uygun 19 orta sıcaklıklı ve 81 orta ve düşük sıcaklıklı toplamda 122 jeotermal sahanın üretebileceği tahmini ısıl güç, geri dönüş sıcaklığının 15 °C durumu olasılık dağılımları cinsinden Çizelge 4.13’de gösterilmektedir. Buna göre 122 sahanın tamamı için, geri dönüş sıcaklığının 15 °C olması durumunda P10-34776 MW_t, P50-39149 MW_t ve P90-44809 MW_t olasılıklı toplam üretilebilir güç değerleri vardır. Eğer sahaların ısıl güçleri aritmetik toplam yapılarak hesaplanırsa 122 saha için P10 değeri 22158 MW_t, P50 değeri 36976 MW_t ve P90 değeri ise 60495 MW_t olarak bulunmaktadır. 122 sahanın olasılıklı ve aritmetik toplam eğrileri Şekil 4.25’te gösterilmektedir.

Olasılıklı toplam ve aritmetik toplamdan bulunan P10 değerlerinin (~35 bin MW_t ve ~ 22 bin MW_t) ortalaması alındığında 28.5 bin MW_t değeri en düşük potansiyel olarak bulunmaktadır.

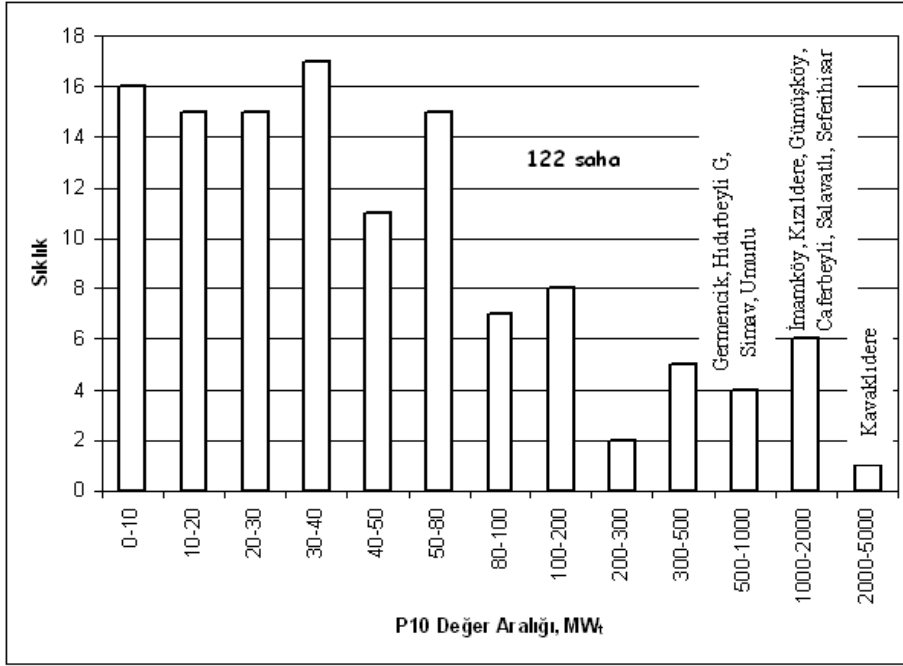
Çizelge 4.13 Değerlendirilmesi yapılan 122 sahanın tahmini üretilebilir ısı potansiyel değerleri.

	Tahmini Üretilebilir Isıl Güç, MW_t ($T_{ref}: 15^{\circ}C$)		
	P10	P50	P90
Olasılıklı Toplam	34776	39149	44809
Aritmetik Toplam	22158	36976	60495

Değerlendirilen 122 sahanın ısı güç üretim simülasyonlarında elde edilen P10 değerlerinin sıklık grafiği Şekil 4.26’da gösterilmektedir.



Şekil 4.25: Bölgesel ısıtmaya uygun 122 sahanın olasılıklı toplam ve aritmetik toplam ile elde edilen tahmini üretilebilir ısı güçleri, GW_t .



Şekil 4.26: Değerlendirilen 122 sahanın P10 değerlerinin sıklık grafiği.

4.6 Volkanik Sahalar İçin Yaklaşım

Dünyanın ilk jeotermal elektrik üretim santrali İtalya'da geçen (Larderello Sahası) yüzyılın başlarında kurulmuştur. Daha sonra İtalya'da yeni sahalara da bulunmuş ve bir dönem İtalya Dünya jeotermal sektörünün öncülüğünü yürütmüştür. İtalya'daki bu sahalara hemen hepsi etkin ya da genç volkanik sahalarda yer almakta ve buralardaki volkanik süreçlerle ilintilidir.

Sonraki yıllarda Dünya jeotermalinde önemli yer edinen İzlanda, Yeni Zelanda ve Japonya'nın önemli jeotermal sahalara da volkanik alanlarda yer almaktadır. ABD'nin jeotermal alanlarının çoğu, başta Geysers olmak üzere volkanik yerlerde bulunmaktadır.

Son yıllarda, Meksika, Guatemala, El Salvador, Orta ve Güney Amerika ülkelerinde keşfedilen jeotermal alanların büyük bölümü ve son yirmi yılda dünya jeotermal elektrik üretimi listesinde sıralamaya giren Uzak Doğu ülkeleri olan, Filipinler ve Endonezya'daki sahalara da volkanik alanlarda yer almaktadır.

Bu sahalara büyük bölümünün son püskürmesi son 100000 yıllık süre içinde gerçekleşmiş ve yine büyük bölümünün püskürmelerini denetleyen magma odası hacminin 100 km³ ile 10000 km³ arasında olduğuna dikkat çekilmektedir. Daha

büyük hacimli magma odalarına sahip volkanik alanların, biraz daha yaşlı olanlarında bile önemli bir ısı anomalisinin halen varlığını sürdürdüğü ve buralarda da jeotermal sistemlerin bulunabildiği bilinmektedir (Öngür, 2010).

Volkanik etkinlikler, o yöredeki kabuğun olağan ısı akısı dokusunun dışında, onu bozan bir şekilde çok yüksek sıcaklıklı magmayı yüzeye kadar ulaştıran ve bu nedenle, etkinlik alanlarında sıcaklığı yükselten süreçlerdir. Püskürme süresince 600-1100 °C arasında değişen sıcaklıklar yeryüzüne kadar yayılır. Püskürüp yüzeye ulaşan magma kısa bir sürede soğur; ama magmanın içinden yükseldiği çatlak daha bir süre sıcak kalır ve çevrelerindeki kaya birimlerine ısı salmayı sürdürür. Eğer 3-10 km derinde yerleşmiş bir magma odası varsa, çok daha geniş bir alandaki, büyük hacimdeki kayalara ısı salmaya, yer kabuğunun bu sığ derinliklerinde bir yüksek ısı anomalisi oluşturmayı sürdürür. Bu nedenle, son püskürmesinin üzerinden jeolojik anlamda “çok” zaman geçmemişse, bütün volkanların altında bir ısı anomalisi vardır. Eğer buralarda yer altı suyunun dolaşım birikebileceği denli geçirimli kaya birimleri de varsa, orada mutlaka jeotermal sistemler de oluşmaktadır. Dünyadaki volkanların kiminde yüzeyde fümeroller, gaz ve sıcak su çıkışları bulunmaktadır ve araştırma yapana yol gösterirler ama birçoğunda da böylesi yüzey belirtileri yoktur (Öngür, 2010).

Ülkemizde volkanik kökenli dağlar olmasına rağmen, bunların çevresinde herhangi bir jeotermal aktiviteye rastlanamamıştır ya da bu konu ayrıntılı bir şekilde henüz ülkemizde araştırılmamıştır. Ülkemizdeki genç 8 adet volkanik yanardağ (günümüzde sönmüş olan ancak geçmişte aktif) Nemrut, Süphan, Ağrı, Tendürek, Hasandağ, Erciyes, Gölcük (Isparta) ve Acıgöl'dür. Dünyadaki işletmeye konu jeotermal alanların çoğunluğunun etkin ya da genç volkanlarla ilişkisi olduğu bilinirken ve ülkemizde de Orta ve Doğu Anadolu'da yaygın genç volkanik alanlar ve yapılar varken henüz bu bölgelerde kapsamlı araştırmalar yapılmamıştır. Komşu ülkemiz olan İran'daki jeotermal etkinliklerin çoğu volkanik kökenli olmasına rağmen (aktif volkanizmanın olduğu yerlerde yoğunluk göstermektedir) (Noorollahi ve Yousefi, 2010) yeterli araştırma yapılmadığı için ülkemizde böyle bir belirtiye rastlanmamıştır.

Son 10000 yıldır dünyada 1511 adet aktif volkan olduğu ve dünyadaki aktif volkan sayıları ile tahmini jeotermal potansiyel değeri arasında bir korelasyon olduğu Stefansson (2005) tarafından belirtilmiştir.

$$Y = 158x + 230 \quad (4.7)$$

Burada ;

x: aktif volkan sayısı,

Y: tahmini jeotermal potansiyel, MW_e 'dir.

Denklem 4.7, 1511 adet aktif volkan için çözüldüğünde dünyanın tahmini jeotermal elektrik potansiyeli 240 GW_e olarak bulunmaktadır.

Ülkemizdeki genç volkan sayılarını göz önünde bulundurarak Stefansson'un yapmış olduğu aynı yaklaşım kullanılarak (genç volkanlar aktif volkan varsayılarak) Türkiye'nin volkanik sahalarda olası jeotermal elektrik potansiyeli yaklaşık 1500 MW_e olarak bulunmaktadır.

4.7 Yarı Termal Kaynaklar ve Eş Üretilen Akışkanlar

Yüksek sıcaklıklı jeotermal alanlar yeryüzünün küçük bir kısmını kaplayan sismik kuşakta bulunurlar, sıcaklıkları daha düşük olanlar ise sismik kuşak dışında görülebilirler. Yeryüzünün çok büyük bir kısmı termal alan değildir. Sıcaklık gradyenleri kullanarak sınıflama yapıldığında bölgeler; termal olmayan bölgeler (sıcaklık gradyeni: 10-40 °C/km arasında) ve termal bölgeler olacak şekilde ikiye ayrılabilir. Termal bölgeler de yarıtermal bölgeler (sıcaklık gradyeni 35-40 °C/km'ye varanlar) (Armstead vd., 1983) ve hipertermal bölgeler (sıcaklık gradyeni 70-80 °C/km'nin çok üzerinde) olacak şekilde ikiye ayrılmaktadır (Serpen, 2000).

Yarıtermal bölgeler sayıca çok fazla olmamalarına rağmen, hipertermal bölgelerin dışı vurumları olan kaplıca, fümerol gibi dış göstergeleri olmadıkları için gözden kaçarlar ve ancak sistematik bir arama sonucu ortaya çıkarlar. Bu bölgeler bazen hipertermal bölgelere benzer şekilde modellenilebilirler. Fark, derin kaynağın zayıf olması dolayısıyla rezervuardaki suyun sıcaklığının 100 °C'yi aşmamasıdır. Bu bölgelerde suyun ısı ve basıncını koruyan bir örtü tabakasına gereksinimi yoktur. Örtü tabakasının olmaması ve soğuk yer altı suları ile karışmasından ötürü sıcaklık 100 °C'yi geçmez. Ayrıca böyle bölgelerde meteorik kaynaklı yer altı sularıyla da beslenme oluşabilir. Tektonik plaka kuşaklarında oluşmadıkları için, yarıtermal bölgelerin ısı kaynağının kesin açıklanması pek mümkün olmamakla birlikte, aşağıda söz edilen üç sebepten biri olabilir (Serpen, 2000):

a. Yerkabuğunun o bölgesinde bol miktarda radyoaktif kayalar bulunabilir.

b. Yerkabuğu bazı bölgelerde ince olabilir ve bundan dolayı Moho süreksizliği daha sık yerlerde görülebilir.

c. Moho'nun altındaki mağmanın sıcaklığı her yerde aynı olmayıp başka bir ifadeyle yerküre eşsıcaklıklı (izotermal) değildir. Bu sebepten dolayı bazı bölgelerde sıcaklık bölgesel olarak farklılık gösterebilir.

Eş üretilen “coproduced” akışkanlar yarıtermal ve GJS altında bir kategoride değerlendirilmektedirler. Petrol ve gaz üretimi sırasında entegre bir parça olarak sıcak suyun üretimi olarak tanımlanmaktadır (MIT, 2006). Aslında petrol ve doğal gaz endüstrisinde petrol ve doğal gazla birlikte üretilen tuzlu sıcak su bir sorun olarak nitelendirilir. Ancak suyun enerjisinden yararlanarak enerji üretmek olasıdır (Green ve Nix, 2006).

Bazı petrol ve doğal gaz üretiminin yapıldığı sahalarda normalden oldukça yüksek sıcaklıklara rastlanılmaktadır. Örneğin, Amerika'da Teksas'ın doğu ve güneyi ile Louisiana'nın kuzey batısında 4 ile 6 km derinlikler arasında sıcaklıkları 150 °C'nin üzerinde olan bölgelere rastlanılmaktadır (MIT, 2006). Güney Teksas'ta 5 km derinliklerde 200 °C'nin üzerinde yüksek sıcaklıklara rastlanılmıştır.

Petrol ve gazla birlikte üretilen sıcak sulardan ısı ve hatta elektrik üretimi amaçlı yararlanma çalışmaları araştırması ve uygulama özellikle ABD'de yapılmaktadır (MIT, 2006). ABD'nin Wyoming kentinde petrol sahalarındaki atık buhardan küçük ölçekli elektrik üretimini göstermek için Ormat-Nevada ve Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bölümü birlikte bir araştırma ve geliştirme projesi başlatmışlardır (Johnson ve Simon, 2009). Organik Rankin çevirimi ile çalışan hava soğutmalı 250 kW'lık ilk ünite Eylül 2009'dan beri 322 MWhr'lik enerji üretilmiştir. İki yıl boyunca aynı üretimle devam etmek ve ayrıca ikinci bir su soğutmalı 250 kW değerinde üç yıl çalışacak bir ek ünitenin planlanıp, yapımına 2010 yılının ilk aylarında başlanması kararlaştırılmıştır (Johnson ve Walker, 2010). Türkiye için bu tür bir potansiyel durumu bu tez kapsamında incelenmemiştir ancak incelemeye değer konu olduğu açıktır. Adıyaman'ın Kahta ilçesinin Karakuş petrol sahasından üretilen 65-90 °C sıcaklıkta suyla ısıtılması konusunu inceleyen Cömertpay (2006) çalışması bu konudaki çalışmalara bir örnek olarak verilebilir.

5. TÜRKİYE’NİN TAHMİNİ YERALTI SICAKLIK DAĞILIMI HARİTALARI

Yeraltı sıcaklık ve gradyan dağılımlarının doğruya yakın bir şekilde ve gerçekçi tahmini ülkenin jeotermal enerjiden yarar sağlayabilmesi ve geleceğe yönelik enerji politikalarının belirlenmesinde önemli bir rol oynayabilir. Isı akısı, jeotermal gradyan ve farklı derinliklerdeki sıcaklık dağılımlarının araştırılmasıyla elde edilen bilgiler ışığında daha sağlıklı tahminin yapılabilmesi olasıdır. Bu tahminlerle hem bölgenin/ülkenin jeolojik manzarası hakkında önemli ipuçları elde edilebilir hem de yeraltı zenginlikleri hakkında, kaynak değerlendirmesi ile jeoloji ve jeofizik çalışmalarına önemli katkılar sağlanabilmektedir. Sağlıklı tahmin yapılabilmesi, eldeki verilerin nitelik, nicelik ve güvenilirliğine bağlıdır. Sıcaklık dağılımı ve ısı içeriği tahmini işlemlerinde kullanılan gradyan değerleri oluşturulacak haritaları doğrudan etkilediğinden oldukça önemlidir.

Türkiye için yapılan ilk çalışmalar Erentöz ve Ternek (1968)’in termomineral kaynaklar ve jeotermik enerji etüdları ve Çermak vd. (1977a;b)’nin ısı akısı çalışmalarıdır. Daha sonraki yıllarda Tezcan (1979) gradyan verilerine dayalı ısı akısı haritası, Ünal ve Öngür (1979) ise bölgesel (havza) sıcaklık gradyan haritaları çalışmaları yapmışlardır. İlkışık (1992) silika jeotermometre verisine dayalı ısı akısı haritası oluşturmuştur. Mıhçıkan ve Öcal (1998) ise Türkiye’nin yeraltı sıcaklık gradyanı dağılımı çalışmasını gerçekleştirmiştir.

Bu doktora çalışması kapsamında gradyan verilerine dayalı hesaplanmış sıcaklık dağılımları kullanılarak 500 m ve 1000 m derinlikler için yeraltı sıcaklık dağılımı haritaları oluşturulmuştur. Haritaların 500 m ve 1000 m derinlikler için oluşturulmasının nedeni veri setlerinden kaynaklanmaktadır. Veri Seti I olarak adlandırılan set derin kuyularda (1000-4500 m arasında), Veri Seti II olarak adlandırılan set ise sığ kuyularda (100-150 m arasında) ölçülmüş yer altı sıcaklık gradyan verilerine dayanmaktadır. 500 m derinlik ortalama bir değeri, 1000 m derinlik ise gerçeği daha doğru temsil edebilecek derinlik değeri olarak düşünülüp seçilmiştir. Haritaların oluşturulmasında jeostatistiksel yöntemler uygulanmış olup

Arc GIS yazılımı ESRI (2004) kullanılmıştır. Hesaplamalarda yüzey sıcaklığı 15 °C olarak sabit varsayılmıştır. Hesaplanan yeraltı sıcaklık veri değerleri kullanılarak variogram modelleri oluşturulmuş ve jeoistatistiksel yöntemlerden IDW (ters ağırlıklı mesafe) ve kriging uygulanarak yeraltı sıcaklık tahmin haritaları oluşturulmuştur. Haritalar hem bölgesel bazda (Kuzey Batı Anadolu Bölgesi ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi) hem de tüm ülke için oluşturularak, uygulanan farklı jeoistatistiksel yöntemlerle birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

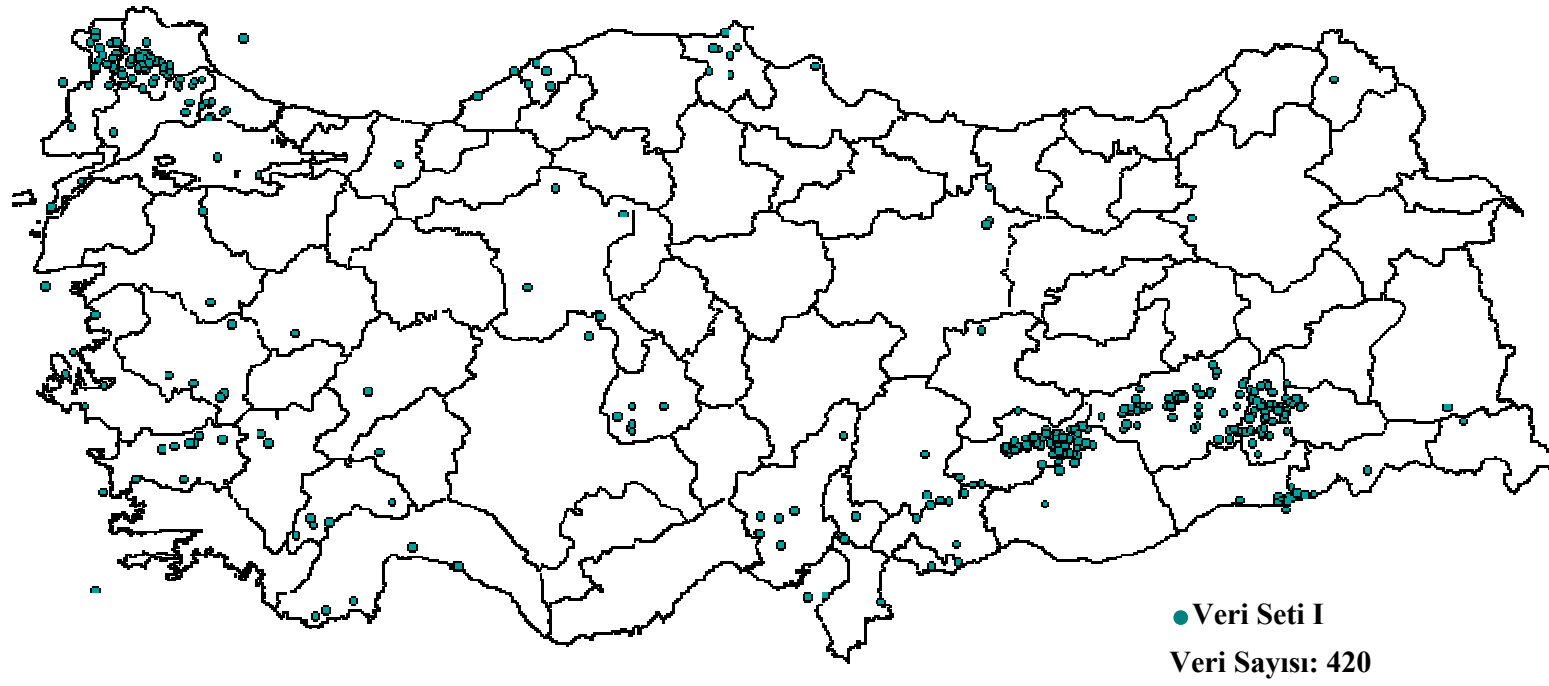
5.1 Yeraltı Sıcaklık Haritasının ArcGIS Yazılımı Kullanılarak Oluşturulması

5.1.1. Kullanılan veri setleri ve analizi

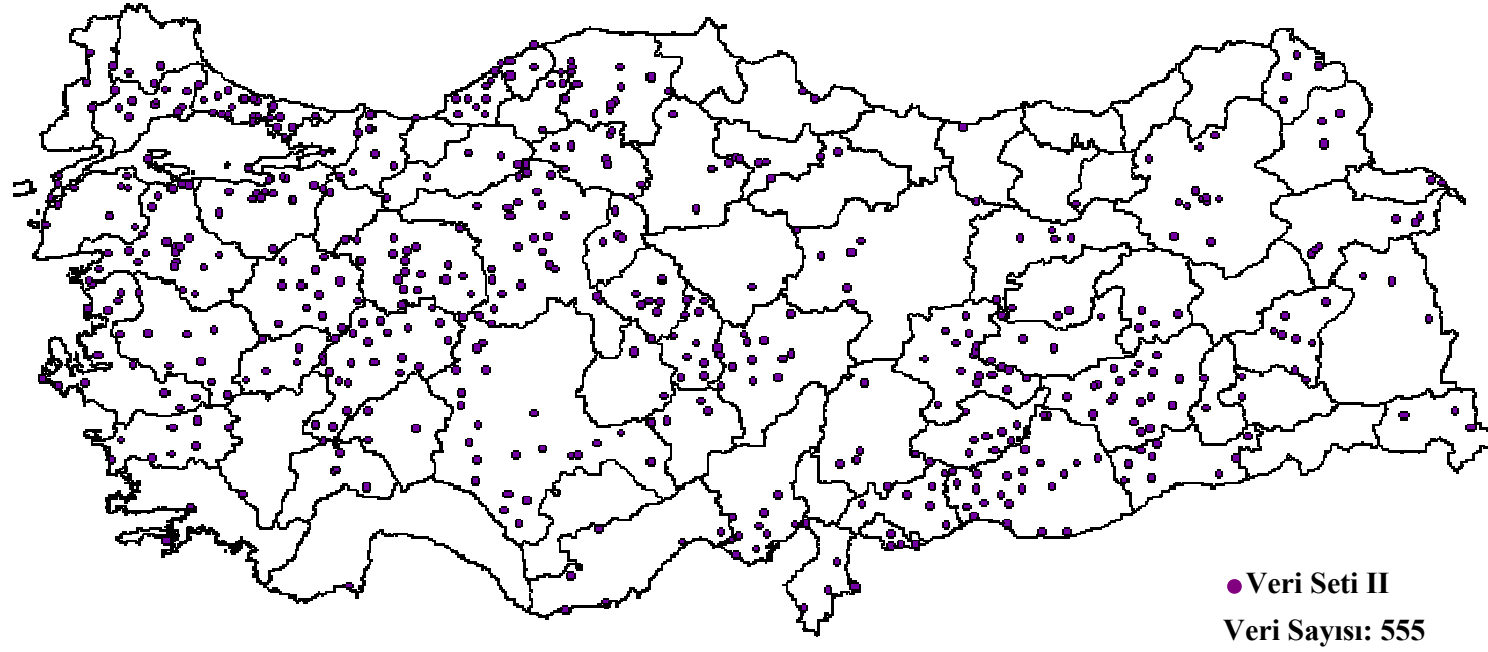
Bu çalışmada iki çeşit veri seti kullanılmaktadır. Veri Seti I olarak adlandırılan; hem Mıhçakan vd. (2006) çalışmasından yararlanılarak oluşturulan gradyan değerlerini hem de yeni jeotermal kuyulardan bu doktora çalışması sırasında elde edilen bilgilerin birleştirilerek oluşturulduğu bir settir. Daha çok Trakya ve Güney Doğu Anadolu'ya ait 1000 m ve daha derin yapılan sondajlardan elde edilen sıcaklık gradyanlarının doğrusal interpolasyonu ile elde edilen sıcaklık değerleri veri seti olarak kullanılmıştır. Bu setteki toplam veri sayısı 420 adettir. Veriler genellikle iki bölgede yığılma gösterdiklerinden heterojen bir dağılım sergiledikleri söylenebilir. Ancak verilerin 1000 m ve daha derinlerden oluşturulduğu düşünüldüğünde elde edilecek sıcaklıkların daha gerçekçi olduğu kesindir.

Veri Seti II olarak adlandırılan set ise İlkışık (2008)'in veri çalışmasından derlenmiş 100-150 m derinlikteki sığ kuyuların sıcaklıklarından elde edilen gradyan değerlerinin 500 m derinliğe doğrusal ekstrapolasyonunun yapılması ile bulunan değerleri içermektedir. Veri Seti I'e göre göreceli olarak daha homojen olup, bu setteki toplam veri sayısı 555 adettir. Bu veri setinde daha fazla veri olmasına rağmen, eldeki verilerin sığ kuyulardan gelmesi nedeni ile elde edilen sıcaklıkların yeraltı sularından, yüzey ve iklimsel etkilerden etkilenmesi beklenir.

Veri Seti I ve Veri Seti II'nin haritada konumlarının gösterimi Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'de gösterilmektedir. Veri setleri kullanılarak hesaplanmış yeraltı sıcaklık değerleri ArcGIS 9.2 Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımının jeoistatistiksel analiz modülü kullanılarak analiz edilmiş, variogram modelleri oluşturulmuştur. Verinin olmadığı noktalar için yapılan tahminler, çeşitli jeoistatistiksel (IDW, Kriging)

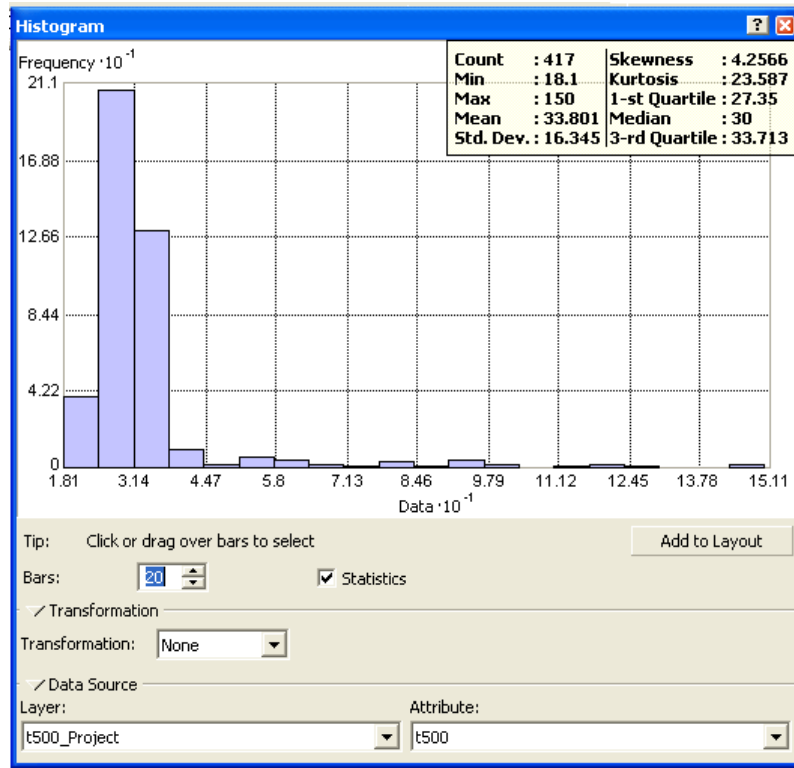


Şekil 5.1: Veri Seti I'in konum haritası.

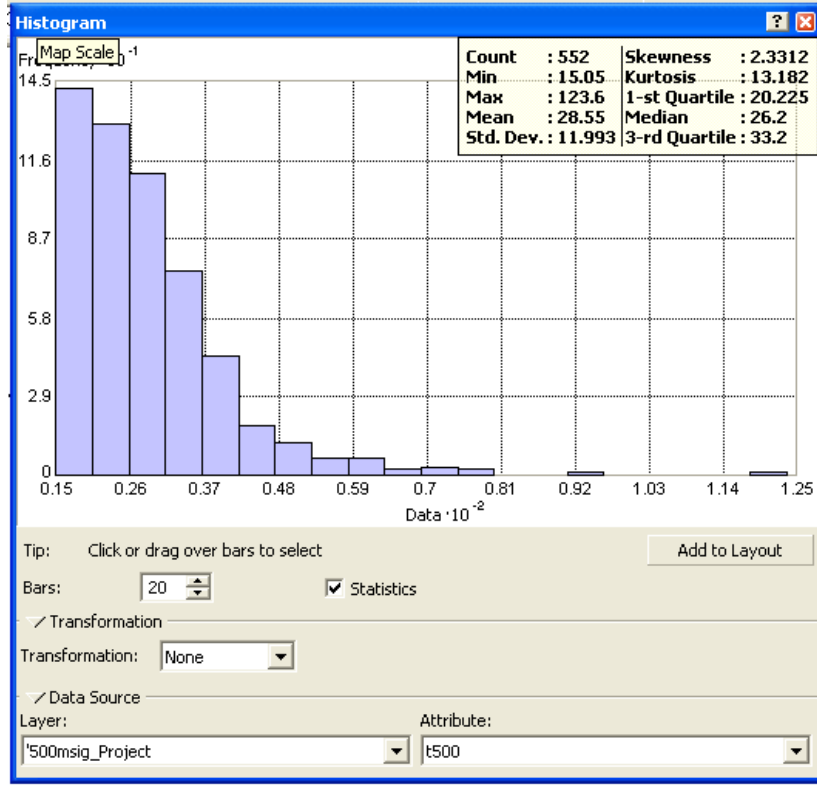


Şekil 5.2: Veri Seti II'nin konum haritası.

yöntemler kullanılarak yapılmış ve sıcaklık dağılımları haritalanmıştır. Kullanılan yöntemlerde bilinmeyen noktaların tahmininde hem mesafe hem de noktaların uzaysal düzeni (konumu) dikkate alınmış böylece yeraltı sıcaklık dağılımındaki hatalar olası en asgari düzeye indirgenmiştir (Korkmaz vd., 2008b; Çakın, 2009). Ayrıca iki ayrı veri seti çapraz doğrulama tekniği uygulanarak sınanmış ve gerçeğe en yakın haritalar oluşturulmuştur. Veri setlerine ait enlem, boylam, gradyan ve sıcaklık değerleri EK H ve EK I'da verilmektedir. Veri setlerine ait istatistiksel bilgiler Şekil 5.3 ve Şekil 5.4'de gösterilmektedir. Şekillerde düşey eksen frekansı (sıklık) yatay eksen ise sıcaklık aralıklarını göstermektedir.



Şekil 5.3: Veri Seti I'in istatistiği (500 m derinlik için).



Şekil 5.4: Veri Seti II'nin istatistiği (500 m derinlik için).

5.2 Uygulanan Yöntemler

Enterpolasyon yöntemleri deterministik ve jeostatistiksel olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadırlar. Bütün yöntemler, birbirlerine yakın noktaların benzerlik göstereceği temeline dayanmaktadır. Deterministik yöntemlerde sadece matematiksel fonksiyonlar kullanılırken jeostatistiksel yöntemlerde matematiksel fonksiyonlarla birlikte istatistiksel bilgiler de birlikte kullanılarak yapılan tahminlerdeki belirsizlik de tayin edilmektedir. Bu çalışmada Ters Ağırlıklı Mesafe (IDW) ve adi Kriging yöntemleri kullanılarak yeraltı sıcaklık dağılımı haritaları oluşturulmuştur.

5.2.1 Ters ağırlıklı mesafe yöntemi

Bu yöntem kendisini çevreleyen bilinen/ölçülmüş örnek noktalarındaki değerler yardımıyla ya da belirli bir matematiksel fonksiyona doğrudan bağlı deterministik bir enterpolasyon yöntemidir. Bu yöntem sayesinde bilinen örnek noktalara ait değerlerin yardımıyla örneklenmeyen noktalara ait değerler belirlenmektedir. Tahmini yapılacak noktadan uzaklaşan çeşitli diğer noktalar gözetilerek (değerlendirilmeye alınarak) ve mesafedeki artışa bağlı olarak bilinmeyen noktanın değeri hesap edilir.

Tahmin edilen değerler, komşu civardaki noktaların uzaklığı ve büyüklüğünün bir fonksiyonu olup, mesafenin artması ile tahmini yapılacak nokta üzerindeki önem ve etki azalır (ESRI, 2004). Bu yöntemde verilerin genel dağılımı, eğilimi, anizotropi ve kümelenmesi gibi özellikler incelenmemektedir. Veriler sadece yerel olarak değerlendirilip, karşılaştırılması yapılmaktadır.

5.2.2 Kriging yöntemi

Çevreleyen ölçülmüş değerlerden ağırlıkları oranında yararlanarak bilinmeyen noktalara ait ölçümleri kestirerek hesaplamak için kullanılan bir enterpolasyon tekniğidir. Ağırlıklar, ölçülen noktalar ile kestirilecek (tahmini yapılacak) olan noktalar arasındaki mesafeye dayalı olarak belirlenir ve tüm alan için bir ayarlama yapılır.

Noktalar arasındaki uzaklıklar ve yönlerin oluşturduğu uzaysal ilişki dikkate alınarak (semivariogram ve kovaryans fonksiyonları oluşturularak) veri yüzeyindeki değişimine yönelik değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu yöntemde hem doğrudan ölçüm değerleri hem de istatistiksel yöntemlerden faydalanılarak otokorelasyon (ölçülen noktalar arasında oluşturulan istatistiksel ilişki) oluşturularak bunlara yönelik tahminler yapılmaktadır. Bir başka ifadeyle, kısaca uzaysal enterpolasyon (hem verilerin istatistiksel dağılımı hem de uzaydaki konumları dikkate alınmaktadır) yapılmaktadır. Bu yöntemde uzaysal ilişkiler kullanılarak tahminlerdeki hata oranları ve aynı zamanda yaklaşım miktarları da test edilebilmektedir. Sistematik bir şekilde birçok defa enterpole edilmiş değerler kontür yüzeylerini oluşturarak tahmin haritaları oluşturulmaktadır (ESRI, 2004).

Bu çalışmada haritaların oluşturulmasında adi kriging tahmin yöntemi kullanılmıştır. Basit, adi ve üniversal kriging tahminlerinin hepsi doğrusal tahminlere (bilinmeyen ancak tahmin edilecek noktanın çevresindeki komşu değerlerin ağırlıkları ortalamalarının alınması) dayanmakta olup, yöntemler arasındaki farklılık istatistiksel bir değer olan “ortalama değer” teriminin değişik varsayımlarından kaynaklanmaktadır. Basit krigingde bilinen bir ortalama değer girdi olarak dahil olurken, adi kriging de ortalama değer hem bilinmeyen ancak sabit bir değer olarak kabul edilir hem de komşu değerlerde de sabittir varsayımı yapılmaktadır. Çalışmada veri setlerinin incelenmesiyle en uygun variogram modelleri seçilmiştir. Variogramların seçiminde kullanılan parametreler Çizelge 5.2’de gösterilmektedir.

5.3 Bölgesel Haritalar

Daha ayrıntılı ve genel oluşturulacak tüm Türkiye haritası ile karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla bölgesel bazda Kuzey Batı Anadolu ve Güney Doğu Anadolu haritaları oluşturulmuştur. Ancak veri setlerinde 500 m derinlikteki sıcaklığı 20 °C'den daha düşük olan yerlerin gerçeği yansıtmayacağı düşünülerek setlerden çıkartılmış ve ayrıca bu çalışma sırasında yeni delinmiş kuyulara ait gradyan değerleri de eklenmiştir. Böylece iki veri setinin birleştirilmesiyle oluşturulan toplamda 969 adet sıcaklık değeri 844'e indirgenmiştir (Veri Seti I ve II'ye ait sıcaklık değeri sayısı sırasıyla 427 ve 418'dir). Bölgesel haritaların oluşturulmasında derin kuyuları temsil eden Veri Seti I kullanılmıştır. Bu veri setinin kullanılmasının nedeni, derin kuyulardan elde edilen verilerden oluşan Veri Seti I'in sığ kuyu verilerini içeren Veri Seti II'ye oranla daha gerçekçi sonuçlar üretebileceğinin düşünülmesidir.

Kuzey Batı Anadolu Bölgesi: Kuzey Batı Anadolu Bölgesi'nin 500 m ve 1000 m derinlik haritaları için 79 adet sıcaklık değeri kullanılmıştır. Bu değerler çoğunlukla doğal gaz kuyuları olmak üzere bazı jeotermal kuyulardan elde edilen verileri içermektedir. Kullanılan değerlerin konum dağılımı Şekil 5.5'de gösterilmektedir.



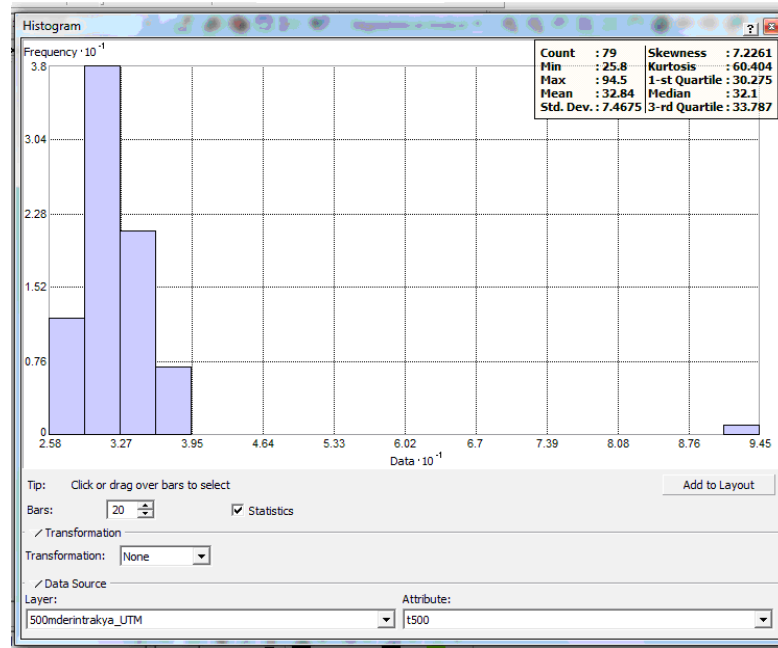
Şekil 5.5: Kuzey Batı Anadolu Bölgesi verilerinin konum haritası.

500 m derinliğe ait bu veri setinde sadece bir adet uç nokta değeri vardır. Bu uç değer haritanın güney batı bölümünde yer alan Tuzla bölgesine ait sıcaklık değeri olup oldukça yüksektir. Veri setindeki diğer tüm veriler normal dağılım sergilemektedirler.

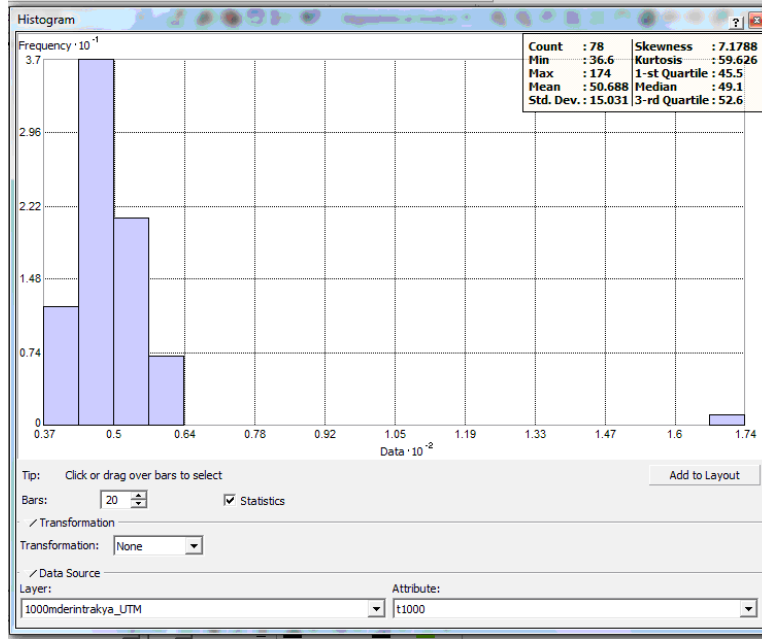
Kuzey Batı Anadolu Bölgesi'nin hem 500 m hem de 1000 m derinliklerindeki veri setlerinin istatistiksel özellikleri Şekil 5.6 ve Şekil 5.7'de gösterilmektedir.

Bu veri setinde (500 m derinlik için) en düşük, en yüksek, ortalama sıcaklık ve standart sapma değerleri sırasıyla 26 °C, 95 °C, 33 °C ve 7 °C şeklindedir. Orta değer ise 32 °C olup, uç noktaların sıcaklık dağılımını istatistiksel olarak etkilemediği görülmektedir.

Kuzey Batı Anadolu Bölgesi'nin 1000 m derinlik verilerinde en düşük, en yüksek, ortalama sıcaklık ve standart sapma değerleri sırasıyla 37 °C, 174 °C, 51 °C ve 15 °C şeklindedir. Orta değer ise 49 °C olup, uç noktaların sıcaklık dağılımını istatistiksel olarak etkilemediği görülmektedir.

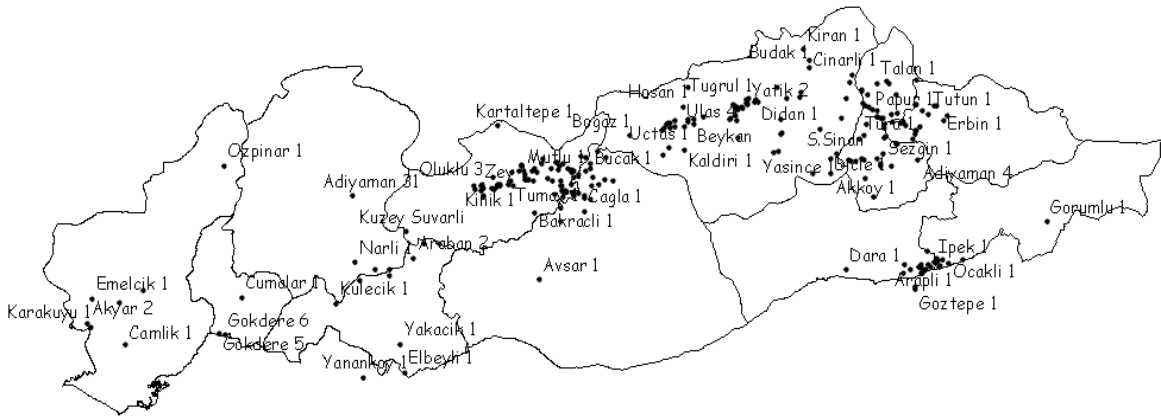


Şekil 5.6: Kuzey Batı Anadolu Bölgesi'nin 500 m derinlik verilerinin istatistiği.



Şekil 5.7: Kuzey Batı Anadolu Bölgesi'nin 1000 m derinlik verilerinin istatistiği.

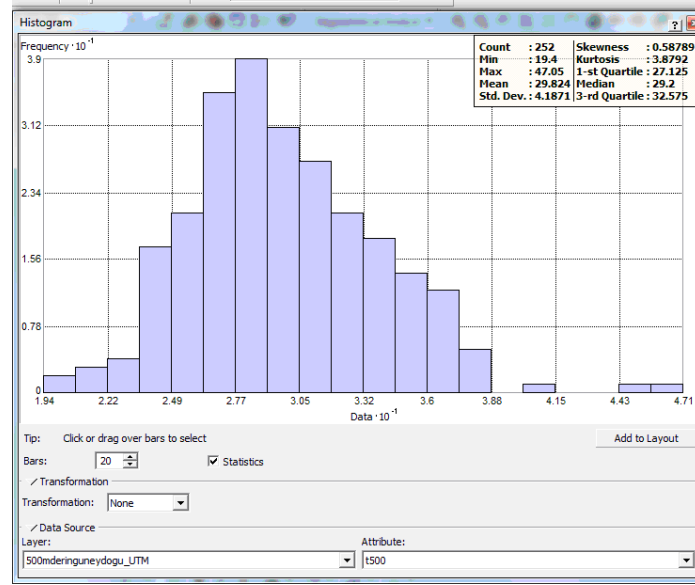
Güney Doğu Anadolu Bölgesi: Güney Doğu Anadolu Bölgesinin 500 m ve 1000 m derinlik haritaları için 252 adet sıcaklık değeri kullanılmıştır. Bu değerler çoğunlukla petrol ve doğal gaz kuyuları başta olmak üzere bazı jeotermal kuyulardan elde edilen verileri içermektedir. Kullanılan değerlerin konum dağılımı Şekil 5.8'de gösterilmektedir.



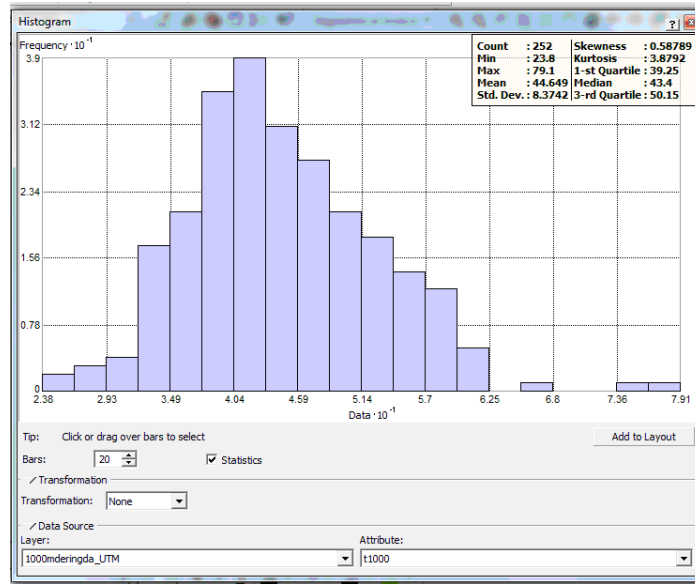
Şekil 5.8: Güney Doğu Anadolu Bölgesi verilerinin konum haritası.

Güney Doğu Anadolu Bölgesi verilerinin konum haritasından da anlaşıldığı gibi bölgenin daha çok kuzey ve kuzey doğu kısmında yığılma oluşmuş ve heterojen bir dağılım gözlenmektedir.

Güney Doğu Anadolu Bölgesinin hem 500 m hem de 1000 m derinliklerindeki veri setlerinin istatistiksel özellikleri Şekil 5.9 ve Şekil 5.10’de gösterilmektedir.



Şekil 5.9: Güney Doğu Anadolu Bölgesinin 500 m derinlik verilerinin istatistiği.



Şekil 5.10: Güney Doğu Anadolu Bölgesinin 1000 m derinlik verilerinin istatistiği.

Güney Doğu Anadolu Bölgesinin 500 m derinlik verilerinde en düşük, en yüksek, ortalama sıcaklık ve standart sapma değerleri sırasıyla 19 °C, 47 °C, 30 °C ve 4 °C şeklindedir.

Güney Doğu Anadolu Bölgesinin 1000 m derinlik verilerinde en düşük, en yüksek, ortalama sıcaklık ve standart sapma değerleri sırasıyla 24 °C, 79 °C, 45 °C ve 8 °C şeklindedir.

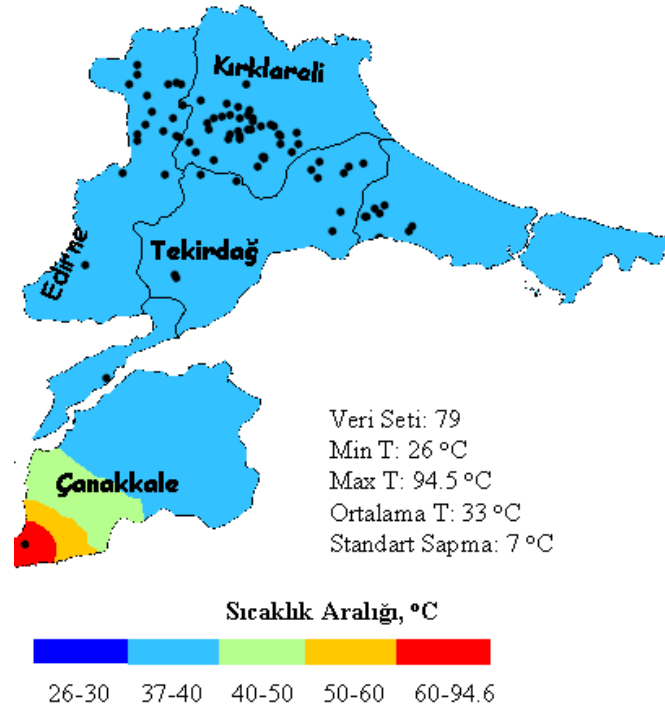
Ters ağırlıklı mesafe (IDW) yöntemi kullanılarak oluşturulan haritalarda seçilen parametreler Çizelge 5.1’de gösterilmektedir. Çizelge 5.1’de seçilen parametrelere ait açıklamalar aşağıda verilmektedir.

Çizelge 5.1: Kuzey Batı Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi için oluşturulan IDW sıcaklık dağılımı haritaları parametreleri.

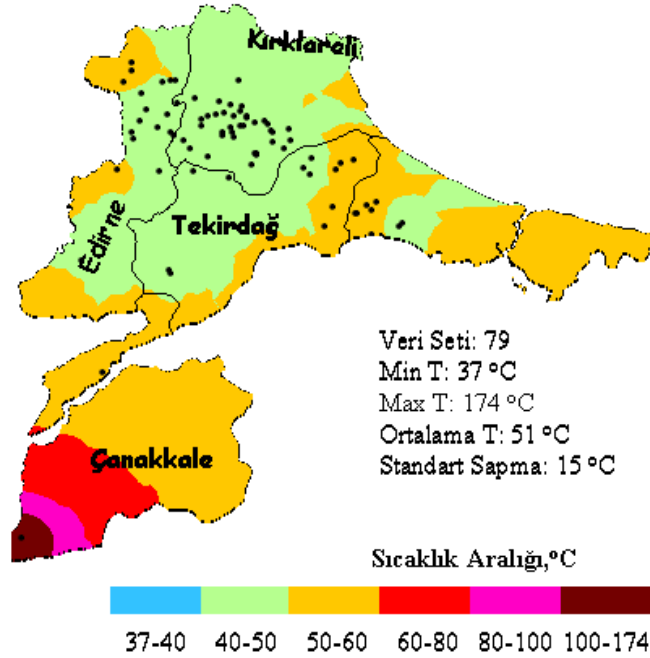
Parametreler	Kuzey Batı Anadolu Bölgesi 500 m IDW	Kuzey Batı Anadolu Bölgesi 1000 m IDW	Güney Doğu Anadolu Bölgesi 500 m IDW	Güney Doğu Anadolu Bölgesi 1000 m IDW
Optimum değer	1	1	1.97	1.97
Komşu sayısı	16	16	16	16
En az eklenecek	10	13	10	13
Bölme tipi	8 bölme	8 bölme	4 bölme	4 bölme
Büyük yarıksen	66214	66214	173606	173881
Küçük yarıksen	66214	66214	173606	173881
Anizotropi faktörü	1	1	1.97	1
RMS	7.45	15.02	3.36	6.72

Optimum değer; RMS tahmin hatası değerini (RMSPE) en aza indirgeyerek elde edilmektedir. RMS tahmin hatası, oluşturulan tahmin yüzeyindeki hatanın istatistiğini belirten bir göstergedir. *Komşu sayısı*; bilinmeyen yerin değerinin belirlenmesinde tahmine katılacak komşu noktalarını ifade etmektedir. *En az eklenecek*; tahmin sırasında kullanılacak her bir bölmedeki en az komşu nokta sayısını, *bölme tipi*; tahmin haritası oluştururken seçilen bölmelerin geometrik şekli ve sayısı, *büyük-küçük yarıksen*; seçilen elips yada çember şeklinin uzun ve kısa çapı, *anizotropi faktörü*; uzun çapın kısa çapa oranı, *RMS*; yapılan tahminlerin ne kadar iyi/doğruya yakın olduklarının bir göstergesidir.

Kuzey Batı Anadolu Bölgesi için IDW yöntemi uygulanarak oluşturulan sıcaklık dağılımı haritaları Şekil 5.11-5.12’de sırasıyla gösterilmektedir.

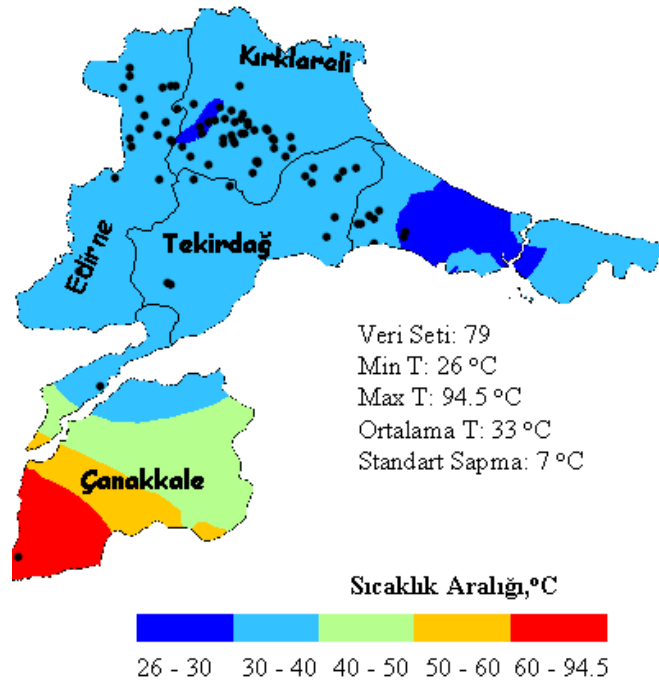


Şekil 5.11: Kuzey Batı Anadolu Bölgesi’nin 500 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (IDW yöntemi).

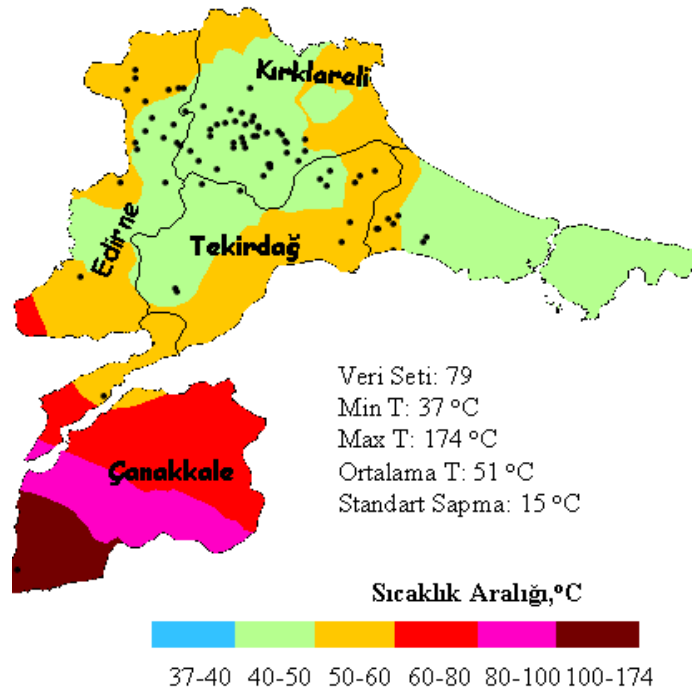


Şekil 5.12: Kuzey Batı Anadolu Bölgesi’nin 1000 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (IDW yöntemi).

Kuzey Batı Anadolu Bölgesi için kriging yöntemi uygulanarak oluşturulan sıcaklık dağılımı haritaları Şekil 5.13-5.14'te sırasıyla gösterilmektedir.



Şekil 5.13: Kuzey Batı Anadolu Bölgesi'nin 500 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (kriging yöntemi).



Şekil 5.14: Kuzey Batı Anadolu Bölgesi'nin 1000 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (kriging yöntemi).

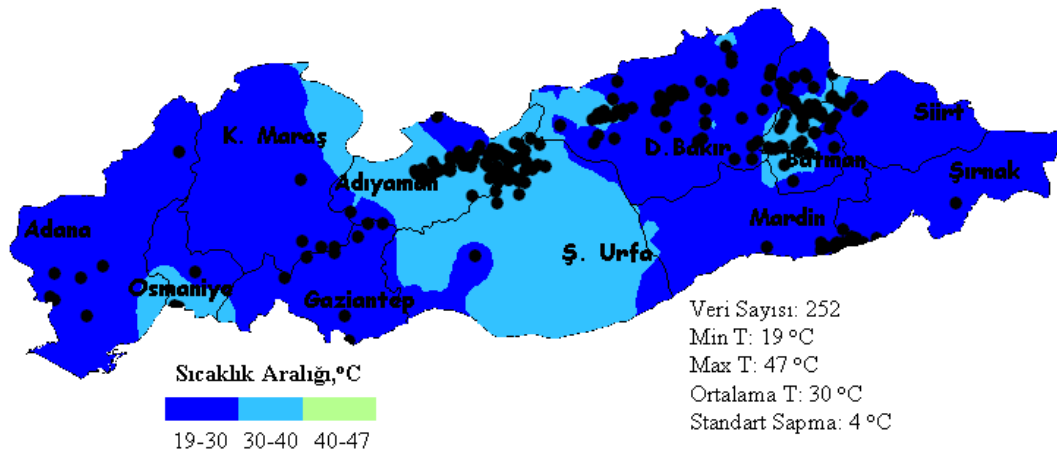
Kriging yöntemi kullanılarak oluşturulan haritalarda seçilen parametreler Çizelge 5.2’de gösterilmektedir. Çizelge 5.2’de seçilen parametrelere ait açıklamalar aşağıda verilmektedir.

Çizelge 5.2: Kuzey Batı Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi için oluşturulan kriging sıcaklık dağılımı haritaları parametreleri.

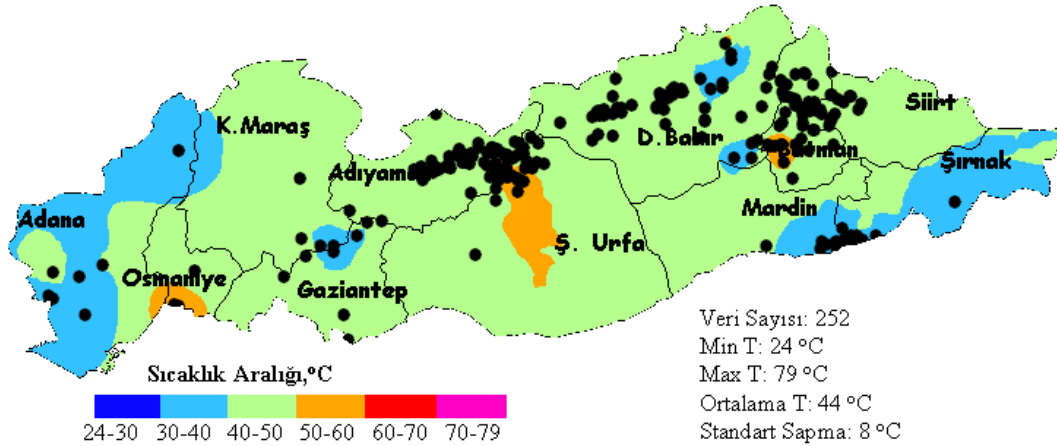
Parametreler	Kuzey Batı Anadolu Bölgesi 500 m kriging	Kuzey Batı Anadolu Bölgesi 1000 m kriging	Güney Doğu Anadolu Bölgesi 500 m kriging	Güney Doğu Anadolu Bölgesi 1000 m kriging
Kriging Tipi	adi	adi	adi	adi
Variogram Tipi	eksponansiyel	eksponansiyel	eksponansiyel	eksponansiyel
Yön	80.0	180.0	70.0	83
Kısmi Sill	100	180	7.76	29.62
Nugget	10	79	10.04	42.47
Lag Büyüklüğü	16000	16000	16000	16000
Lag Sayısı	10	10	10	10
Komşu sayısı	5	5	5	5
En az eklenecek	2	2	2	2
Bölme Tipi	4 bölme	4 bölme	4 bölme	4 bölme
Büyük Yarıksen	158795	152360	158795	152169
Küçük Yarıksen	158795	158795	46695.8	72496.4
Anizotropi Faktörü	1	0.96	3.4	2.09
RMS	7.81	15.50	3.60	7.17
Ortalama Standart	5.24	11.07	3.62	7.29
RMSS	0.82	0.93	0.99	0.98

Lag Büyüklüğü; olası kombinasyonların sayısını azaltmak için uzaklığın kümelere bölünmesidir. Nugget; kovaryans ve semivariogramın bir parametresi olup, bağımsız hata ve ölçüm hatasını temsil etmektedir. Aralık; oluşturulan modeldeki ilk düzleşmenin görüldüğü uzaklıktır. Sill; modeldeki ilk düzleşmenin görüldüğü y eksenindeki bir değerdir. Kısmi sill; sill değerinden nugget değerinin çıkartılması ile elde edilmektedir. ASE; Ortalama standart hata, RMSS; standartlaştırılmış RMS değeri olup, tahminlerin ne kadar doğru yapıldığının bir göstergesidir.

Güney Doğu Anadolu Bölgesi için IDW yöntemi uygulanarak oluşturulan sıcaklık dağılımı haritaları Şekil 5.15-5.16’da sırasıyla gösterilmektedir.

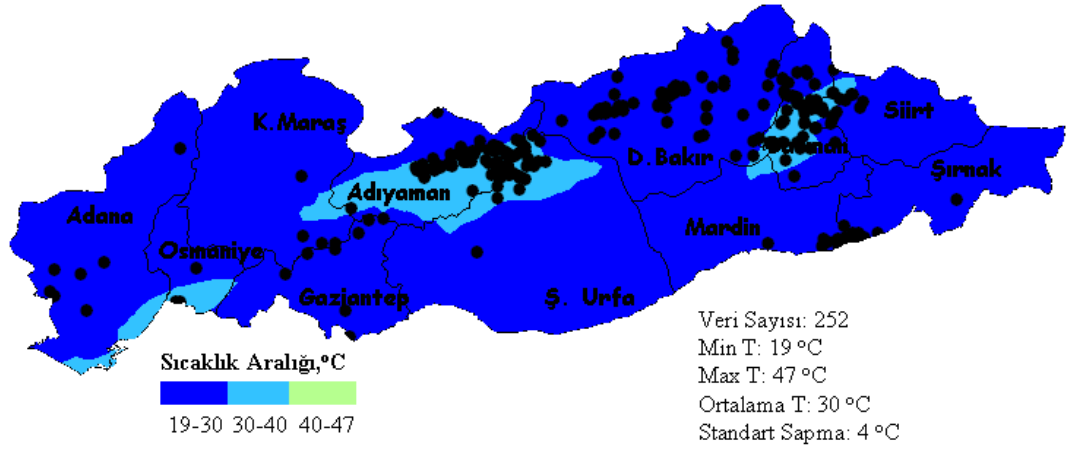


Şekil 5.15: Güney Doğu Anadolu Bölgesinin 500 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (IDW yöntemi).

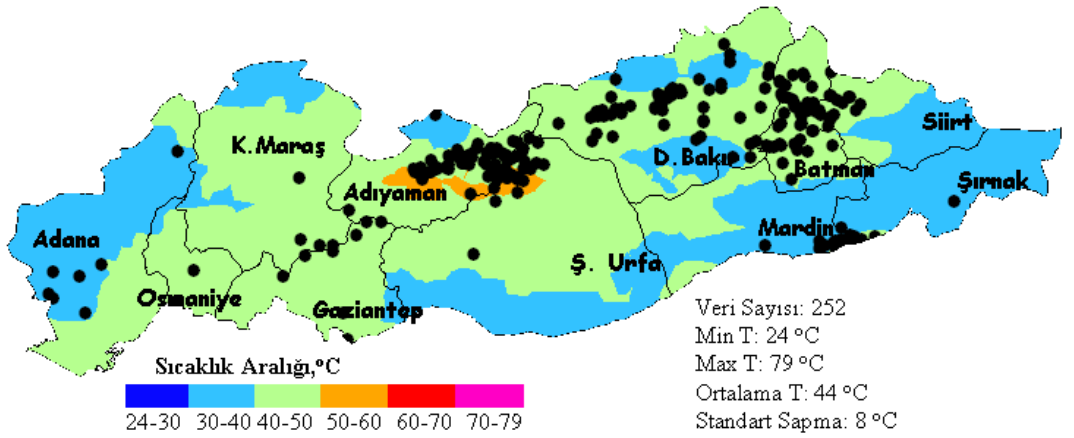


Şekil 5.16: Güney Doğu Anadolu Bölgesinin 1000 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (IDW yöntemi).

Güney Doğu Anadolu Bölgesi için kriging yöntemi uygulanarak oluşturulan sıcaklık dağılımı haritaları Şekil 5.17-5.18’de sırasıyla gösterilmektedir.



Şekil 5.17: Güney Doğu Anadolu Bölgesinin 500 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (kriging yöntemi).



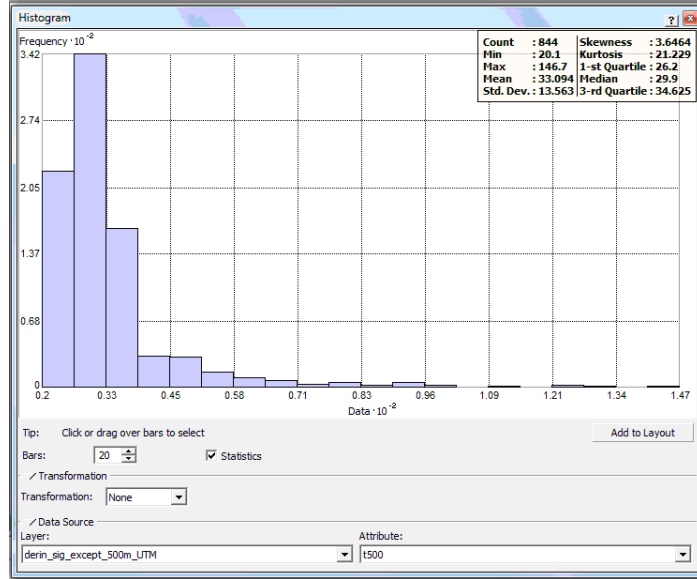
Şekil 5.18: Güney Doğu Anadolu Bölgesinin 1000 m derinlikteki sıcaklık dağılımı haritası (kriging yöntemi).

5.4 Genel Değerlendirme

Ülkenin tümü için genel bir değerlendirme yapabilmek amacıyla 2 veri seti (derin ve sığ kuyulara ait bilgiler) birleştirilerek toplamda 844 adet veri içeren tek bir veri seti oluşturulmuştur. Veri setleri birleştirilerek oluşturulan 844 adet veriye ait istatistiksel bilgiler Şekil 5.19'da gösterilmektedir.

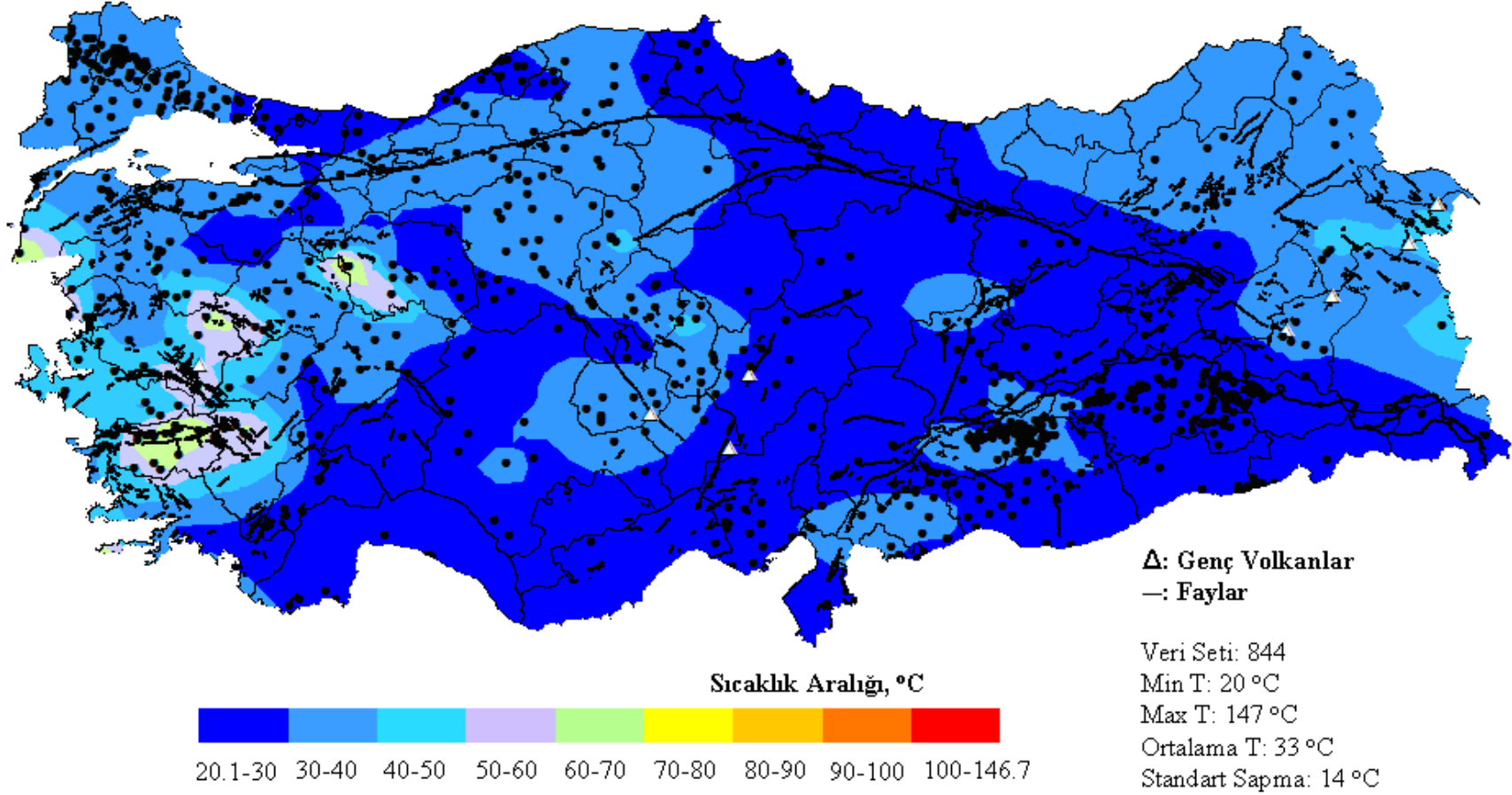
Bu birleştirilmiş veri seti incelendiğinde log normal bir dağılım gözlenmektedir. Türkiye için geliştirilen haritalarda veri setleri bilgileri olduğu gibi kullanılarak herhangi bir dönüşüm uygulanmamıştır. En düşük, en yüksek, ortalama sıcaklık ve standart sapma değerleri sırasıyla 20 °C, 146.7 °C, 33 °C ve 14 °C şeklindedir.

Oluşturulan bu veri seti kullanılarak tüm Türkiye için adi kriging yöntemi ile 500 m sıcaklık (Şekil 5.20) ve standart hata (belirsizlik) (Şekil 5.21) haritaları oluşturulmuştur.

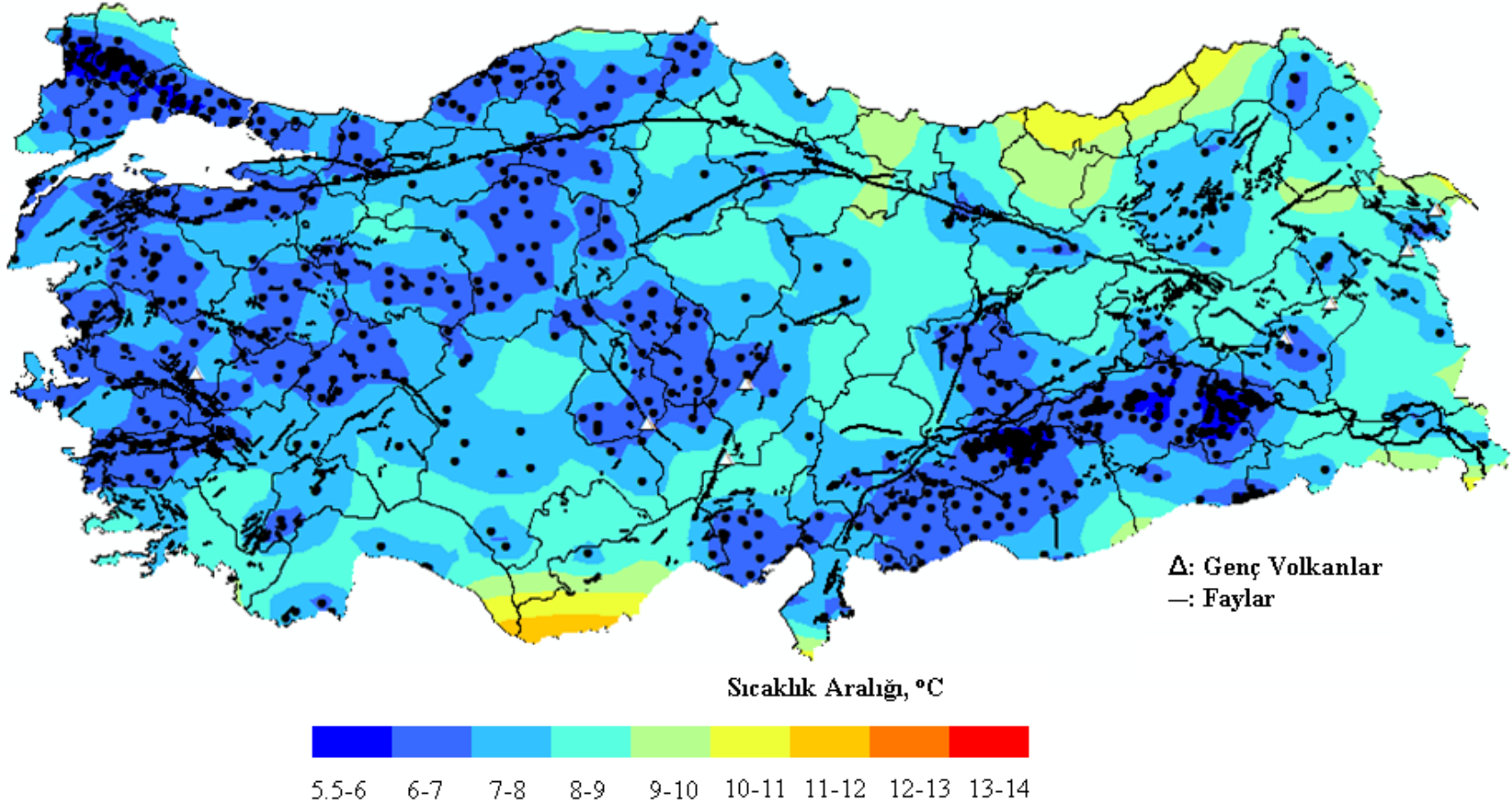


Şekil 5.19: Birleştirilmiş veri setlerinin 500 m derinlikteki istatistiği.

İstatistiksel bilgiler sayesinde hem seçilen (uygulanan) yöntemin ve/veya ilgili parametrelerinin oluşturulan haritaya uygunluğu teşhis edilmekte, hem de yöntemin geliştirilmesi esnasında semivariogram, kovarians, eğilim gibi en uygun parametreler bulunmaktadır. Verilerin yorumlanmasında kullanılan jeoistatistiksel yöntemler yapılan tahminlerdeki belirsizliğin ölçütünü (ortalama standart, RMS gibi) başka bir ifadeyle yapılan tahminlerin ne kadar iyi, ne kadar uyumlu olduğunu belirtmektedir. Ortalama tahmin hatası değeri verilerin ölçeğine de bağlıdır. Eğer tahmindeki hatalar özyargısızsa ortalama tahmin hatası değeri sıfıra yakın olmalıdır. Ortalama standartlaştırılmış tahmin hatası, tahmini hataların tahmini standart hataya bölünmesiyle elde edilmektedir ve bu değer de sıfıra yakın olması istenmektedir.



Şekil 5.20: Türkiye'nin 500 m derinlik sıcaklık dağılımı haritası (kriging yöntemi).



Şekil 5.21: Türkiye'nin 500 m derinlik için sıcaklıktaki standart hata dağılım haritası (kriging yöntemi).

RMS tahmin hatası ise tahmin edilenlerle ölçümü yapılanların ne kadar uyumlu olduğunu göstermektedir. Bu değer ne kadar küçük olursa yapılan tahminlerin uyumluluğu o kadar iyi olmaktadır.

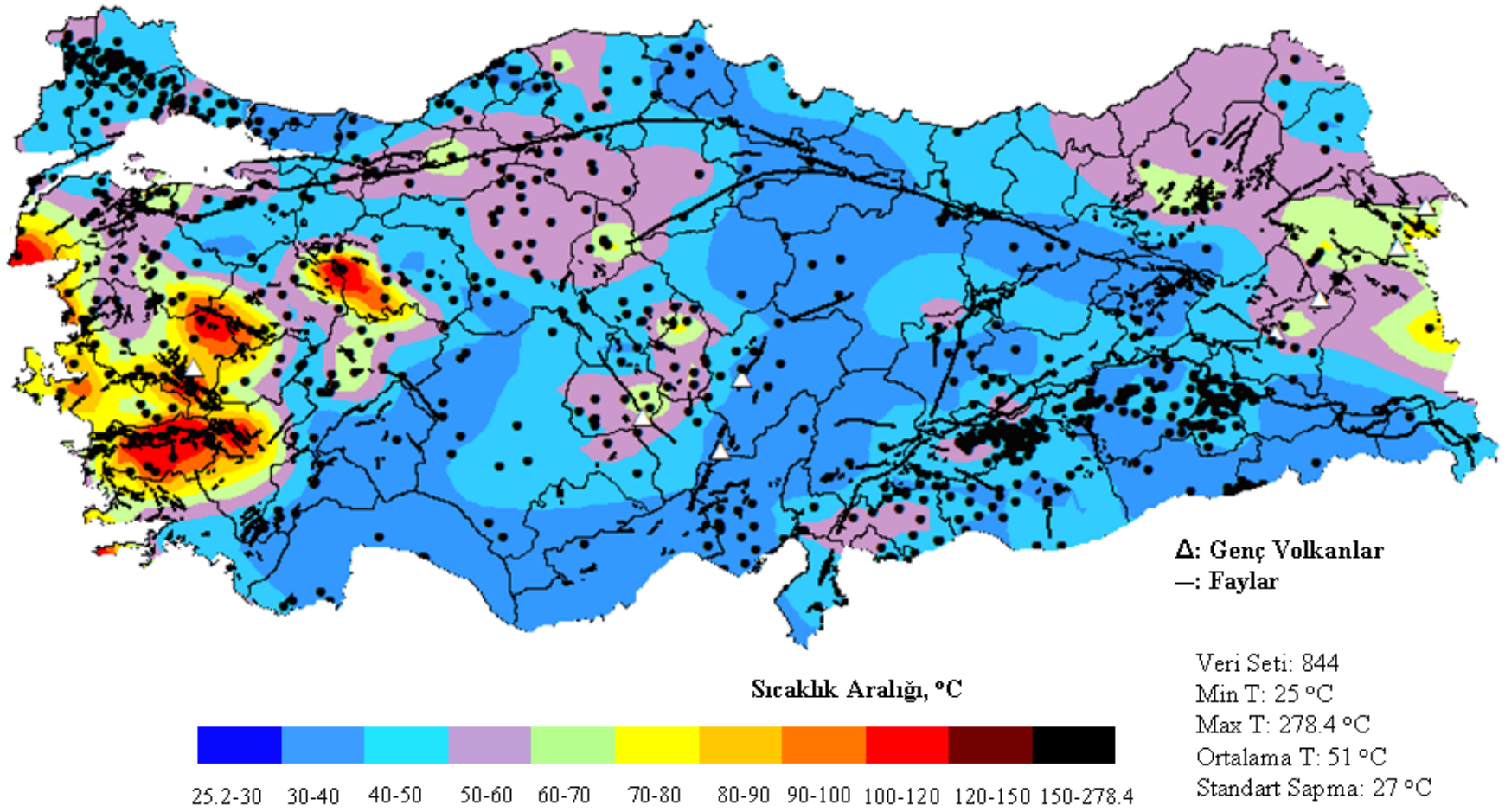
Ayrıca tüm yapılara ek olarak, iki veri setinin birleştirilmesiyle oluşturulan toplamda 844 adet veri ve adi kriging yöntemi kullanılarak Türkiye geneli için 1000 m (Şekil 5.22) derinlik için sıcaklık dağılımı haritası oluşturulmuştur.

5.5 Sonuçlar ve Tartışma

Kuzey Batı Anadolu Bölgesi, Güney Doğu Anadolu Bölgesi ve tüm ülke genelinin 500 m ve 1000 m derinlikleri için deterministik ve jeostatistiksel yöntemler kullanılarak tahmini sıcaklık dağılımı haritaları oluşturulmuştur.

Tahmin hatası değeri (PE) dikkate alınarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Sığ ve derin veri setlerinin birleştirilmesiyle oluşturulan Türkiye'nin 500 m ve 1000 m derinliği sıcaklık dağılımı haritası (Şekil 5.20 ve Şekil 5.22) gerçekte uyumlu denebilecek jeotermal bölgeleri daha iyi yansıtan bir tablo çizmektedir. Her iki şekilde de, Erentöz ve Ternek (1968), İlkışık (1992) ve Tezcan (1979)'ın daha önceki çalışmalarında vurguladıkları gibi Ege Bölgesi yüksek sıcaklıklı, Orta Anadolu ise göreceli olarak orta sıcaklıklı bölgeler olarak gözlenmektedir. Ayrıca haritalardan volkanlardan oluşan Orta ve Doğu Anadolu'daki en son volkanik aktivite yerleri de resmedilmektedir. Dikkat edilecek olunursa derinlik arttıkça beklenildiği gibi tahmin edilen sıcaklık değerlerinde de artış gözlenmiştir.

Unutulmamalıdır ki bu oluşturulan tüm haritalar derin ve sığ kuyulardan elde edilen verileri kullanarak ve derinlikle sıcaklığın doğrusal artış gösterdiği varsayımı altında gerçekleştirilmiştir. Bu varsayımlar tartışmaya açık olmakla birlikte, Mıhçıkan vd. (2006) verilerinin derin delinmiş kuyularda yaklaşık 1000-4500 m arasında ölçülmüş yeraltı sıcaklık gradyan verileri kullanarak 500 m ve 1000 m derinliğe doğrusal interpolasyonu ile elde edilen sıcaklık değerleri olduğu dikkate alındığında, oluşturulan haritaların gerçeğe yakın sonucu göstermesi beklenir. Sığ kuyulardan (100/150 m) elde edilen verilerin 500 m ve 1000 m derinliklere doğrusal extrapolasyonu ile oluşturulacak haritaların hata içereceğinin (ilgili derinliklerde delinmiş kuyu verisi olmadığından gerçekte uyumu test edilememektedir ve ayrıca 100/150 m derinlikler için yapılan ölçümlerin yeryüzü atmosferik sıcaklığından ve



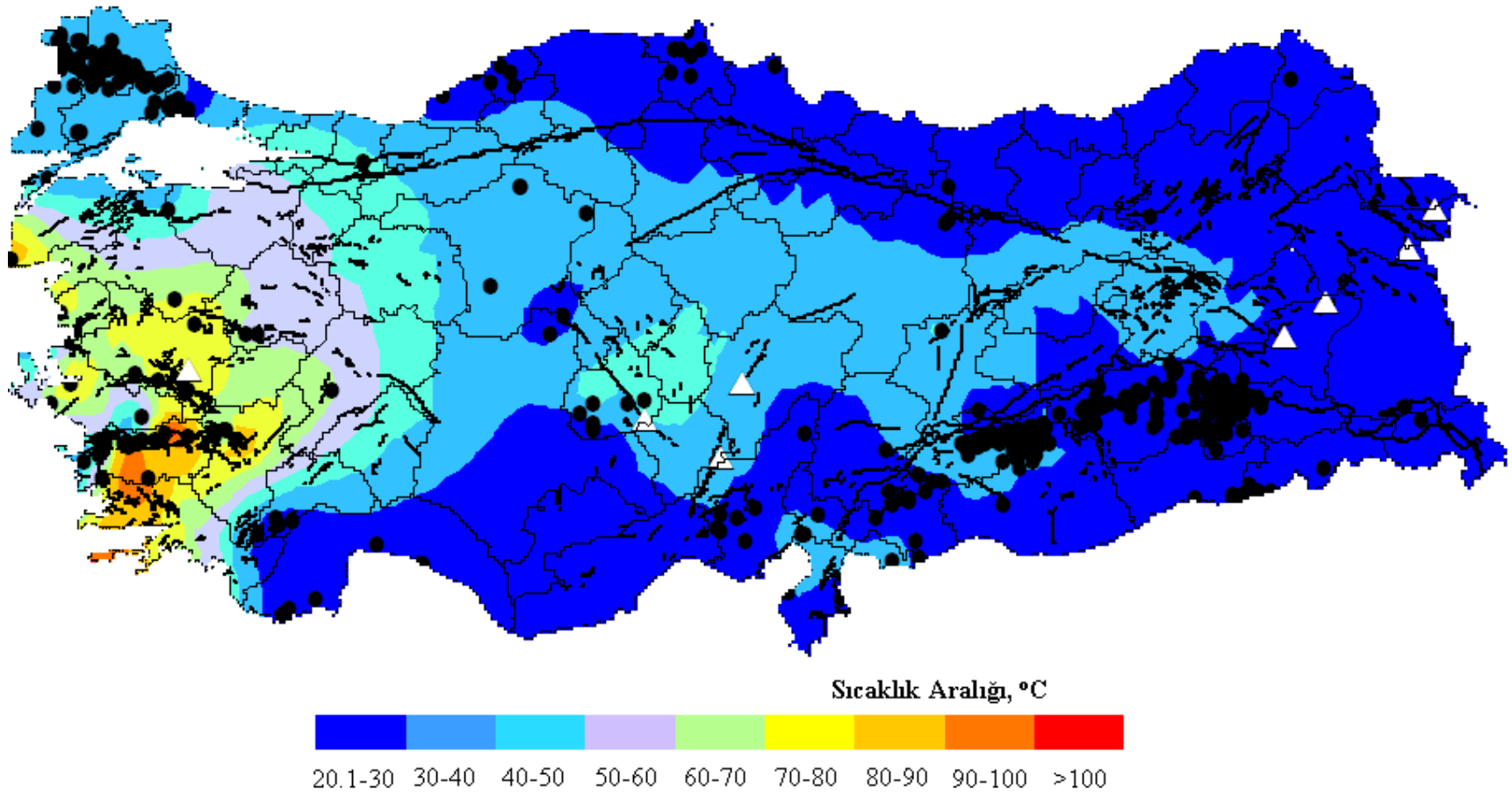
Şekil 5.22: Türkiye'nin 1000 m derinlik sıcaklık dağılımı haritası (kriging yöntemi).

yeraltı suyu sıcaklıklarından etkilenmiş olabilmesi) bilincinde olmakla beraber ilk oluşturulan haritalarda veri sayısını arttırmak amacıyla sığ kuyu verileri için de doğrusal extrapolasyon varsayımı kabul edilmiştir. Bu yüzden bölgesel haritalar oluşturulurken gerçeği daha doğru yansıtacağına inandığımız derin verilere ait veri seti kullanılmıştır. Sığ verilerle derin verilerin birbirleriyle nerelerde örtüştüğünü ve nerelerde farklılık gösterdiğini daha açık bir şekilde anlamak amacıyla sadece derin (Şekil 5.23) ve sadece sığ (Şekil 5.24) verilerle 500 m derinlik için sıcaklık dağılımı haritaları oluşturulmuştur. Şekil 5.23 ve 5.24'ün karşılaştırılması sığ verilere göre derin verilere daha çok güvenilmesi gerektiğini göstermektedir.

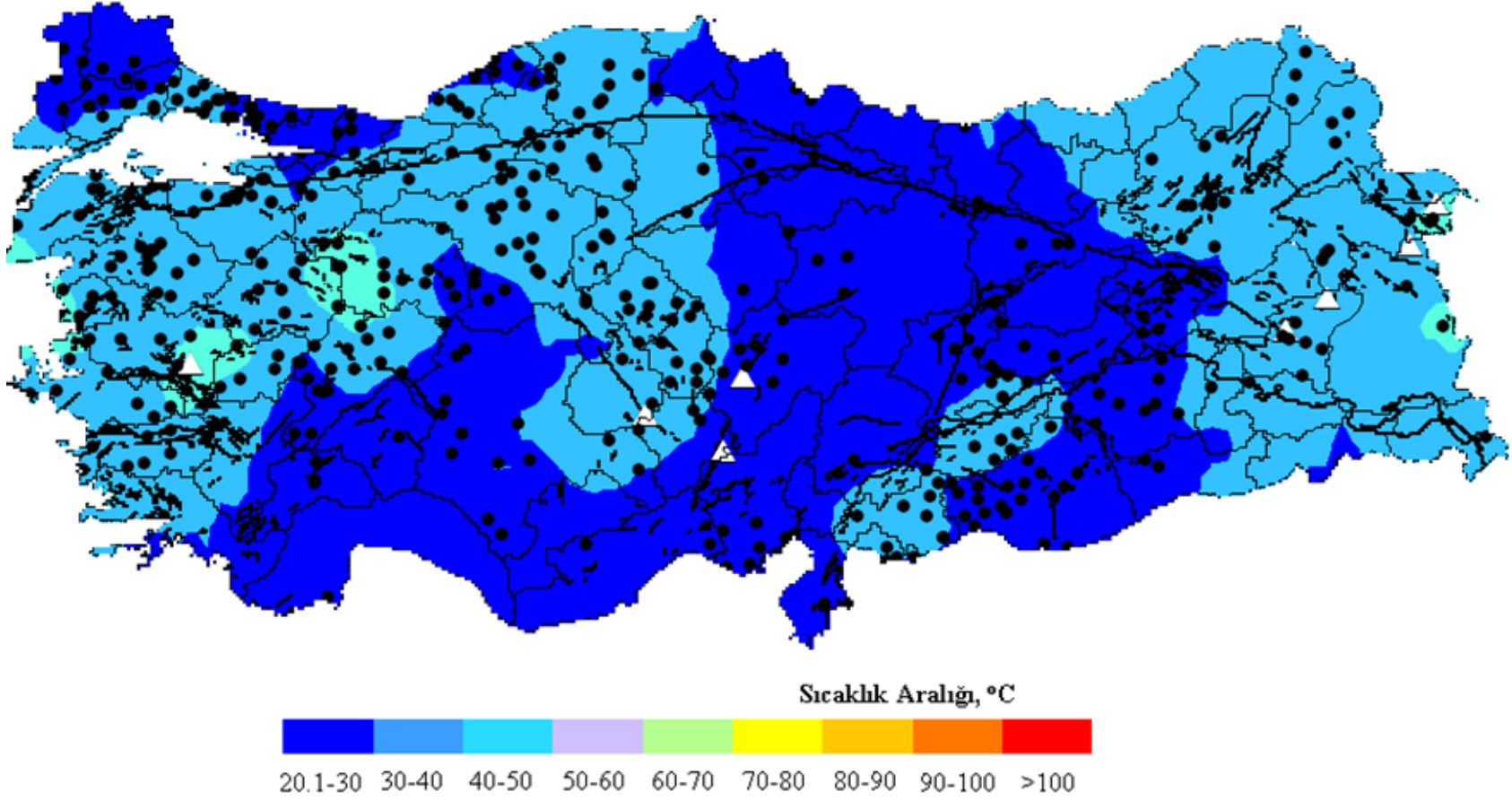
Farklı derinlikler için oluşturulan Türkiye haritaları incelendiğinde, Batı Anadolu'da açılma tektoniğine bağlı doğu-batı ve kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu genç Menderes ve Gediz Grabenleri ile Balıkesir, Afyon, Kütahya civarı ve Çanakkale'nin güneyinde Tuzla jeotermal alanı belirgin olarak ortaya çıkmıştır. İkincil olarak diğer göze çarpan bölgeler ise Orta Anadolu'da Ankara, Kırşehir, Nevşehir, Yozgat ve Sivas'dır. Güney Doğu ve Doğu Anadolu'da ise volkanik ve tektonik aktivitelere bağlı olarak gelişen jeotermal sistemler mevcuttur. Bu sistemler Güney Doğu Anadolu'da Adıyaman, Diyarbakır, Batman, Şanlı Urfa ve Gaziantep, Doğu Anadolu'da ise Erzurum, Bitlis, Van ve Ağrı civarıdır. KAF'ı üzerindeki jeotermal oluşumlar daha çok fayın açılım bölgeleri olan Adapazarı, Bolu, Yalova, Bursa, Gönen ve Tokat çevresindedir.

Bölgesel haritalar değerlendirildiğinde her iki bölgenin de petrol ve doğal gaz kuyuları bakımından zengin ve bu nedenle veri sayısının yüksek olduğu çökelti havzaları olduğu söylenebilmektedir. Bu haritalardaki bir başka gösterge ise, Anadolu'nun güney doğu kısmında yarı termal oluşumlar olarak adlandırılabilen bazı sıcak yerler görünürken Kuzey Batı Anadolu Bölgesi'nde böylesi bir durumla karşılaşmamaktadır. Sadece Kuzey Batı Anadolu Bölgesi'nin güney batısında kalan ve uç nokta olarak nitelendirilebilen hidrotermal kaynakla ilişkili sıcak bölge mevcuttur.

Diğer yandan 500 m derinlik için hata haritası (Şekil 5.21) oluşturulmuştur. Oluşturulan haritada, verinin/bilginin az olduğu yerlerde yüksek hata değerlerinin gözlenmesi oluşturulan haritanın anlamlı olduğunun bir göstergesi olarak yorumlanmıştır.



Şekil 5.23: Türkiye'nin 500 m derinlik sıcaklık dağılımı haritası (derin veri-kriging yöntemi).



Şekil 5.24: Türkiye'nin 500 m derinlik sıcaklık dağılımı haritası (sıg veri-kriging yöntemi).

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1 Sonuçlar

Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyelinin araştırıldığı bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1) Türkiye'nin yeraltında ilk 3 km derinlikte jeotermal kaynak içeriği (depolanmış ısı enerjisi) $3\pm 1\times 10^{23}$ J olarak tahmin edilmiştir.

2) Bilinen ve yeni sahalarda yapılan araştırma-geliştirme etkinlikleri sonrasında gözlemlenen/ölçülen ek kapasitelerle birlikte Türkiye'nin 279 oluşumu dikkate alınarak tanımlanmış (görünür) hidrotermal kapasitesi hesaplanmıştır. Hidrotermal kapasite, referans sıcaklığının 15 °C ve 20 °C olması durumunda sırasıyla 5944 MW_t ve 5550 MW_t olarak tahmin edilmiştir.

Türkiye genelinde 279 jeotermal oluşumun % 74'ünün görünür mevcut kapasitesi 5 MW_t ve altındadır.

3) Elektrik üretimine uygun 25 ve doğrudan kullanıma uygun 100, 3'ü elektrik/doğrudan kullanıma uygun, toplamda 122 jeotermal sahanın depolanmış ısı miktarları ve tahmini üretilebilir güçleri hacimsel yöntem uygulanarak Monte Carlo simülasyonu ile olasılıklı ve aritmetik toplam ile hesaplanmıştır.

3.1) Türkiye'deki elektrik üretimine uygun (T>100 °C) 25 saha incelenmiş; P10, P50 ve P90 elektrik potansiyel değerleri (MW_e) referans sıcaklığının 100 °C olması durumu için olasılıklı toplam sonucuna göre sırasıyla 1269, 1500 ve 1839, aritmetik toplam sonucuna göre ise 840, 1428 ve 2371 olarak bulunmuştur. P10 değerlerinin ortalaması dikkate alındığında en düşük elektrik üretim potansiyeli 1055 MW_e'tir. Söz konusu 25 sahanın ısı potansiyelinin ortalama P10 karşılığı 22 450 MW_t'dir.

Elektrik üretimine uygun 25 sahanın ısı potansiyelinin entegre kullanımı söz konusu olduğunda ise bu değer 12 860 MW_t'dir. Isıl enerjiden elektrik enerjisine dönüşüm oranının %11 varsayımı ile 1055 MW_e'lik elektrik potansiyelin ısı potansiyel değeri 9 590 MW_t olarak hesaplanmaktadır. 25 sahanın toplam ısı potansiyeli (22 450

MW_t) ile elektrik enerjisinin elde edildiği ısıl potansiyelin (9 590 MW_t) farkı entegre kullanımda ısıl potansiyelin değerini vermektedir.

3.2) Bu çalışmada incelenen toplam 122 jeotermal sahanın P10, P50 ve P90 ısıl potansiyelleri (MW_t) referans sıcaklığının 15 °C olması durumu için olasılıklı toplam sonucuna göre sırasıyla 35 bin, 39 bin ve 45 bin, aritmetik toplam sonucuna göre ise 22 bin, 37 bin ve 60 bin olarak bulunmuştur. P10 değerlerinin ortalaması dikkate alındığında en düşük ısıl potansiyel 28.5 bin MW_t'tir.

3.3) Elektrik üretimine uyum 25 jeotermal sahanın sadece elektrik üretiminde ve diğerlerinin ısı üretiminde kullanılması durumunda jeotermal elektrik potansiyelinin ve jeotermal ısı potansiyelinin ortalama P10 karşılıkları, 1055 MW_e ve 6050 MW_t'dir. 25 jeotermal sahanın hem elektrik üretiminde hem de geri kalan ısının doğrudan kullanımı şeklinde entegre kullanımı söz konusu olduğunda jeotermal elektrik potansiyelinin ve jeotermal ısı potansiyelinin P10 karşılıkları, 1055 MW_e ve 18 910 (12 860+6050) MW_t'dir.

4) Türkiye'de halen bölgesel ısıtma yapılan (T<100 °C) 16 jeotermal sahanın doğrudan kullanım potansiyeli (MW_t), referans sıcaklığının 60 °C olması durumu için olasılıklı toplam sonucuna göre sırasıyla 359, 435 ve 532, aritmetik toplam sonucuna göre ise 188, 392 ve 760 olarak bulunmuştur. Söz konusu 16 jeotermal sahanın P10 değerlerinin ortalaması dikkate alındığında en düşük ısıl potansiyel 274 MW_t ve P50 değerlerinin ortalaması alındığında ısıl potansiyel 414 MW_t'dir.

5) Değerlendirilmesi yapılan 122 jeotermal sahanın ortalama üretilebilir ısıl potansiyel P10 değeri ve 279 oluşumun tanımlanmış ısıl kapasite değerleri oranlandığında, ortalama üretilebilir ısıl potansiyelin %21'i tanımlanmış ısıl kapasite olarak bulunmaktadır. Bu da sahaların potansiyelinin %79'nun geliştirilmeyi beklediğinin ifadesidir.

6) Mevcut veriler kullanılarak Türkiye'nin 500 ve 1000 m derinlikleri için genel ve bölgesel tahmini sıcaklık dağılım haritaları deterministik ve jeostatistiksel yöntemler kullanılarak oluşturulmuştur.

Ülkemiz jeotermal potansiyeli ile ilgili olarak değişik platformlarda ve ayrıca resmi makamlarca da 31 500 MW rakamı dile getirilmektedir. Fakat bu rakamın nasıl bulunduğu ve hangi varsayımlara dayandığı bilinmemekte ve bu konularla ilgili literatürde de bilimsel açıklamalar bulunmamaktadır. Söz konusu 31 500 MW'ın,

doğrudan kullanımda geçerli MW_t olarak yeraltındaki depolanmış hidrotermal ısı enerji potansiyelini mi ifade ettiği veya ne kadarının MW_e olarak elde edilebilecek elektrik enerji potansiyelini ifade ettiği belirsizdir.

Bu doktora çalışmasında ülkemiz jeotermal enerji potansiyeli tahmini, belirli varsayımlarla bilimsel temellere dayanarak belirlenmiştir. Yapılan tüm varsayımlar ve yaklaşımlara ilgili bölümlerde açıklık getirilmiştir. Türkiye'nin değerlendirilmesi yapılan 122 jeotermal sahasının 15 °C referans sıcaklığı için ısı potansiyeli, tüm sahaların sadece ısı üretiminde kullanılması durumunda, en düşük 28 500 MW_t 'dir. 122 jeotermal saha içinde sıcaklığı 100 °C'den yüksek ve elektrik üretimine uygun 25 saha vardır. Elektrik üretimine uygun 25 sahanın hem elektrik üretiminde ve hem de doğrudan ısı olarak entegre kullanımı ve diğer tüm sahaların doğrudan kullanımı söz konusu olduğunda, incelenen toplam 122 saha için Türkiye'nin elektrik üretim potansiyelinin ve ısı üretim potansiyelinin P10 karşılıkları 1055 MW_e ve 18 910 MW_t 'dir. Belirli varsayımlarla ve bilimsel temellere dayanarak belirlenen bu potansiyel değerlerinin, kaynağı, varsayımları ve ne ifade ettiği belirsiz olan 31 500 MW yerine, Türkiye'nin jeotermal potansiyeli olarak kullanılması doğru olacaktır.

6.2 Öneriler

Bu çalışmada tahmin edilen tüm değerler statik (kalıcı) değerler olmayıp zaman içerisinde değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle yeni ek veriler ile jeotermal kapasite ve potansiyel tahminlerinin ve yeraltı sıcaklık dağılımı haritalarının zaman içerisinde güncellenmesi önerilmektedir. Yeni veriler göz önüne alındığında, varsayımlar ve kullanılan hesaplama yöntemleri değiştiğinde sonuçlar da değişecektir.

İleride yapılacak olan çalışmalara ışık tutmak amacıyla geliştirilen öneriler aşağıda sıralanmaktadır:

- Çalışmamızda elde edilen sonuçların modellemelerde kullanılan verilerin sınırlı sayıda olmasına ve yapılan varsayımlara bağlı olduğu unutulmamalıdır. Enerji ile ilgili diğer konularda olduğu gibi Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyelinin belirlenmesinin de sürdürülebilir ve güncellenebilir olması gerekmektedir. Bunu sağlamak için üniversite-kamu kurum ve kuruluşlarının yeterince entegre olması ve birbirlerine katkıda bulunmaları gerekmektedir. Bu amaçla Türkiye'nin jeotermal potansiyeli için jeoloji, jeofizik, jeokimya

ve özellikle derin sondaj verilerinden oluşan tek bir veri tabanının geliştirilmesi ve bunların hep birlikte yorumlanması için işbirliğine gidilmelidir.

- Veri sayısı kadar, veri niteliği de önemlidir. Özellikle haritaların oluşturulmasında kullanılan gradyan ölçümlerinin yüzey koşullarından ve atmosferik koşullardan etkilenmemiş, sistematik ve kaliteli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Ayrıca oluşturulan sıcaklık dağılımı haritaları, farklı veri gruplarından (gradyan, ısı akısı, ısı iletim katsayısı ve rezistivite vb.) yararlanarak oluşturulan diğer haritalarla ve birbirleriyle karşılaştırılarak en gerçekçi haritaların oluşturulmasında kullanılmalıdır.
- Veri setlerinde outlier verilerin etkilerinin araştırılacak şekilde uygun variogram analizleri ile çalışmaların tekrarlanmasında yarar vardır.
- Bu çalışmada haritalar, söz konusu derinlikler için gradyan değerlerinin interpolasyon ve extrapolasyon yapılarak hesaplanan sıcaklık değerleri ile oluşturulmuştur. Oluşturulan sıcaklık dağılımı haritaları, yeni sondaj verilerinden elde edilen ölçülmüş sıcaklık değerleri ile karşılaştırılıp güncellenmelidir. Ayrıca haritalarda Ege Denizi'ndeki Milos, Nisiros vb. yüksek sıcaklığa sahip Yunan adalarının veri olarak ülke sıcaklık dağılımı haritalarını oluşturulurken dikkate alınıp alınmayacağı da irdelenerek belirlenmelidir.
- Jeotermal potansiyelin, havza bazında (Menderes, Gediz gibi), bölgesel bazda ve volkanik alanlar bazında sınıflandırılarak hesaplanması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahlatcı, B.**, 2005. Türkiye’de Yüzeyden Isıl Enerji Boşalımı ve Isı Akısının Alansal ve Stratigrafik Litoloji Dağılımına Bağlı Olarak Kestirimi, *Lisans Tezi*, İTÜ, İstanbul.
- Alakuş, Y.**, 2002. Değirmenci Tekstil Sarayköy ve Yakın Çevresinde Yapılan Jeofizik Detay Etüd Raporu, JEODES Yayınlanmamış Rapor, Ankara.
- Alakuş, Y.**, 2003. Değirmenci Tekstil Sarayköy Sazak Köyü Yakın Çevresinde Yapılan Jeofizik Etüd Raporu, JEODES Yayınlanmamış Raporu, Ankara.
- Alpkaya, E.N.**, 1995. Petrol ve Gaz Yatırımlarının Monte Carlo Simülasyonu ile Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akdemir, Ö., Özyalçın, İ., Akgün, M., Danışman, M.A. ve Timur, E.**, 2004. Applications of GEOLOGGER 3030 Equipment for Different Purposes, 16th Geophysical Congress and Exhibition of Turkey, Ankara.
- Akdoğan, N. ve Gülay, O.**, 1988. Aydın Sultanhisar-Salavatlı Sahası Jeotermal Enerji Aramaları Gravite Etüdü Raporu, MTA Raporu, Ankara.
- Akın, S.**, 2008. Optimization of Re-Injection in Low Temperature Geothermal Reservoirs Using Neural Network and Krigging Proxies, *Proceedings, Thirty-Third Workshop on Geothermal Reservoir Engineering*, Stanford University, 28-30 Ocak, Stanford, California.
- Akkuş, İ., Aydoğdu, Ö.**, 2006. Türkiye’nin Jeotermal Kaynaklarının Potansiyeli ve Önemi, *Jeotermal Enerji ve Yasal Düzenlemeler Sempozyumu*, Bildiriler Kitabı, 48-57, 12-15 Ekim, Ankara.
- Aksoy, N.**, 2007. Simav’da Üç Boyutlu Sıcaklık Dağılımı, kişisel görüşme, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Aksoy, N.**, 2008. Seferihisar Jeotermal Sahasında Sıcaklık Dağılımı, kişisel görüşme, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Aksoy, N.**, 2008. Kişisel görüşme, yayınlanmamış çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Aksoy, N., Serpen, U., ve Filiz, Ş.**, 2008. Management of Balçova-Narlidere Geothermal Reservoir, Turkey, *Geothermics*, **37**, 444-466.
- Andritsos, N., Arvanitis, A., Papachristou, M., Fytikas, M., Dalambakis, P.**, 2010. Geothermal Activities in Greece During 2005-2009, *Proceedings, World Geothermal Congress*, 25-30 Nisan, Bali.

- Armstead, H. Christopher H., Le-bert, G.H.**, 1983. *Geothermal Energy: Its Past, Present and Future Contribution to The Energy Needs of Man*, 2nd. Ed. E&F.N. Spon, 404, UK, Londra.
- Arnorsson, S., Gunnlaugsson, E., Svavarson, H.**, 1983. The Chemistry of Geothermal Waters in Iceland-III, Chemical Geothermometry in Geothermal Investigations, *Geochemica et Cosmochimica Acta*, **47**, 567-577.
- Atmaca, M.**, 1999. Yunanistan’ın Jeotermal Kaynakları, Bitirme projesi, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İstanbul.
- Australian Geothermal Energy Group**, 2008. Geothermal Lexicon For Resources and Reserves Definition and Reporting, Edition 1, Geothermal Code Committee, Avustralya.
- Avşar, Ü.**, 2004. Armutlu Yarımadası Eosen Volkaniklerinin Paleomanyetizması, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ, İstanbul.
- Barton, P.B., Jr.**, 1984. High Temperature Calculations Applied to Ore Deposits-Chapter 14, in, Henley, R.W., Truesdell, A.H., and Brton., P.B.Jr., eds., Fluid-Mineral Equiliria in Hydrothermal Systems, *Reviews in Economic Geology*, **1**, 191-201.
- Bertani, R.**, 2007. World Geothermal Generation in 2007, *GHC Bulletin*, Enel-International Division-Renewable Energy Business Development-Roma, İtalya.
- Bertani, R.**, 2010. Geothermal Power Generation in the World-2005-2010 Report, *Proceedings*, World Geothermal Congress, 25-30 Nisan, Bali.
- Beseme, P.**, 1966. Simav (Kütahya) Bölgesinin Stratigrafik Tektonik ve Hidrojeolojik Etüdü, MTA Raporu, Ankara.
- BM**, 2008. Gümüşköy-1 Kuyu Bitirme Raporu, BM Mühendislik ve İnşaat, Ankara.
- Bodvarsson, G.**, 1974. Geothermal Resource Energetics, *Geothermics*, **3**, 83-92.
- Bodvarsson, G.S., ve Tsang, C.F.**, 1982. Injection and Thermal Breakthrough in Fractured Geothermal Reservoirs, *Journal of Geophysical Research*, **87**, No. B2, 1031-1048.
- Bojadgieva, K., Hristov, H., Hristov, V., Benderev, A., Toshev, V., Barokov, K.**, 2010. Bulgaria-Geothermal Update Report, *Proceedings* World Geothermal Congress 2010 Bali, Endonezya.
- Bozkurt, E.**, 2001. Neotectonics of Turkey- a synthesis, *Geodinamica Acta*, Vol. 14 No.1, 3-30.
- Brook, C.A., Mariner, R.H., Mabey, D.R., Swanson, J.R., Guffanti, M., ve Muffler, L.J.P.**, 1979. Hydrothermal Convection Systems with Reservoir Temperatures >90 C, in Muffler L.J.P., ed., Assessment of Geothermal Resources of US-1978: USGS Survey Circular **790**, 18-85.

- Burçak, M., Gökmenoğlu, O., Aytekin, A., Duman, Ö., Yeltekin, K., Erkan, B., Özmutaf, M., Özkan, H., Erdoğan, H. İ., Şahin, H., 2004.** Gediz (Kütahya) Belediyesi Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi İçin Jeotermal Enerji Aramaları ve Rezervuar Değerlendirilmesine Yönelik Sonuç Raporu, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Burçak, M., Sevim, F., Hacısalihoğlu, Ö., 2007.** Discovering A New Buried Geothermal Field which Have Been Found Out Using Geological-Geophysical and Geochemical Methods in Üçbaşı-Şaphane, Kütahya Western Anatolia, Turkey, *Proceedings, Thirty-Second Workshop on Geothermal Reservoir Engineering* Stanford University, 28-30 Ocak, Stanford, California.
- Campbell, J.M. ve Campbell, R.A., 1987.** *Analysis and Management of Petroleum Investments: Risk, Taxes and Time*, John M. Campbell and Co.
- Capen, E. C., 1976.** The Difficulty of Assessing Uncertainty, *Journal of Petroleum and Technology*, Ağustos, 843-850.
- Capen, E. C., 2001.** Probabilistic Reserves! Here At Last?, *SPE Reservoir Evaluation & Engineering*, Ekim, 387-394.
- Chapman, D.S. ve Pollack, H.N., 1975.** Global Heat Flow: A New Look, *Earth and Planetary Sciences, Letters*, 28; 23-32.
- Chapman, D.S. ve Rybach, L., 1985.** Heat Flow Anomalies and their Interpretations, *Journal of Geodynamics*, 4, 3-37.
- Clotworthy, A., W., Ussher, G., N., Lawless, J., V., Randle, J., B., 2006.** Towards an Industry Guideline For Geothermal Reserves and Determination, *Geothermal Resources Council, GRC 2006 Annual Meeting, Transactions*, 30, 10-13 Eylül, San Diego.
- Combs, S., 2008.** Texas Comptroller of Public Accounts, Texas Renewable Energy Resource Assessment 2008, Texas.
- Cömertpay, S., 2006.** Kahta İlçesinin Jeotermal Enerji İle Isıtılması Projesi ve Finansal Değerlendirmesi, *Lisans Tezi*, İTÜ, İstanbul.
- Çağlar, İ., 1994.** Güneybatı Anadolu'da Jeotermal Parametreler ile Yerelektrik Verileri Arasındaki İlişkiler, *Jeotermal Uygulama Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, 328-336, 27-30 Eylül, Isparta.
- Çağlar, İ., Demirörer, M., 1999.** Geothermal Exploration Using Geoelectric Methods in Kestanbol, Turkey, *Geothermics*, 28, 803-819.
- Çakın, M.K., 2009.** Türkiye'nin Jeotermal Potansiyelinin Değerlendirilmesi: Enterpolasyon Teknikleri Kullanılarak Türkiye'nin Yeraltı Sıcaklık Haritalarının Geliştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- Çemen, İ., 2002.** Extensional Tectonics in Southern Basins and Ranges, USA and Western Turkey: A Review of Similarities, Differences and Problems, http://gsa.confex.com/gsa/2002AM/finalprogram/abstract_39303.htm.

- Çermak, V. ve Hurting, E., 1977a.** Preliminary Heat Flow Map of Europe, *IASPET* Internal Heat Flow Commission, Geophys. Inst. Czech. Acad. Sci., Praha, ve Central Earth Phys. Inst., Acad. Sci. Of the GDR, Potsdam.
- Çermak, V., Kutas, R. I., Lodo, M., Lubimova, E.A., Mongelli, F., Morgan, P., Smirnov, Ya. B. ve Tezcan, A.K., 1977b.** Heat Flow Map of Southern Europe and The Meditarrenean Region, *Proceedings*, International Congress on Thermal Waters, Geothermal Energy and Vulcanism of Mediterranean Area, Ekim, Atina.
- Çermak, V. ve Rybach, L., 1979.** Terrestrial Heat Flow in Europe, Springer Verlag, NY.
- Çolak, M., Gemici, U., Tarcan, G., 2003.** The Effects of Colemanite Deposits on the Arsenic Concentrations of Soil and Groundwater in Igdekoy-Emet, Kutahya, Turkey, *Water Air and Soil Pollution*, **149**, Issue: 1-4, 127-143.
- Dağıstan, H., 2006.** Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklar, *Türkiye 10. Enerji Kongresi*, Bildiriler Kitabı, 73-80, 27-30 Kasım, İstanbul.
- Dağıstan, H, Doğdu, N., Karadağlar, M., 2010.** Geothermal Explorations and Investigations by MTA in Turkey, *Proceedings*, World Geothermal Congress, 25-30 Nisan, Bali.
- Dahlquist, G. ve Björckö, A., 1974.** *Numerical Methods*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Clifs, New Jersey.
- Demange, J., Gauthier, B., Puvilland, P., 1989.** Germencik Geothermal Field Feasibility Report, Part 1 Geothermal Model, Ministry of Energy and Natural Resources Turkey, *Mitsubishi-Compagnie Francaise de Geothermie*, Ekim.
- Demirel, V., Gökmenoğlu, O., Erduran, B., Arslan, G., Erkan, B., Yıldırım, N., Kayadibi, Ö., 2003.** Afyon-Çobanlar Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi Projesine Esas Etüt, Test ve Değerlendirme Raporu, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Demirören, M., 1969.** Denizli-Sarayköy Jeotermik Enerji Aramaları Kızıldere-Tekkehamam ve Karakova Jeotermal Gradyent Etüdleri Rapor (I), MTA Raporu, 4141, Ankara.
- Diaz, G.L., Santoyo, E., y Reyes, J.R., 2008.** Desarrollo de Nuevos Geotermómetros Mejorados de Na/K Usando Redes Neuronales Artificiales Estadísticas: Aplicación a la Predicción de Temperaturas de Sistemas Geotérmicos, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, **25(3)**, 465-482.
- Donaldson, I.G., Grant, M.A., ve Bixley, P.F., 1983.** Nonstatic Reservoirs: the Natural State of Geothermal Reservoir, *JPT*, Ocak, 189-194.
- Edwards, L.M., Chilingar, G.V., Rieke III, H.H., Fertl, W.H., 1982.** *Handbook of Geothermal Energy*, Gulf Publishing Co., 169-172, Houston, Texas, USA.
- Ekingen, A., 1970.** Denizli-Dereköy Jeotermik Enerji Araştırmaları Gravite Etüdü, MTA Raporu 4190, Ankara.

- Ekingen, A.**, 1977. Sındırgı (Balıkesir)-Simav (Kütahya) Bölgesi Gravimetri Etüdü, MTA Raporu 5879, Ankara.
- Ellis, A.J.**, 1970. Quantitative Interpretation of Chemical Characteristics of Hydrothermal Systems”, in United Nation Symposium on Development and Utilization of Geothermal Resources, **2**, pt. 1. *Geothermics Special Issue 2*, 516-528, Pisa.
- ENEL**, 1988. Aquater and Geotermica Italiana, Optimization and Development of the Kızıldere Geothermal Field, Appendix 5: Integrative Prospectings Magnetotelluric Report, Pisa.
- EPRI**, 1978. Geothermal Energy Prospect for the Next 50 Years, EPRI ER-611-SR, Şubat, Palo Alto, California.
- Ercan, A.**, 1978. Yerisılal Güç Alanlarının Araştırılmasında Depremler ve Yergürültülerinin Kullanılması, Jeotermal Enerji Yayın Organı, No. 6, s. 6-22 Eylül.
- Erden, F.**, 1965. Salihli-Manisa Gravite Etüdü, MTA Raporu 3931, Ankara.
- Erdoğan, R.**, 2006. Manisa Salihli Kurşunlu Kaplıcaları Jeotermal Alanları Jeofizik Rezistivite Raporu, MTA Raporu, Ankara.
- Erdoğan, B., Toksoy, M., Özerdem, B., Aksoy, N.**, 2006. Economic Assessment of Geothermal District Heating Systems: A Case Study of Balçova-Narlidere, Turkey, *Energy and Buildings*, **38-9**, 1053-1059.
- Erentöz, C., Ternek, Z.**, 1968. Türkiye’de Termomineral Kaynaklar ve Jeotermik Enerji Etüdüleri, MTA Dergisi, sayı: 70, Nisan, Ankara.
- ESRI** Training and Education *ArcGIS 9.2.*, (2004). ABD.
- Fournier, R. O.**, 1977. Chemical Geothermometers and Mixing Models for Geothermal Systems, *Geothermics*, **5**, 41-50.
- Fournier, R. O.**, 1979. Geochemical and Hydrological Considerations and the Use of Enhalpy Chloride Diagrams in the Prediction of Underground Conditions in Hot Spring Systems, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **5**, 1-16.
- Fournier, R. O.**, 1990. The Interpretation of Na-K-Mg-Ca Relations in Geothermal Waters, *Geothermal Resources Council Transactions*, **14**, 1421-1425.
- Fournier, R.O.**, 1991. Water Geothermometers Applied to Geothermal Energy. Damore, F., Coordinator, Application of Geochemistry in Geothermal Reservoir Development, UNITAR, USA, 37-69.
- Fournier, R.O., ve Truesdell, A.H.**, 1973. An Emprical Na-K-Ca Geothermometer for Natural Waters, *Geochemica et Cosmochimica Acta*, **37**, 1255-1275.
- Fournier, R. O., Rowe, J.J.**, 1977. The Solubility of Amorphous Silica in Waer at High Temperatures and High Pressures, *Amer. Min.*, **62**, 1052-1056.
- Fournier, R.O., ve Potter, R.W.**, 1978. A Magnesium Correction for the Na-K-Ca Chemical Geothermometer. USGS Open-File Report **78-486**, 24.
- Fournier, R.O., ve Potter R.W.**, 1979. Mg Correction to The Na-K-Ca Chemical Geothermometer, *Geochim et Cosmochim Acta*, **43**, p.1543-1550.

- Fournier, R.O., ve Potter R.W.,** 1982. An Equation Correlating the Solubility of Quartz in Water from 25 oC to 900 oC at Pressures Up to 10000 Bars, *Geochemica et Cosmochim Acta*, **46**.
- Fytikas, M.,** 1980. Geothermal Exploitation in Greece, A.S. Strub ve P. Ungemach, 2nd. International Semposium on the Results of E.C. Geothermal Energy Research, p. 213-237, Strasbourg, Reidel Publ., Dordrecht.
- Fytikas, M., Andritsos, N., Dalabakis, P., Kolios, N.,** 2005. Greek Geothermal Update 2000-2004 , *Proceedings*, World Geothermal Congress 2005, 24-29 Nisan, Antalya.
- Garg, S.,** 2010. Kişisel görüşme, San Francisco-California.
- Garg, S.K., ve Pritchett, J.W.,** 1997. Development of a Geothermal Resource in a Fractured Volcanic Formation: Case Study of Sumikawa Geothermal Field, Japan, Dept. of Energy Technical Report DOE/ID//13407, 452.
- Garg, S.K., Combs, J.,** 2010. Appropriate Use of USGS Volumetric”Heat in Place” Method and Monte Carlo Calculations, *Proceedings*, 35th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 1-3 Şubat, Stanford, CA.
- Giggenbach, W. F.,** 1988. Geothermal Solute Equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca geoindicators, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **52**, 2749-2765.
- Giggenbach, W.F.,** 1992. Chemical Technics in Geothermal Exploration-chapter 5, in Franco D’amore, coordinator, Application of Geochemistry in Geothermal Reservoir Development, Series of Technical Guides on the Use of Geothermal Energy, UNITAR/UNDP Centre on Small Energy Resources, 119-144, İtalya, Roma.
- Giggenbach, W. F., Gonfiantini, R., Jangi, B.L., Truesdell, A.H.,** 1983. Isotopic and Chemical Composition of Parbati Valley Geothermal Discharges, Northwest Himalaya, India, *Geothermics*, **12**, 199-222.
- Girbalar, E.,** 2008. Edremit rezistivite çalışması, kişisel görüşme, İller Bankası, Ankara.
- Gökalp, E.,** 1970. Kurşunlu Kaplıcaları’nın Hidrojeolojik Etüdü, MTA Raporu, Ankara.
- Grant, M. A.,** 2000. Geothermal Resource Proving Criteria, *Proceedings*, World Geothermal Congress, 28 Mayıs-10 Haziran, Japonya, Kyushu-Tohoku.
- Green, B. D., Nix, R. G.,** 2006. Geothermal- The Energy Under Our Feet Geothermal Resource Estimates for the United States, National Renewable Energy Laboratory, Technical Report NREL/TP-840-40665, Kasım, ABD, Colorado.
- Gunnlaugsson, E.,** 2010. IEA GIA Annex VIII-Direct Use of Geothermal Energy, *Proceedings*, World Geothermal Congress, 25-30 Nisan, Bali.
- Gülay, A.,** 1969. Ömer-Gecek Bölgesi Sıcak Su Aramaları Rezistivite Raporu, MTA Rapor No. 4313, Ankara.

- Gülay, A.**, 1970. Manisa-Salihli, Caferbeyli-Köseli, Kurşunlu-Allahdiyen-Gökköy-Çamur Banyoları-Üçtepeler Yöreleri Rezistivite Raporu, MTA Raporu, 4853, Ankara.
- Hochstein, M.P.**, 1990. Geothermal Resources: Classification and Assessment of Geothermal Resources, International Institute for Geothermal Research, International School of Geothermics, **2**, 31-57, İtalya, Pisa.
- Hochstein, M.P., Zhongke, Y., Ehara, S.**, 1990. The Fuzhou Geothermal System (People's Republic of China): Modelling Study of a Low Temperature Fracture Zone System, *Geothermics*, **19(1)**, 43-60.
- Imbach, T.**, 1997. Geology of Mount Uludağ with Emphasis on the Gnesis of the Bursa Thermal Waters Norhtwest Anatolia Turkey: edt., Schindler, C., Pfister, M., in Active Tectonics of Northwestern Anatolia- The Marmara Poly-Project, İTÜ-ETH.
- İlkışık, O.M.**, 1992. Silica Heat Flow Estimates and Lithospheric Temperature in Anatolia, *Proceedings*, XI. Congress of World Hydrothermal Organization, Mayıs 13-18, 92-104, İstanbul.
- İlkışık, O. M.**, 2008. Kişisel görüşme, İstanbul.
- İTÜ Görüşü**, 2007. (Editör: A. Satman) Türkiye’de Enerji ve Geleceği, İTÜ Görüşü, Nisan, İTÜ, İstanbul.
- Janik, W. F., Goffy, F., Fahlquist, L., Adams, A.I., Roldan-M.A., Chipera, J.S., Trujillo, P.E., Counce, D.**, 1992. Hydrogeochemical Exploration of Geothermal Prospects in the Tecuamburro Volcano Region, Guatemala, *Geothermics*, **21 (4)**, 447-481.
- Japan International Cooperation Agency (JICA)**, 1986. The Pre-Feasibility Study On The Dikili-Bergama Geothermal Development Project In The Republic of Turkey, Progress Report 1 ve 2.
- Johnson, L., Simon, D.L.**, 2009. Electrical Power From An Oil Production Waste Stream, *Proceedings*, 34nd Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 9-11 Şubat, Stanford, California.
- Johnson, L., Walker, E.D.**, 2010. Oil Production Waste Stream, A Source of Electrical Power, *Proceedings*, 34nd Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 1-3 Şubat, Stanford, California.
- Kanoğlu, M.**, 2005. Jeotermal Elektrik Üretim Sistemleri ve Kojenerasyon, 8. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir.
- Karakhanian, A., Jrbashyan, R., Trifonov, V., Philip, H., Arakelian, S., Avagyan, A., Baghdassaryan, H., Davtian, V.**, 2006. Historical Volcanoes of Armenia and Adjacent Areas. What is revisited, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **155**, 338-345.
- Karamanderesi, İ.H.**, 2005. Geology of the Denizli Sarayköy (Gerali) Geothermal Field, Western Anotolia, Turkey, *Proceedings World Geothermal Congress 2005 Antalya*.

- Karamanderesi, İ. H.**, 2008. Afyonkarahisar Jeotermal Sahalarının Jeolojik ve Mineralojik Evrimi, 5. *Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci DSİ Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları, Termal ve Maden Suları Konferansı*, Ankara.
- Karamanderesi, İ.H. ve Helvacı, C.**, 2003. Geology and Hydrothermal Alteration of the Aydın-Salavatlı Geothermal Field, Western Anatolia, Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, **12**, 175-198.
- Kartal, T.**, 1973. Hydrogeologic Report of Gönen Hot Springs (Balıkesir), MTA Raporu No. 5079-2690, Ankara.
- Kassoy, D.R. ve Zebib, A.**, 1978. Convection Fluid Dynamics in a Model of a Fault Zone in the Earth Crust, *Journal of Fluid Mechanics*, **88**, 769-792.
- Kaya, C., Sülün, S. ve Duvarcı, E.**, 1985. Rejyonel Jeoelektrik Haritaları Denizli-Sarayköy Güney Sahası Rezistivite Etüdü, MTA Raporu 7653, Ankara.
- Kirk-Othmer**, 1980. *Encyclopedia of Chemical Technology*, **11**, 3rd. Edition, John Wiley and Sons Inc, New York.
- Kharaka, Y.K., Lico, M.S., Law, L.M.**, 1982. Chemical Geothermometers Applied to Formation Waters, Gulf of Mexico and California Basin, *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, **66**, 558.
- Korkmaz Başel, E.D.**, 2007. Türkiye'nin Güncel Jeotermal Enerji Kapasitesi, *17. İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Semineri ve Sergisi Bildiriler Kitapçığı*, 7-8 Haziran, İstanbul.
- Korkmaz Başel, E.D., Serpen, U. ve Satman, A.**, 2008a. Geothermal Potentials of the Fields Utilized For District Heating Systems in Turkey, *New Zealand Geothermal Workshop & NZGA Seminar*, 11-13 Kasım, Taupo, Yeni Zelanda.
- Korkmaz Başel, E.D., Çakın, K. ve Satman, A.**, 2008b. Türkiye'nin Yeraltı Sıcaklık Haritası ve Tahmini Isı İçeriği, *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, 635-643, 17-19 Aralık, İstanbul.
- Lovekin, J.**, 2004. Geothermal Inventory, US Geothermal Development, *GRC Bulletin*, Kasım-Aralık, 242-244.
- Lund, J.W.**, 1976. The Utilization and Economics of Low Temperature Geothermal Water for Space Heating, *Proceedings*, 11th. Intersociety Energy Conversion and Engineering Conference., Vol **1**, p 822-827, State Line, NV.
- Lund, J.W., Freeston, D.H., Boyd, T.L.**, 2005. World-Wide Direct Uses of Geothermal Energy 2005, *Proceedings*, World Geothermal Congress, 24-29 Nisan, Antalya.
- Lund, J.W., Freeston, D.H., Boyd, T.L.**, 2010. Direct Utilization of Geothermal Energy 2010 World-Wide Review, *Proceedings*, World Geothermal Congress, 25-30 Nisan, Bali.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü**, 1996. *Türkiye Jeotermal Envanteri*, Ankara.

- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü**, 2005. *Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri*, Envanter Serisi-201, Ankara.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü**, 2006. *Türkiye'nin Isı Akısı Çalışması*-201, Ankara.
- McCluskys, S., Bassalanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gürkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Hans-Gert, H.-G., Karstens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Relinger, R., Sanlı, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksaz, M.N., Veis, G.**, 2000. Global Positioning System Constraints on Plate Kinematics and Dynamics in The Eastern Mediterranean and Caucasus, *Journal of Geophysical Research*, 105, 5695-5719.
- Mendrinis, D., Choropanitis, I., Polyzou, O., Karytsas, C.**, 2010. Exploring for Geothermal Resources in Greece, *Geothermics*, **39**, 124-137.
- Mertoğlu, O., Simsek, S., Dağıstan, H., Bakır, N., Doğdu, N.**, 2010. Geotermal Country Update Report of Turkey (2005-2010), *Proceedings*, World Geothermal Congress, 25-30 Nisan, Bali.
- Mihçakan, M., Öcal, M.**, 1998. A Survey on Geothermal Gradient Distribution in Turkey, *Bildiriler Kitabı*, 12. *Uluslararası Petrol Kongresi ve Sergisi*, 12-15 Ekim, Ankara.
- Mihçakan, M., Onur, M., Erçelebi, S.G., Okay, A., Yılmaz, M.**, 2006. Türkiye Yeraltı Sıcaklık Gradyanı Dağılımının Derin Kuyu Sıcaklıkları ve Variaogram Analizi Kullanılarak Haritalanması, Tübitak, Proje No: YDABÇAG-100Y040, Kasım, İstanbul.
- MIT**, 2006. The Future of Geothermal Energy (Impact of Enhanced Geothermal Systems (EGS) on the United States in the 21st Century), Massachusetts Institute of Technology, (<http://geothermal.inel.gov>).
- Muffler, L.P.J.**, Editör, 1979. Assessment of Geothermal Resources of the United States-1978, U.S. Geological Survey Report 790, United States Department of the Interior.
- Muffler, L.P.J., ve Cataldi, R.**, 1978. Methods for Regional Assessment of Geothermal Resources, *Geothermics*, **7**, No.2-4, 53-89.
- Muffler, L.P.J. ve Guffanti, M.**, 1979. Assessment of Geothermal Resources of the United States-1978, U.S. Geological Survey Report 790, 1-7.
- Mutlu, H.**, 2009. Jeotermal Akışkanlarda Su-Kayaç Etkileşimi, *Teskon 2009*, 9. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, Jeotermal Enerji Semineri Kitabı, 45-58, 6-9 Mayıs, İzmir.
- Mutlu, H., Güleç, N.**, 1998. Hydrochemical Outline of Thermal Waters and Geothermometry Applications in Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **Vol: 85**, p: 485-504.

- Nathenson, M.**, 1975. Physical Factors Determining the Fraction of Stored Energy Recoverable from Hydrothermal Convection Systems and Conduction Dominated Areas: U.S. Geological Survey Open-File Report 75-525, p. 38.
- Nathenson, M., Muffler, P.**, 1975. Geothermal Resources in Hydrothermal Convection Systems, U.S. Geological Survey Report 726, United States Department of the Interior.
- Newendorp, P.D.**, 1975. *Decision Analysis for Petroleum Exploration*, A Division of the Petroleum Publishing Company, Tulsa.
- Nicholson K.**, 1993. *Geothermal Fluids Chemistry and Exploration Techniques*, Springer-Verlag, Berlin.
- Noorollahi, Y., Yousefi H., Itoi, R., Ehara S.**, 2009. Geothermal Energy Resources and Development in Iran, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **13**, 1127-1132.
- Noorollahi, Y., Yousefi H.**, 2010. Geothermal Energy Resources and Applications in Iran, *Proceedings*, World Geothermal Congress 2010, 25-30 Nisan, Bali.
- Onur, M., Satman, A., Serpen, U.**, 2008. Denizli-Kızıldere Jeotermal Sahasının Değerlendirilmesi, Yayınlanmamış Proje Raporu, İTÜ, İstanbul.
- Onur, A., Sarak, H., Türeyen, Ö.İ.**, 2009. Hacimsel Yöntemlerle Tahmin Edilen Depolanmış Termal Enerji ve Üretilabilir Güçteki Belirsizliğin Tayin Edilmesi, 9. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi-Teskon*, İzmir.
- O'Sullivan, M., Mannington, W.**, 2005. Renewability of Wairakei-Tauhara Geothermal Resource World Geothermal Assessment", *Proceedings*, World Geothermal Congress 2005, 24-29 Nisan, Antalya.
- Öngür, T.**, 2010. Kişisel görüşme, İzmir.
- Özen, N.**, 1995. Resistivity Survey of Balıkesir-Gönen Area, MTA Raporu, Ankara.
- Özen, T., Bülbül, A., Tarcan, G.**, 2010. Reservoir and Hydrogeochemical Characterizations of the Salihli Geothermal Fields in Turkey, *Proceedings*, World Geothermal Congress 2010, 25-30 Nisan, Bali.
- Özgüler, M.E., Turgay, M.I. ve Şahin, H.**, 1983. Geophysical Investigations in Denizli Geothermal Fields, Turkey, *MTA Bull.* 99-100, 129-141.
- Özurlan, G., Candansayar, M.E., ve Şahin, H.**, 2005. Deep Resistivity Structure of the Dikili-Bergama Region, West Anatolia, Revealed by two Dimensional Inversion of Vertical Electrical Sounding Data, *Geophysical Prospecting*, **54**, 1-11.
- Özurlan, G., ve Şahin, H.**, 2006. Integrated Geophysical Investigations in the Hisar Geothermal Field, Demirci, Western Turkey, *Geothermics*, **35**, 110-122.
- Palabıyık, Y. ve Serpen, U.**, 2008. Geochemical Assessment of Simav Geothermal Field, Turkey, *Revista Mexicana de Ciencias Geologicas*, **25/3**, 408-425.

- Petty, S., Porro, G.,** 2007. Updated U.S. Geothermal Supply Characterization, *Proceedings*, 32nd Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 22-24 Ocak, Stanford, California.
- Pritchett, J.W.,** 1998. Modelling Past- Abandonment Electrical Capacity Recovery for Two-Phase Geothermal Reservoir, *Geothermal Resources Council Transactions*, Vol. **22**, 521-528, Ekim, ABD.
- Reed, M.J.,** Editör, 1983. Assessment of Low-Temperature Geothermal Resources of the United States-1982, U.S. Geological Survey Report 892, United States Department of the Interior.
- @Risk Version 4.5.2, 2002. Risk Analysis and Simulation Add-in for Microsoft Excel, Palisade Corporation, New York, ABD.
- Rybach, L.,** (2010). The Future of Geothermal Energy and Its Challenges, *Proceedings*, World Geothermal Congress 2010, 25-30 Nisan, Bali.
- Rybach, L., Megel, T., Eugster, W.J.,** 1999. How Renewable Are Geothermal Resources, *Geothermal Resources Council Transactions*, Vol. **23**, 563-566, 17-20 Ekim, ABD .
- Sanyal, S.K.,** 2004. Sustainability and Renewability of Geothermal Power Capacity, *Geothermal Resources Council Transactions*, Vol. **28**, Ağustos, Reno, ABD.
- Sanyal, S.K.,** 2005. Classification of Geothermal Systems- A Possible Scheme, *Proceedings*, 30nd Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 31 Ocak-2 Şubat, 85-92, Stanford, California.
- Sanyal, S.K.,** 2010a. Future of Geothermal Energy, 35th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 1-3 Şubat, Stanford, C California.
- Sanyal, S.K.,** 2010b. Kişisel görüşme, San Francisco-California.
- Sanyal, S.K. ve Meidav, H. T.,** 1977. Important Considerations in Geothermal Well Log Analysis, SPE paper No.6535 47th. Annu. Calif. Regional Meeting of AIME, Nisan, Bakersfield, California.
- Sanyal, S.K., Henneberger, R.C., Klein, C.W. ve Decker, R.W.,** 2002. A Methodology for Assessment of Geothermal Energy Reserves Associated with Volcanic Systems, *Geothermal Resources Council Transactions*, Vol. **26**, Eylül, ABD.
- Sanyal, S.K., Butler, S.J.,** 2004a. National Assessment of U.S. Enhanced Geothermal Resource Base-A Perspective, *Geothermal Resources Council Transactions*, Vol. **28**, Ağustos, ABD.
- Sanyal, S.K., Klein, C.W., Lovekin, J.W., Henneberger, R.C.,** 2004b. National Assessment of U.S. Geothermal Resources-A Perspective, *Geothermal Resources Council Transactions*, **28**, 355-362, ABD.
- Sanyal, S.K., Butler, S.J.,** 2005. An Analysis of Power Generation Prospects from Enhanced Geothermal Systems, *Geothermal Resources Council Transactions*, Vol. **29**, p. 131-137, ABD.

- Sarak, H., Onur, M., Satman, A.,** 2005. Lumped-parameter Models for Low-Temperature Geothermal Fields and Their Application, *Geothermics*, **34/6**, 728-755.
- Satman, A.,** 2005a. Jeotermal Enerjinin Doğası, *Teskon 2005, 7. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, Jeotermal Enerji Semineri Kitabı, 3-18, 23-26 Kasım, İzmir.
- Satman, A.,** 2005b. Tekrar Basma (Reenjeksiyon), *Teskon 2005, 7. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, Jeotermal Enerji Semineri Kitabı, 121-141, 23-26 Kasım, İzmir.
- Satman, A.,** 2007. Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli, Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretimi Semineri, *8. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Teskon*, İzmir.
- Satman, A.,** 2009. Türkiye'de Enerji: Elektriğin Yenilenebilir ve Yerli Kaynaklardan Karşılınması, Jeotermal Semineri, *9. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Teskon*, İzmir.
- Satman, A.,** 2010a. Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli, İTÜ Enerji Enstitüsü Semineri, 9 Nisan, İstanbul.
- Satman, A.,** (2010b). Sustainability of a Geothermal Reservoir, *Proceedings, World Geothermal Congress 2010*, 25-30 Nisan, Bali.
- Satman, A., Serpen, U. ve Onur, M.,** 2001. İzmir Balçova-Narlidere Jeotermal Sahasının Rezervuar ve Üretim Performansı Projesi, İTÜ, Proje Raporu, İstanbul.
- Satman, A., Onur, M., Serpen, U.,** 2005a. Afyon Ömer-Gecek Sahası'nın Performans Değerlendirilmesi, İTÜ, Proje Raporu, İstanbul.
- Satman, A., Sarak, H., Onur, M., Korkmaz E.D.,** 2005b. Modelling of Production/Reinjection Behavior of the Kızıldere Geothermal Field by a Two-Layer Geothermal Reservoir Lumped-Parameter Model, *Proceedings, World Geothermal Congress 2005*, 24-29 Nisan, Antalya.
- Satman, A., Serpen, U., Korkmaz Başel, E.D.,** 2007a. An Update of Geothermal Potential of Turkey, *Proceedings, 32nd Workshop on Geothermal Reservoir Engineering*, Stanford University, 22-24 Ocak, 157-165, Stanford, California.
- Satman, A., Serpen, U., Korkmaz Başel, E.D.,** 2007b. Türkiye'nin Güncel Hidrotermal Enerji Kapasitesi, *Bildiriler Kitabı, IPETGAS07 Türkiye 16. Uluslararası Petrol ve Doğal Gaz Kongresi ve Sergisi*, 29-31 Mayıs, Ankara.
- Serpen, G., Palabıyık, Y., ve Serpen, U.,** 2009. An Artificial Neural Network Model for Na/K Geothermometer *Proceedings, Thirty-Fourth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering* Stanford University, Şubat 9-11, Stanford, California.
- Serpen, U.,** 2000. *Jeotermal Enerji*, Petrol Mühendisleri Odası, Ankara.

- Serpen, U.**, 2001a. Kızıldere Jeotermal Rezervuarının Teknik ve Ekonomik Değerlendirilmesi, *Doktora Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Serpen, U.**, 2001b. Jeotermal Saha Potansiyelinin Isı Üretimi Modelinin Stokastik Değerlendirmesiyle Tahmini, *TJOG*, Haziran, **7/2**, 37-43.
- Serpen, U.**, 2004. Hydrogeological Investigations on Balçova Geothermal System in Turkey, *Geothermics*, **33/3**, 309-335.
- Serpen, U.**, 2006. Present Status of Geothermal Energy and Its Utilization in Turkey, *Geothermal Resources Council Transactions*, Annual Meeting, **Vol. 30**, 10-13 Eylül, San Diego.
- Serpen, U.**, 2008. Economic Analysis For District Heating of Kahta County with Brine From Karakuş Oil Field in Turkey *Proceedings*, Thirty-Third Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, Ocak 28-30, Stanford, California.
- Serpen, U., Mihçakan, M.**, 1999. Heat Flow and Related Geothermal Potential of Turkey, *Geothermal Resources Council Transactions*, **Vol. 23**, pp.485-490, 17-20 Ekim.
- Serpen, U., Yamanlar, Ş., Karamandere, H.**, 2000. Estimation of Geothermal Potential of B. Menderes Region *Proceedings*, 2000 World Geothermal Congress, 28 Mayıs-10 Haziran, Japonya Kyushu-Tohoku.
- Serpen, U., Çatak, E., Kaya, E.**, 2002. 3-D Visualisation of Temperature Distribution at Kızıldere Geothermal Field, *Proceedings of the 24th New Zealand Geothermal Workshop*, 13-15 Kasım, 255-260, Yeni Zelanda, Auckland.
- Serpen, U. ve Tüfekçioğlu H.**, 2003. Developments in Salavatlı Geothermal Field of Turkey, *Geothermal Resources Council Transactions*, Annual Meeting, **Vol. 27**, 10-13 Eylül, San Diego.
- Serpen, U., Kaya, E., ve Aksoy, N.**, 2005. 3D Visualization of Geothermal Features, *Proceedings World Geothermal Congress 2005*, 24-29 Nisan, Antalya.
- Serpen, U., Korkmaz Başel, E.D., Satman, A.**, 2008. Power Generation Potentials of Major Geothermal Fields in Turkey, *Proceedings*, 33rd Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 28-30 Ocak, Stanford, California.
- Serpen, U., Aksoy, N., Öngür, T. Korkmaz Başel E.D.**, 2009. Geothermal Energy in Turkey: 2008 Update, *Geothermics*, **38**, 227-237.
- Serpen, U., Aksoy, N., Öngür, T.**, 2010. 2010 Present Status of Geothermal Energy in Turkey, *Proceedings*, 35th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 1-3 Şubat, Stanford, California.
- Sorey, M.L., Reed, J.M., Mariner, R.H., Nathenson, M.**, 1982. Assessment of Low-Temperature Resources in the United States, *Geothermal Resources Council Transactions* **Vol. 6**, p. 479-487.
- Stefansson, V.**, 2005. World Geothermal Assessment, *Proceedings*, World Geothermal Congress, 24-29 Nisan, Antalya.

- Şahin, H.**, 1985. Aydın Sultanhisar-Salavatlı Sahası Jeotermal Enerji Aramaları Rezistivite Etüdü Raporu, MTA Raporu, Ankara.
- Şahin, H., ve Mutlu, M.**, 2000. Balıkesir-Bigadiç-Hisarköy Sahası Jeotermal Enerji Aramaları Rezistivite Etüdü Raporu, MTA-Ankara.
- Şimşek, Ş., Mertoğlu, O., Bakır, N., Akkus, I., Aydogdu, O.**, 2005. Geothermal Energy Utilization, Development and Projections-Country Update Report (2000-2004) of Turkey, *Proceedings World Geothermal Congress 2005*, 24-29 Nisan, Antalya.
- Tarcan, G.**, 2002. Jeotermal Su Kimyası, *Jeotermalde Yerbilimsel Uygulamalar Yaz Okulu Ders Notları*, İzmir.
- Tarcan, G., Gemici, U.**, 2003. Water Geochemistry of the Seferihisar Geothermal Area, Izmir, Turkey *Journal of Volcanology and Geothermal Research Vol: 126*, Issue: 3-4 p: 225-242.
- Temimhan, S.**, 2005. Salihli Kurşunlu Kaplıcaları ve Civarının Jeotermal Potansiyelinin Araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tezcan, K.**, 1963. Balıkesir-Gönen Jeotermik Gravite ve Prestive Rezistivite Etüdüleri, MTA Raporu 3511, Ankara.
- Tezcan, A. K.**, 1967. Denizli-Sarayköy Jeotermik Enerji Araştırmaları Gravite ve Rezistivite Etüdüleri Raporu, 3896, MTA Raporu, Ankara.
- Tezcan, A. K.**, 1975. Geophysical Studies in Sarayköy-Kızıldere Geothermal Field, Turkey, *Proceedings of 2nd UN Symp. on Geoth. Res.*, California.
- Tezcan, A.K.**, 1979. Geothermal Studies, Their Present Status and Contribution to Heat Flow Contouring in Turkey, V. Cermak ve L. Rybach (Editor), *Terrestrial Heat Flow in Europe*, Springer-Verlag, Berlin.
- Tester W.J., Drake, E.M., Driscoll, M.J., Golay, M.W., Peters, W.A.**, 2005. *Sustainable Energy Choosing Among Options*, MIT Press, Cambridge.
- Topinka, USGS/CVO**, 1999. Active Volcanos and Plate Tectonics, USGS/Cascades Volcano Observatory, Vancouver, Washington.
- Truesdell, A. H.**, 1976. Summary of Section III. Geothermal Techniques in Exploration, *Proceedings of 2nd UN Symposium on the development and use of geothermal resources*, San Francisco.
- Url-1** <<http://www.engineeringtoolbox.com/>>, 15.05.2010.
- Ünalın, G., Öngür, T.**, 1979. Geothermal Gradient and Temperature Investigation at 1000 m Depth at Some Basins of Turkey, *1. Ortadoğu Jeoloji Kongresi-GEOCOME*, 4-7 Eylül, Ankara.
- Waples, D.W., Waples, J.SL**, 2004. A Review and Evaluation of Specific Heat Capacities of Rocks, Minerals, and Subsurface Fluids. Parts 1: Minerals and Nonporous Rocks, *Natural Resources Research, Vol: 13*, No:2 p: 97-121.
- WEC (World Energy Congress)**, 1980. *World Energy Resources: 1985-2020*, Londra.

- White, D.E., Williams, D.L.,** 1975. Assessment of Geothermal Resources of the United States-1975, U.S. Geological Survey Circular 726.
- Williams, C.F.,** 2004. Development of Revised Techniques for Assessing Geothermal Resources, *Proceedings*, 29th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 26-28 Ocak, Stanford, California.
- Williams, C.F.,** 2005. Evaluating Heat Flow As A Tool for Assessing Geothermal Resources, *Proceedings*, 30th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 31 Ocak-2 Şubat, Stanford, California.
- Williams, C.F.,** 2007. Updated Methods For Estimating Recovery Factors for Geothermal Resources, *Proceedings*, 32th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 22-24 Ocak, Stanford, California.
- Williams, C.F.,** 2010a. Thermal Energy Recovery From Enhanced Geothermal Systems-Evaluating The Potential From Deep, High- Temperature Resources, *Proceedings*, 35th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 1-3 Şubat, Stanford, California.
- Williams, C.F.,** 2010b. Kişisel görüşme, USGS Palo Alto-California.
- Williams, C.F., Reed, M.J.,** 2005. Outstanding Issues for New Geothermal Resource Assessments, *Geothermal Resources Council Transactions*, GRC, Vol. 29, p.315-320.
- Williams, C.F., Reed, M.J., Galanis, S.P., Jr., ve DeAngelo, J.,** 2007. The USGS National Resource Assessment- Update, *Geothermal Resources Council Transactions*, GRC, Vol. 31, p.99-104.
- Williams, C.F., Reed, M.J., ve Mariner, R.H.,** 2008. A Review of Methods Applied by the U.S.G.S in the Assessment of Identified Geothermal Resources, U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1296.
- Williams, C.F., Reed, M.J., DeAngelo, J., ve Jr. Galanis, S.P.,** 2009. Quantifying the Undiscovered Geothermal Resources of the United States, *Geothermal Resources Council Transactions*, GRC 2009 Annual Meeting, Vol. 33, 10-13 Ekim, Reno.
- WJEC (West Japan Engineering Consultants Inc.),** 2006. Report on Geothermal Development Survey in the Çanakkale-Tuzla Geothermal Field, (Report to Dardanel Corporation Group and S&T Corporation), Eylül, İzmir.
- Yari, M.,** 2009. Exergetic Analysis of Various Types of Geothermal Power Plants, Renewable Energy, in pres (2010), *Renewable Energy*, 35, p. 112-121.
- Yousefi, H., Noorollahi, Y., Ehara, S., Itoi, R., Yousefi A., Fujimitsu, Y., Nishijima, J., Sasaki, K.,** 2009. Developing the Geothermal Resources Map of Iran, *Geothermics*, 39, 140-151.
- Yousefi, H., Ehara, S., Yousefi A., Seiedi, F.,** 2010. Rapid Environmental Impact Assessment of Sabalan Geothermal Power Plant, NW Iran, *Proceedings*, World Geothermal Congress 2010, 25-30 Nisan, Bali.

- Yücel, B., Coşkun, B., Demirci, S. ve Yıldırım, N., 1983.** Simav (Kütahya) Yöresinin Jeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanakları, MTA Rapor 8219, Ankara.
- Yücel, M., Kaya,C. ve Hökelekli, E., 1994.** Aydın-İmamköy Jeotermal Enerji Aramaları Jeofizik Etüdleri Raporu, MTA Rapor 9850, Ankara.

EKLER

EK A: Türkiye'nin Jeotermal Isı İçeriği

EK B: Türkiye Jeotermal Kapasite Envanteri

EK C: Olasılık Çalışmasında Veri Tabanı Oluşturulması İçin Yaklaşım

EK D: Türkiye'deki Jeotermal Alanların Kaynak ve Kuyularından Örneklenen Sıcak Suların Kimyasal Analiz Değerleri, Analiz Değerlerine Göre Hesaplanan Jeotermometre Sonuçları ve Örneklenen Sıcak Suların Na-K-Mg^{1/2} Üçgen Diyagramındaki Dağılımları

EK E: Elektrik Üretimine Uygun Jeotermal Sahaların Tahmini Üretilabilir Güç Hesabı İçin Seçilen Parametre Değerleri ve Dağılım Tipleri

EK F: Bölgesel Isıtma Uygulaması Yapılabilecek Jeotermal Sahaların Tahmini Üretilabilir Isıl Güç Hesabı İçin Seçilen Parametre Değerleri ve Dağılım Tipleri

EK G: Doğrudan Kullanıma Uygun Diğer Jeotermal Sahaların Tahmini Üretilabilir Isıl Güç Hesabı İçin Seçilen Parametre Değerleri ve Dağılım Tipleri

EK H: Türkiye Yeraltı Sıcaklık Dağılımı Haritası İçin Kullanılan Derin Kuyu Verileri

EK I: Türkiye Yeraltı Sıcaklık Dağılımı Haritası İçin Kullanılan Sığ Kuyu Verileri

EK A. Türkiye'nin Jeotermal Isı İçeriği

Çizelge A.1: Türkiye'nin 0-3 km ve 0-4 km derinlik aralığındaki jeotermal ısı içeriği, J.

3 km'ye kadar olan potansiyel, Joule					4 km'ye kadar olan potansiyel, Joule			
Gradyan Aralığı, °C/m	I.Grup (T<100°C)	II.Grup (100°C<T<150°C)	III.Grup (150°C<T<250°C)	IV.Grup (T>250°C)	I.Grup (T<100°C)	II.Grup (100°C<T<150°C)	III.Grup (150°C<T<250°C)	IV.Grup (T>250°C)
0 - 2								
2 - 2.5	6.74E+21				1.07E+22	1.28E+21		
2.5 - 3	1.97E+22				2.10E+22	1.41E+22		
3 - 3.5	3.35E+22	1.06E+22			3.35E+22	4.49E+22		
3.5 - 4	5.84E+22	4.39E+22			5.84E+22	8.89E+22	3.46E+22	
4 - 4.5	2.11E+22	2.64E+22			2.11E+22	3.21E+22	3.12E+22	
4.5 - 5	8.79E+21	1.34E+22	2.54E+21		8.79E+21	1.34E+22	2.18E+22	
5 - 5.5	7.35E+21	1.12E+22	6.70E+21		7.35E+21	1.12E+22	2.63E+22	
5.5 - 6	4.20E+21	6.39E+21	6.72E+21		4.20E+21	6.39E+21	2.02E+22	
6 - 6.5	2.51E+21	3.82E+21	5.87E+21		2.51E+21	3.82E+21	1.28E+22	2.52E+21
6.5 - 7	2.49E+21	3.78E+21	7.84E+21		2.49E+21	3.78E+21	1.27E+22	6.10E+21
7 - 7.5	1.73E+21	2.64E+21	6.98E+21		1.73E+21	2.64E+21	8.87E+21	6.93E+21
7.5 - 8	1.09E+21	1.66E+21	5.42E+21		1.09E+21	1.66E+21	5.59E+21	6.18E+21
8 - 8.5	9.45E+20	1.44E+21	4.84E+21	7.89E+20	9.45E+20	1.44E+21	4.84E+21	7.02E+21
8.5 - 9	8.82E+20	1.34E+21	4.52E+21	1.67E+21	8.82E+20	1.34E+21	4.52E+21	8.21E+21
9 - 9.5	4.91E+20	7.47E+20	2.51E+21	1.48E+21	4.91E+20	7.47E+20	2.51E+21	5.55E+21
9.5 - 10	3.17E+20	4.83E+20	1.62E+21	1.33E+21	3.17E+20	4.83E+20	1.62E+21	4.25E+21
10 - 10.5	2.23E+20	3.39E+20	1.14E+21	1.21E+21	2.23E+20	3.39E+20	1.14E+21	3.48E+21
10.5 - 11	1.62E+20	2.47E+20	8.31E+20	1.10E+21	1.62E+20	2.47E+20	8.31E+20	2.91E+21
11 - 11.5	1.66E+20	2.52E+20	8.50E+20	1.35E+21	1.66E+20	2.52E+20	8.50E+20	3.38E+21
11.5 - 12	1.19E+20	1.77E+20	6.06E+20	1.13E+21	1.19E+20	1.77E+20	6.06E+20	2.72E+21
12 - 12.5	1.16E+20	1.77E+20	5.96E+20	1.29E+21	1.16E+20	1.77E+20	5.96E+20	2.98E+21
12.5 - 13	1.13E+20	1.70E+20	5.77E+20	1.42E+21	1.13E+20	1.70E+20	5.77E+20	3.19E+21
13 - 13.5	1.12E+20	1.71E+20	1.19E+21	1.59E+21	1.12E+20	1.71E+20	1.19E+21	3.50E+21
13.5 - 14	9.92E+19	1.50E+20	5.08E+20	1.57E+21	9.92E+19	1.50E+20	5.08E+20	3.39E+21
14 - 14.5	7.46E+19	1.13E+20	3.79E+20	1.31E+21	7.46E+19	1.13E+20	3.79E+20	2.77E+21
14.5 - 15	5.84E+19	8.90E+19	2.98E+20	1.14E+21	5.84E+19	8.90E+19	2.98E+20	2.37E+21
15 - 15.5	5.03E+19	7.67E+19	2.57E+20	1.07E+21	5.03E+19	7.67E+19	2.57E+20	2.21E+21
15.5 - 16	4.43E+19	6.72E+19	2.26E+20	1.03E+21	4.43E+19	6.72E+19	2.26E+20	2.09E+21
16 - 16.5	3.88E+19	5.91E+19	1.99E+20	9.78E+20	3.88E+19	5.91E+19	1.99E+20	1.97E+21
16.5 - 17	3.53E+19	5.39E+19	1.81E+20	9.66E+20	3.53E+19	5.39E+19	1.81E+20	1.93E+21
17 - 17.5	3.38E+19	5.15E+19	1.73E+20	9.94E+20	3.38E+19	5.15E+19	1.73E+20	1.97E+21
17.5 - 18	3.98E+19	6.06E+19	1.98E+20	1.26E+21	3.98E+19	6.06E+19	1.98E+20	2.47E+21
18 - 18.5	4.57E+19	6.96E+19	2.34E+20	1.55E+21	4.57E+19	6.96E+19	2.34E+20	3.02E+21
18.5 - 19	7.02E+19	1.07E+20	3.60E+20	2.54E+21	7.02E+19	1.07E+20	3.60E+20	4.93E+21
19 - 19.5	2.50E+19	3.83E+19	1.28E+20	9.67E+20	2.50E+19	3.83E+19	1.28E+20	1.87E+21
19.5 - 20	1.15E+19	1.75E+19	5.90E+19	4.72E+20	1.15E+19	1.75E+19	5.90E+19	9.07E+20
20 - 20.5	2.81E+18	4.33E+18	1.43E+19	1.22E+20	2.81E+18	4.33E+18	1.43E+19	2.34E+20
Toplam	1.72E+23	1.30E+23	6.45E+22	3.03E+22	1.77E+23	2.31E+23	1.97E+23	1.01E+23
Ana Toplam	4.0E+23				7.1E+23			

Çizelge A.2: Türkiye'nin 0-5 km ve 0-6 km derinlik aralığındaki jeotermal ısı içeriği, J.

5 km'ye kadar olan potansiyel, Joule					6 km'ye kadar olan potansiyel, Joule			
Gradyan Aralığı, °C/m	I.Grup (T<100°C)	II.Grup (100°C<T<150°C)	III.Grup (150°C<T<250°C)	IV.Grup (T>250°C)	I.Grup (T<100°C)	II.Grup (100°C<T<150°C)	III.Grup (150°C<T<250°C)	IV.Grup (T>250°C)
0 - 2								
2 - 2.5	1.07E+22	8.02E+21			1.07E+22	1.63E+22		
2.5 - 3	2.10E+22	3.19E+22	1.98E+21		2.10E+22	3.19E+22	2.61E+22	
3 - 3.5	3.35E+22	5.10E+22	3.80E+22		3.35E+22	5.10E+22	9.18E+22	
3.5 - 4	5.84E+22	8.89E+22	1.37E+23		5.84E+22	8.89E+22	2.62E+23	
4 - 4.5	2.11E+22	3.21E+22	7.87E+22		2.11E+22	3.21E+22	1.08E+23	2.86E+22
4.5 - 5	8.79E+21	1.34E+22	4.50E+22	1.45E+21	8.79E+21	1.34E+22	4.50E+22	3.17E+22
5 - 5.5	7.35E+21	1.12E+22	3.76E+22	1.39E+22	7.35E+21	1.12E+22	3.76E+22	4.47E+22
5.5 - 6	4.20E+21	6.39E+21	2.15E+22	1.60E+22	4.20E+21	6.39E+21	2.15E+22	3.71E+22
6 - 6.5	2.51E+21	3.82E+21	1.28E+22	1.47E+22	2.51E+21	3.82E+21	1.28E+22	2.96E+22
6.5 - 7	2.49E+21	3.78E+21	1.27E+22	2.02E+22	2.49E+21	3.78E+21	1.27E+22	3.75E+22
7 - 7.5	1.73E+21	2.64E+21	8.87E+21	1.83E+22	1.73E+21	2.64E+21	8.87E+21	3.21E+22
7.5 - 8	1.09E+21	1.66E+21	5.59E+21	1.43E+22	1.09E+21	1.66E+21	5.59E+21	2.43E+22
8 - 8.5	9.45E+20	1.44E+21	4.84E+21	1.50E+22	9.45E+20	1.44E+21	4.84E+21	2.48E+22
8.5 - 9	8.82E+20	1.34E+21	4.52E+21	1.66E+22	8.82E+20	1.34E+21	4.52E+21	2.69E+22
9 - 9.5	4.91E+20	7.47E+20	2.51E+21	1.08E+22	4.91E+20	7.47E+20	2.51E+21	1.72E+22
9.5 - 10	3.17E+20	4.83E+20	1.62E+21	8.00E+21	3.17E+20	4.83E+20	1.62E+21	1.26E+22
10 - 10.5	2.23E+20	3.39E+20	1.14E+21	6.40E+21	2.23E+20	3.39E+20	1.14E+21	9.96E+21
10.5 - 11	1.62E+20	2.47E+20	8.31E+20	5.25E+21	1.62E+20	2.47E+20	8.31E+20	8.10E+21
11 - 11.5	1.66E+20	2.52E+20	8.50E+20	6.00E+21	1.66E+20	2.52E+20	8.50E+20	9.20E+21
11.5 - 12	1.19E+20	1.77E+20	6.06E+20	4.76E+21	1.19E+20	1.77E+20	6.06E+20	7.25E+21
12 - 12.5	1.16E+20	1.77E+20	5.96E+20	5.16E+21	1.16E+20	1.77E+20	5.96E+20	7.82E+21
12.5 - 13	1.13E+20	1.70E+20	5.77E+20	5.47E+21	1.13E+20	1.70E+20	5.77E+20	8.26E+21
13 - 13.5	1.12E+20	1.71E+20	1.19E+21	5.94E+21	1.12E+20	1.71E+20	1.19E+21	8.94E+21
13.5 - 14	9.92E+19	1.50E+20	5.08E+20	5.73E+21	9.92E+19	1.50E+20	5.08E+20	8.59E+21
14 - 14.5	7.46E+19	1.13E+20	3.79E+20	4.64E+21	7.46E+19	1.13E+20	3.79E+20	6.94E+21
14.5 - 15	5.84E+19	8.90E+19	2.98E+20	3.96E+21	5.84E+19	8.90E+19	2.98E+20	5.89E+21
15 - 15.5	5.03E+19	7.67E+19	2.57E+20	3.67E+21	5.03E+19	7.67E+19	2.57E+20	5.45E+21
15.5 - 16	4.43E+19	6.72E+19	2.26E+20	3.46E+21	4.43E+19	6.72E+19	2.26E+20	5.13E+21
16 - 16.5	3.88E+19	5.91E+19	1.99E+20	3.25E+21	3.88E+19	5.91E+19	1.99E+20	4.81E+21
16.5 - 17	3.53E+19	5.39E+19	1.81E+20	3.16E+21	3.53E+19	5.39E+19	1.81E+20	4.67E+21
17 - 17.5	3.38E+19	5.15E+19	1.73E+20	3.22E+21	3.38E+19	5.15E+19	1.73E+20	4.75E+21
17.5 - 18	3.98E+19	6.06E+19	1.98E+20	4.03E+21	3.98E+19	6.06E+19	1.98E+20	5.94E+21
18 - 18.5	4.57E+19	6.96E+19	2.34E+20	4.92E+21	4.57E+19	6.96E+19	2.34E+20	7.24E+21
18.5 - 19	7.02E+19	1.07E+20	3.60E+20	8.01E+21	7.02E+19	1.07E+20	3.60E+20	1.18E+22
19 - 19.5	2.50E+19	3.83E+19	1.28E+20	3.03E+21	2.50E+19	3.83E+19	1.28E+20	4.44E+21
19.5 - 20	1.15E+19	1.75E+19	5.90E+19	1.47E+21	1.15E+19	1.75E+19	5.90E+19	2.15E+21
20 - 20.5	2.81E+18	4.33E+18	1.43E+19	3.77E+20	2.81E+18	4.33E+18	1.43E+19	5.52E+20
Toplam	1.77E+23	2.61E+23	4.22E+23	2.41E+23	1.77E+23	2.70E+23	6.55E+23	4.85E+23
Ana Toplam	1.1E+24				1.6E+24			

Çizelge A.3: Türkiye'nin 0-7 km ve 0-8 km derinlik aralığındaki jeotermal ısı içeriği, J.

7 km'ye kadar olan potansiyel, Joule					8 km'ye kadar olan potansiyel, Joule			
Gradyan Aralığı, °C/m	I.Grup (T<100°C)	II.Grup (100°C<T<150°C)	III.Grup (150°C<T<250°C)	IV.Grup (T>250°C)	I.Grup (T<100°C)	II.Grup (100°C<T<150°C)	III.Grup (150°C<T<250°C)	IV.Grup (T>250°C)
0 - 2								
2 - 2.5	1.07E+22	1.63E+22	9.73E+21		1.07E+22	1.63E+22	2.10E+22	
2.5 - 3	2.10E+22	3.19E+22	5.46E+22		2.10E+22	3.19E+22	8.75E+22	
3 - 3.5	3.35E+22	5.10E+22	1.56E+23		3.35E+22	5.10E+22	1.72E+23	5.75E+22
3.5 - 4	5.84E+22	8.89E+22	2.99E+23	1.11E+23	5.84E+22	8.89E+22	2.99E+23	2.81E+23
4 - 4.5	2.11E+22	3.21E+22	1.08E+23	9.71E+22	2.11E+22	3.21E+22	1.08E+23	1.76E+23
4.5 - 5	8.79E+21	1.34E+22	4.50E+22	6.74E+22	8.79E+21	1.34E+22	4.50E+22	1.09E+23
5 - 5.5	7.35E+21	1.12E+22	3.76E+22	8.12E+22	7.35E+21	1.12E+22	3.76E+22	1.23E+23
5.5 - 6	4.20E+21	6.39E+21	2.15E+22	6.21E+22	4.20E+21	6.39E+21	2.15E+22	9.10E+22
6 - 6.5	2.51E+21	3.82E+21	1.28E+22	4.72E+22	2.51E+21	3.82E+21	1.28E+22	6.76E+22
6.5 - 7	2.49E+21	3.78E+21	1.27E+22	5.78E+22	2.49E+21	3.78E+21	1.27E+22	8.14E+22
7 - 7.5	1.73E+21	2.64E+21	8.87E+21	4.85E+22	1.73E+21	2.64E+21	8.87E+21	6.74E+22
7.5 - 8	1.09E+21	1.66E+21	5.59E+21	3.61E+22	1.09E+21	1.66E+21	5.59E+21	4.97E+22
8 - 8.5	9.45E+20	1.44E+21	4.84E+21	3.64E+22	9.45E+20	1.44E+21	4.84E+21	4.97E+22
8.5 - 9	8.82E+20	1.34E+21	4.52E+21	3.91E+22	8.82E+20	1.34E+21	4.52E+21	5.31E+22
9 - 9.5	4.91E+20	7.47E+20	2.51E+21	2.47E+22	4.91E+20	7.47E+20	2.51E+21	3.34E+22
9.5 - 10	3.17E+20	4.83E+20	1.62E+21	1.80E+22	3.17E+20	4.83E+20	1.62E+21	2.43E+22
10 - 10.5	2.23E+20	3.39E+20	1.14E+21	1.42E+22	2.23E+20	3.39E+20	1.14E+21	1.90E+22
10.5 - 11	1.62E+20	2.47E+20	8.31E+20	1.15E+22	1.62E+20	2.47E+20	8.31E+20	1.54E+22
11 - 11.5	1.66E+20	2.52E+20	8.50E+20	1.30E+22	1.66E+20	2.52E+20	8.50E+20	1.73E+22
11.5 - 12	1.19E+20	1.77E+20	6.06E+20	1.02E+22	1.19E+20	1.77E+20	6.06E+20	1.36E+22
12 - 12.5	1.16E+20	1.77E+20	5.96E+20	1.10E+22	1.16E+20	1.77E+20	5.96E+20	1.46E+22
12.5 - 13	1.13E+20	1.70E+20	5.77E+20	1.16E+22	1.13E+20	1.70E+20	5.77E+20	1.54E+22
13 - 13.5	1.12E+20	1.71E+20	1.19E+21	1.25E+22	1.12E+20	1.71E+20	1.19E+21	1.66E+22
13.5 - 14	9.92E+19	1.50E+20	5.08E+20	1.20E+22	9.92E+19	1.50E+20	5.08E+20	1.59E+22
14 - 14.5	7.46E+19	1.13E+20	3.79E+20	9.65E+21	7.46E+19	1.13E+20	3.79E+20	1.28E+22
14.5 - 15	5.84E+19	8.90E+19	2.98E+20	8.18E+21	5.84E+19	8.90E+19	2.98E+20	1.08E+22
15 - 15.5	5.03E+19	7.67E+19	2.57E+20	7.56E+21	5.03E+19	7.67E+19	2.57E+20	9.99E+21
15.5 - 16	4.43E+19	6.72E+19	2.26E+20	7.10E+21	4.43E+19	6.72E+19	2.26E+20	9.38E+21
16 - 16.5	3.88E+19	5.91E+19	1.99E+20	6.65E+21	3.88E+19	5.91E+19	1.99E+20	8.77E+21
16.5 - 17	3.53E+19	5.39E+19	1.81E+20	6.46E+21	3.53E+19	5.39E+19	1.81E+20	8.52E+21
17 - 17.5	3.38E+19	5.15E+19	1.73E+20	6.56E+21	3.38E+19	5.15E+19	1.73E+20	8.65E+21
17.5 - 18	3.98E+19	6.06E+19	1.98E+20	8.20E+21	3.98E+19	6.06E+19	1.98E+20	1.08E+22
18 - 18.5	4.57E+19	6.96E+19	2.34E+20	9.97E+21	4.57E+19	6.96E+19	2.34E+20	1.31E+22
18.5 - 19	7.02E+19	1.07E+20	3.60E+20	1.62E+22	7.02E+19	1.07E+20	3.60E+20	2.13E+22
19 - 19.5	2.50E+19	3.83E+19	1.28E+20	6.12E+21	2.50E+19	3.83E+19	1.28E+20	8.05E+21
19.5 - 20	1.15E+19	1.75E+19	5.90E+19	2.96E+21	1.15E+19	1.75E+19	5.90E+19	3.89E+21
20 - 20.5	2.81E+18	4.33E+18	1.43E+19	7.60E+20	2.81E+18	4.33E+18	1.43E+19	9.99E+20
Toplam	1.77E+23	2.70E+23	7.94E+23	9.19E+23	1.77E+23	2.70E+23	8.54E+23	1.52E+24
Ana Toplam	2.2E+24				2.8E+24			

Çizelge A.4: Türkiye'nin 0-9 km ve 0-10 km derinlik aralığındaki jeotermal ısı içeriği, J.

9 km'ye kadar olan potansiyel, Joule					10km'ye kadar olan potansiyel, Joule			
Gradyan Aralığı, °C/m	I.Grup (T<100°C)	II.Grup (100°C<T<150°C)	III.Grup (150°C<T<250°C)	IV.Grup (T>250°C)	I.Grup (T<100°C)	II.Grup (100°C<T<150°C)	III.Grup (150°C<T<250°C)	IV.Grup (T>250°C)
0 - 2								
2 - 2.5	1.07E+22	1.63E+22	3.37E+22		1.07E+22	1.63E+22	4.79E+22	
2.5 - 3	2.10E+22	3.19E+22	1.07E+23	1.73E+22	2.10E+22	3.19E+22	1.07E+23	5.90E+22
3 - 3.5	3.35E+22	5.10E+22	1.72E+23	1.41E+23	3.35E+22	5.10E+22	1.72E+23	2.34E+23
3.5 - 4	5.84E+22	8.89E+22	2.99E+23	4.74E+23	5.84E+22	8.89E+22	2.99E+23	6.90E+23
4 - 4.5	2.11E+22	3.21E+22	1.08E+23	2.66E+23	2.11E+22	3.21E+22	1.08E+23	3.66E+23
4.5 - 5	8.79E+21	1.34E+22	4.50E+22	1.55E+23	8.79E+21	1.34E+22	4.50E+22	2.07E+23
5 - 5.5	7.35E+21	1.12E+22	3.76E+22	1.71E+23	7.35E+21	1.12E+22	3.76E+22	2.24E+23
5.5 - 6	4.20E+21	6.39E+21	2.15E+22	1.24E+23	4.20E+21	6.39E+21	2.15E+22	1.60E+23
6 - 6.5	2.51E+21	3.82E+21	1.28E+22	9.06E+22	2.51E+21	3.82E+21	1.28E+22	1.16E+23
6.5 - 7	2.49E+21	3.78E+21	1.27E+22	1.08E+23	2.49E+21	3.78E+21	1.27E+22	1.38E+23
7 - 7.5	1.73E+21	2.64E+21	8.87E+21	8.89E+22	1.73E+21	2.64E+21	8.87E+21	1.13E+23
7.5 - 8	1.09E+21	1.66E+21	5.59E+21	6.52E+22	1.09E+21	1.66E+21	5.59E+21	8.24E+22
8 - 8.5	9.45E+20	1.44E+21	4.84E+21	6.49E+22	9.45E+20	1.44E+21	4.84E+21	8.18E+22
8.5 - 9	8.82E+20	1.34E+21	4.52E+21	6.90E+22	8.82E+20	1.34E+21	4.52E+21	8.67E+22
9 - 9.5	4.91E+20	7.47E+20	2.51E+21	4.33E+22	4.91E+20	7.47E+20	2.51E+21	5.43E+22
9.5 - 10	3.17E+20	4.83E+20	1.62E+21	3.14E+22	3.17E+20	4.83E+20	1.62E+21	3.93E+22
10 - 10.5	2.23E+20	3.39E+20	1.14E+21	2.45E+22	2.23E+20	3.39E+20	1.14E+21	3.07E+22
10.5 - 11	1.62E+20	2.47E+20	8.31E+20	1.98E+22	1.62E+20	2.47E+20	8.31E+20	2.47E+22
11 - 11.5	1.66E+20	2.52E+20	8.50E+20	2.23E+22	1.66E+20	2.52E+20	8.50E+20	2.78E+22
11.5 - 12	1.19E+20	1.77E+20	6.06E+20	1.74E+22	1.19E+20	1.77E+20	6.06E+20	2.18E+22
12 - 12.5	1.16E+20	1.77E+20	5.96E+20	1.87E+22	1.16E+20	1.77E+20	5.96E+20	2.33E+22
12.5 - 13	1.13E+20	1.70E+20	5.77E+20	1.97E+22	1.13E+20	1.70E+20	5.77E+20	2.45E+22
13 - 13.5	1.12E+20	1.71E+20	1.19E+21	2.12E+22	1.12E+20	1.71E+20	1.19E+21	2.63E+22
13.5 - 14	9.92E+19	1.50E+20	5.08E+20	2.03E+22	9.92E+19	1.50E+20	5.08E+20	2.52E+22
14 - 14.5	7.46E+19	1.13E+20	3.79E+20	1.63E+22	7.46E+19	1.13E+20	3.79E+20	2.03E+22
14.5 - 15	5.84E+19	8.90E+19	2.98E+20	1.38E+22	5.84E+19	8.90E+19	2.98E+20	1.72E+22
15 - 15.5	5.03E+19	7.67E+19	2.57E+20	1.27E+22	5.03E+19	7.67E+19	2.57E+20	1.58E+22
15.5 - 16	4.43E+19	6.72E+19	2.26E+20	1.20E+22	4.43E+19	6.72E+19	2.26E+20	1.48E+22
16 - 16.5	3.88E+19	5.91E+19	1.99E+20	1.12E+22	3.88E+19	5.91E+19	1.99E+20	1.39E+22
16.5 - 17	3.53E+19	5.39E+19	1.81E+20	1.09E+22	3.53E+19	5.39E+19	1.81E+20	1.35E+22
17 - 17.5	3.38E+19	5.15E+19	1.73E+20	1.10E+22	3.38E+19	5.15E+19	1.73E+20	1.37E+22
17.5 - 18	3.98E+19	6.06E+19	1.98E+20	1.37E+22	3.98E+19	6.06E+19	1.98E+20	1.70E+22
18 - 18.5	4.57E+19	6.96E+19	2.34E+20	1.67E+22	4.57E+19	6.96E+19	2.34E+20	2.07E+22
18.5 - 19	7.02E+19	1.07E+20	3.60E+20	2.72E+22	7.02E+19	1.07E+20	3.60E+20	3.37E+22
19 - 19.5	2.50E+19	3.83E+19	1.28E+20	1.02E+22	2.50E+19	3.83E+19	1.28E+20	1.27E+22
19.5 - 20	1.15E+19	1.75E+19	5.90E+19	4.95E+21	1.15E+19	1.75E+19	5.90E+19	6.13E+21
20 - 20.5	2.81E+18	4.33E+18	1.43E+19	1.27E+21	2.81E+18	4.33E+18	1.43E+19	1.57E+21
Toplam	1.77E+23	2.70E+23	8.86E+23	2.24E+24	1.77E+23	2.70E+23	9.01E+23	3.06E+24
Ana Toplam	3.6E+24				4.4E+24			

EK B. Türkiye Jeotermal Kapasite Envanteri

Çizelge B. 1: Türkiye jeotermal kapasite envanteri (referans sıcaklığı: 15 °C).

		AÇILAN KUYULAR				SICAK SU KAYNAKLARI				TOPLAM	
		NO	İSİM	q (l/s)	Ort. Ü.S., (°C)	Q ₁ (MW _i)	İSİM	q (l/s)	Ort. Ü.S., (°C)	Q ₂ (MW _i)	Q _{toplām} (MW _i) Q ₁ +Q ₂
1	AFYON	1	Ömer Gecek Kızık Uyuz	818	94	265.91	Ömer Kaynağı	2.5	58	0.44	266.99
							Gecek Kaynağı	1.5	58	0.27	
							Kızık Uyuz Kaynağı	2.1	59	0.38	
		2	Gazlıgöl	14	65	2.85	Gazlıgöl Kaynağı	2.8	52	0.43	3.28
		3	Heybeli-Çay	150	54	24.20					24.20
2	AĞRI	4	Sandıklı	496	68	107.44	Hamamçay Vadisi Kaynağı	112.0	58	19.59	127.03
		5	Diyadin	561	72	132.07	Sıcaksu Kaynakları	13.6	49	1.88	133.96
3	AMASYA	6	Tutak-Çermik				Çermik Kaynağı	1.5	25	0.06	0.06
		7	Gözelek	11	40	1.18	Gözelek Kaplıca Kaynağı	2.0	39	0.20	1.38
		8	Terziköy	43	39	4.31	Ana Kaynak	10.0	37	0.91	5.62
							Mahalle Kaynağı	1.0	32	0.07	
							Güney Kaynağı	5.0	31	0.33	
9	Hamamözü-Arkut	29	43	3.28	Arkutbey Kaplıca Kaynağı	2.8	40	0.29	3.57		
4	ANKARA	10	Kızılcahamam	92	80	24.51	Acısu	1.6	31	0.11	25.03
						Kızılcahamam Kaynakları	2.8	51	0.41		
		11	Seyhamamı				Seyhamamı	20.0	43	2.30	2.30
		12	Çubuk-Melikşah	30	39	2.96	Melikşah Kaynakları	0.5	33	0.04	3.00
		13	Beypazarı-Dutlu				Mağara Kaynağı	0.1	43	0.01	0.52
							Travertenli Kaynak	0.1	51	0.01	
							Erkek+kadın havuzu	0.3	45	0.03	
							Erkek+kadın Hamamı	1.1	45	0.13	
							Erkekler İçmece	0.1	41	0.01	
							Kadınlar İçmece	0.1	43	0.01	
							Tahtalı Hamam	2.1	51	0.32	
		14	Ayaş İçmeceleri				Çoban hamamı Kaynağı	12.5	52	1.90	2.16
							Ayaş İçmeceleri	1.7	51	0.25	
		15	Ayaş Karakaya	17	31	1.12	Karakaya	4.8	31	0.32	1.44
		16	Haymana	59	44	7.09	Haymana Sıcak Su Kaynağı	3.7	45	0.46	7.94
							Uyuz hamamı	5.0	34	0.39	
		17	Mürted	20	28	1.07		4.4	28	0.24	1.31
		18	Polatlı-Maliköy	5	28	0.27	Ilıcınar	4.0	29	0.22	0.49
		19	polatlı-karahamzalı-sabanca				Karahamzalı	2.1	28	0.11	0.21
							Sabanca	2.0	27	0.10	
		20	Polatlı-Sarıoba				Sarıoba	25.0	32	1.70	1.70
		21	Polatlı-Karacaahmet				Karacaahmet	0.3	38	0.03	0.03
		22	Polatlı-Kürttaciri				Kürttaciri	0.0	26	0.00	0.00
		23	Polatlı- Özhamamı				Özhamamı	0.0	32	0.00	0.00
		24	Ayaş-Feruz-Yeniceköy				Feruz	2.0	26	0.09	0.09

Çizelge B. 1 (devam): Türkiye jeotermal kapasite envanteri (referans sıcaklığı: 15 °C).

5	ARTVİN	25	Balcı				Balcı	1.0	32	0.07	0.07	
		26	Çoraklı				Çoraklı	0.0	36	0.00	0.00	
6	AYDIN	27	Ilıcabaşı-İmamköy	155	176	102.65	İmamköy	1.1	38	0.10	102.75	
						Nardere	0.0	37	0.00			
						Ilıcabaşı	0.0	34	0.00			
		28	Germencik-Öbeyli-Bköy-Çamur	1515	220	1278.32						1278.72
						Kavşak	0.5	62	0.10			
						Çamurlu	1.5	64	0.30			
		29	Sultanhisar-Salavatlı-Malgaçemir-Güvendik	731	163	445.09	Salavatlı Sıcaksu Kaynağı					445.09
		30	Gümüş ve -Söke	85	183	58.78	Gümüş Kaplıcası kaynağı	0.0	39	0.00		66.60
						Sazlıköy 2	20.0	110	7.82			
		31	Buharkent- Ortakçı				Ortakçı	0.3	51	0.04		0.04
		32	Nazilli	78	136	38.79	Gedik	0.0	32	0.00		38.79
		33	Kuşadası	3	26	0.14	Ilıca	0.0	26	0.00		0.14
		34	Davutlar				Davutlar	0.0	42	0.00		0.00
							Bataklık	0.0	26	0.00		
		35	Pamukören	215	183	148.67						148.67
		36	Umurlu	111	150	61.53						61.53
		37	Hıdırbeyli	731	155	422.80	Bozköy Kaplıca Kaynağı	2.0	62	0.39		423.19
7	BALIKESİR	38	Güre	21	41	2.29	Güre1 Kaynakları	1.4	58	0.24	2.54	
							Güre2 Kaynakları	0.1	48	0.01		
		39	Havran-Derman	159	58	27.92	Derman	0.0	57	0.00		27.92
							Bostancıköyü	0.0	40	0.00		
							Ilıcaçeşmesi	0.0	25	0.00		
		40	Gönen	83	80	22.30						22.30
		41	Kepekler	15	64	3.03	Kubbelihamam	4.0	58	0.71		6.00
							Çamurbanyosu	4.0	62	0.77		
							Ilıca	3.0	48	0.41		
							Kubbelihamam yanı	4.0	59	0.72		
							Bataklıkıci	0.0	31	0.00		
							Çamurbanyosu yanı	2.0	60	0.37		
		42	Kızık				Kızık	0.0	49	0.00		0.00
		43	Balya -Ilıca (Şamlı)				Havuzlar	1.5	58	0.27		0.47
							Kum banyoları	0.8	56	0.13		
							Çamaşırhane Kaynakları	0.4	58	0.07		
		44	Pamukcu	35	57	6.07	1.Grup Kaynaklar	2.2	42	0.24		6.31
		45	Hisaralan				Hisaralan	176.0	72	41.47		41.50
							Kepez	0.0	77	0.00		
							Esenöz Değirmeni	0.0	56	0.00		
							Çatak	0.6	27	0.03		
		46	Hisarköy	103	97	34.70	Hisarköy	10.0	60	1.83		36.53
		47	Pelitköy				Pelitköy Ilıca Kaynağı	1.0	26	0.05		0.08
							Uyuz Ilıca Kaynağı	0.6	31	0.04		
		48	Ayvalık-Ilıca				Ilıca Kaynağı	0.6	33	0.04		0.04

Çizelge B. 1 (devam): Türkiye jeotermal kapasite envanteri (referans sıcaklığı: 15 °C).

7	BALIKESİR	49	İvrindi-Bozören				Bozören	1.0	27	0.05	0.05
		50	İvrindi-İlca-Gümeli				Büyüklıca	2.0	36	0.17	0.31
							Pınarlıburun	0.2	39	0.02	
							Gümeli	2.1	29	0.12	
		51	Kepsut Eşeler				Eşeler	1.5	27	0.07	0.07
		52	Savaştepe-kKirazköy				Dağ İlhası	13.5	36	1.14	1.14
		53	Susurluk -Gökçedere-Ömerköy				Gökçedere	1.0	26	0.04	0.14
							Ömerköy	1.4	31	0.09	
		54	Susurluk-Yıldız				Yıldız	65.0	66	13.51	13.51
55	Emendre				Emendre	10.0	33	0.74	0.74		
8	BİLECİK	56	Söğüt-Çaltı				Çaltı İlhası	2.1	38	0.20	0.20
9	BİNGÖL	57	Kös	4	41	0.43	Kös Kaplıca Kaynakları	60.0	38	5.74	6.17
		58	Kaynarpınar				Kaynarpınar	0.0	40	0.00	0.00
							Kortamın	0.1	28	0.00	
		59	Hacılar				Hacıyan-Gümeağan	2.0	54	0.32	0.32
		60	Yayladere-Hasköy				Hasköy	1.0	34	0.08	0.08
		61	Ilıpınar				Ilıpınar	0.7	29	0.04	0.04
		62	Hozavit				Hozavit Kaplıca Kaynağı	0.1	47	0.01	0.01
63	Harur				Harhur	0.3	49	0.04	0.04		
10	BİTLİS	64	Nemrut				Nemrut	0.0	53	0.00	0.00
		65	Güroymak (Çukur)				Doğu Kaynaklar	12.0	38	1.14	2.00
							Orta Kaynaklar	0.0	35	0.00	
							Batı Kaynaklar	10.0	36	0.86	
66	Germap				Germap	0.1	40	0.01	0.01		
11	BOLU	67	Sarıot				Sarıot	0.8	65	0.16	0.16
		68	Kesenözü				1. Kaynak	7.0	72	1.64	10.10
							2. Kaynak	15.0	68	3.27	
							3. Kaynak	30.0	57	5.19	
		69	Aktaş				Aktaş	5.0	25	0.21	0.21
		70	Bolu	10	42	1.12	Sıcaksu Kaynakları	9.8	42	1.09	3.20
							Sıcaksu Kaynakları	8.3	44	0.99	
		71	Mudurnu Babas				Sıcaksu Kaynakları	0.0	34	0.00	0.00
		72	Gövnük-Çatak				Çatak	3.3	40	0.33	0.33
		73	Dereköy				Dereköy	0.0	34	0.00	0.00
		74	Salur				Salur	8.0	26	0.36	0.36
75	Akkaya				Çepni	23.0	25	0.95	0.95		
12	BURSA	76	Kaynarca-Çekirge	21	42	2.34	Eşref efendi				4.03
							Canel Madencilik				
							Uludağ Üni. Kaynağı-2				
							Uludağ Üni. İlksukaynağı				
							Kaynarca				
							Bekarlar				

Çizelge B. 1 (devam): Türkiye jeotermal kapasite envanteri (referans sıcaklığı: 15 °C).

12	BURSA	76					Küplüce				
							Izgara (Çelik Palas)				
							Vakıfbahçe				
							Zeynine				
							Horhor (Kervansaray)				
							Askeri Hastane				
							Rıfat Efendi				
							Aydın Sütmen				
							Havuzlu Park				
							U.Ü. Kükürtlü-1	8.7	62	1.69	
							Horhor				
		77	Orhangazi-Keramet				Keramet İlçası Kaynağı	53.5	31	3.52	3.52
		78	İnegöl-Oylat				Oylat	50.0	33	3.60	3.60
		79	Gemlik- Terme				Gemlik-Terme	0.5	36	0.04	0.04
		80	Dümbüldek	55	51	8.15	Dümbüldek	1.6	45	0.20	8.42
							Bahariye	0.3	45	0.04	
							Bekar	0.3	34	0.02	
							Ekşisu	0.3	29	0.02	
		81	Orhaneli-İlıcaksu				Erkekler Hamamı	0.5	46	0.07	0.27
							Bayanlar	0.3	44	0.03	
							İlyas-Oruç	0.2	39	0.02	
							Halil bak-1	0.1	36	0.01	
							Halil bak-2	0.7	38	0.06	
							Musa Oruç Hamamı -1	0.5	37	0.05	
							Musa Oruç Hamamı -2	0.4	40	0.04	
		82	İnegöl- Karacakaya				Karakakaya	15.0	27	0.74	1.15
							Doğu Kaynağı	10.0	25	0.41	
		83	Orhaneli-Sadağ				Karakakaya	1.0	65	0.20	0.20
		84	Orhaneli-Ağaçhisar				Ağaçhisar	2.0	40	0.21	0.21
13	ÇANAKKALE	85	Hdırlar-Uyuz	1	58	0.09	Hdırlar Köyü Kaynağı	3.2	84	0.91	1.44
							İlca Kuzeydoğu Kaynağı	4.0	40	0.41	
							Hdırlar Uyuz İlçası	0.3	46	0.03	
		86	Tuzla	512	156	296.28	Sıcaksu Kaynakları	7.0	65	1.44	297.72
		87	Kestanbol-Akçakeçeli	25	76	6.28	Sıcaksu Kaynakları	4.0	70	0.91	7.29
							Akçakeçeli Kaynağı	1.0	40	0.10	
		88	Çan	22	45	2.69	Çan (Pazarköy)	0.3	47	0.04	2.73
		89	Ayvacic-Küçükçetmi				Küçükçetmi-1	3.9	42	0.43	0.70
							Küçükçetmi-2	2.6	40	0.27	
		90	Biga-Kırkgeçit				Kırkgeçit	3.3	55	0.54	0.54
		91	Çan-Etili-Tepeköy	2	59	0.38	Etili	1.0	33	0.07	1.16
							Karalıca	1.5	50	0.22	
							Bardakçılar	3.0	54	0.48	
		92	Lapseki-Kocabaşlar				Kocabaşlar	0.4	36	0.03	0.03
93	Topaklar				Topaklar	0.0	56	0.00	0.00		

Çizelge B. 1 (devam): Türkiye jeotermal kapasite envanteri (referans sıcaklığı: 15 °C).

13	ÇANAKKALE	94	Bayramiç-Yukarıpalamut				Palamutova	0.3	35	0.03	0.03
		95	Bayramiç-Külcüler				Külcüler	1.0	35	0.08	0.09
14	ÇANKIRI						Doğu Kaynağı	0.2	26	0.01	
		96	Atkaracalar-Çavundur	51	52	7.76	Çavundur Kaplıcası Kaynakları	0.0	38	0.00	7.76
		97	Kösehamam				Kösehamam	1.1	27	0.05	0.05
15	ÇORUM	98	Karakoças				Karakoças	1.5	25	0.06	0.06
		99	Mecitözü-Figani	55	37	4.98	Hamam	2.5	37	0.23	5.26
							Köye verilen sular	1.0	28	0.05	
		100	Hamamlıçay	57	30	3.46	Hamamlıçay	1.5	30	0.09	3.55
16	DENİZLİ	101	Kızıldere	250	217	207.86					207.86
		102	Babacık ve Demirtaş				Babacık	2.0	62	0.39	0.39
							Demirtaş	0.0	70	0.00	
		103	Tekkehamam Uyuz-İnalı	27	139	13.54	Tekkehamam-İnalı Uyuz	30.0	77	7.65	21.19
		104	Bölmekaya				Bölmekaya	0.2	36	0.02	0.02
		105	Yenice	164	65	33.77	Yenice	0.3	36	0.03	33.79
							Kamara	0.0	27	0.00	
		106	Gölemesli	340	70	77.01	Gölemesli	0.0	54	0.00	77.01
		107	Buldan-Efe				Efe	0.6	25	0.02	0.02
		108	Karahayit				İnteroni	75.0	50	10.80	12.47
							Yukarı Şanlı	5.0	34	0.39	
							Köviçi Kaynak 1	4.0	50	0.58	
							Köviçi Kaynak 2	0.5	41	0.05	
							Hanife Sırtı	0.7	27	0.03	
							La Fonten Motel	3.0	35	0.24	
		109	Pamukkale				Sıcaksu Kaynakları	385.0	35	31.69	31.69
		110	Çardak-Beylerli Ilıcavınar	28	40	2.82	Beylerli	0.0	31	0.00	2.82
17	DİYARBAKIR		Çermik	21	51	3.11	Çermik Kaplıcası	0.0	5	0.00	3.11
		111									
18	ELAZIĞ	112	Golan-Karakoçan	25	41	2.68	Golan-Karakoçan Kaynakları	25.0	38	2.34	5.02
19	ERZİNCAN	113	Erzincan Ilıca Köşküntler	6	32	0.41	Ilıca	1.0	29	0.06	0.47
							Köşküntker	0.1	29	0.01	
20	ERZURUM	114	Uzun Ahmet				Uzun Ahmet	3.0	35	0.25	0.25
		115	Pasinler	380	40	38.65	Deliceermik	2.0	26	0.09	41.64
							B.kaplıca	23.0	39	2.27	
							Köprüaltı	2.0	40	0.21	
							Dere	2.0	26	0.09	
							Belediye oteli	3.0	42	0.33	
		116	Pasinler-Asboğa				Asboğa	1.0	32	0.07	0.07
		117	Köprüküy				Kızılçermik	4.0	28	0.21	0.34
							Deliceermik	3.0	26	0.14	
		118	Ilıca	51	39	5.04	Kaplıca Kaynağı	4.0	39	0.40	5.56

Çizelge B. 1 (devam): Türkiye jeotermal kapasite envanteri (referans sıcaklığı: 15 °C).

20	ERZURUM	118					İstasyon Kaynağı	1.0	33	0.07		
								Mevkii	1.0	27		0.05
		119	Dumlu -Akdağ					Büyük Çermik	5.0	29	0.29	0.42
								Küçük Çermik	2.5	28	0.13	
								Yeşilyayla	0.0	33	0.00	
		120	Tekman-Gökoğlan					Gökoğlan	0.5	33	0.04	0.04
		121	Tekman-Meman					Meman	3.0	46	0.38	0.38
		122	Tekman-Hamzan					Hamzan Çermiği	0.0	57	0.00	0.00
		123	Horasan Çermik					Çermik	4.0	45	0.49	0.49
		124	Çat -Hölenk					Hölenk	4.0	32	0.28	0.28
125	Olur					Olur	2.0	37	0.18	0.18		
21	ESKİŞEHİR	126	Eskişehir-Kızılınler-Hasırca	9	42	1.00	Erkekler Hamamı	0.0	45	0.00	1.06	
							Kızılınler Kaynağı	0.6	38	0.06		
							Yenihamam	0.0	44	0.00		
							Has Hamamı	0.0	44	0.00		
							Şengül Hamamı	0.0	45	0.00		
		127	Hasırca					Kızılay Kampı Kaynağı	5.5	30	0.34	1.86
								Tayaygırı Kaynağı 1	15.5	34	1.18	
								Tayaygırı Kaynağı 2	2.7	32	0.19	
								Güney Kaplıcası	2.5	30	0.15	
		128	Aşağılıca					Aşağılıca 1	5.0	26	0.23	0.72
								Aşağılıca 2	10.0	27	0.49	
		129	Alpu-Uyuz Hamamı					Uyuz hamamı	2.5	30	0.15	0.15
		130	İnönü İlca					İnönü İlcası	15.0	28	0.80	0.80
		131	İnönü Pınarbaşı					Pınarbaşı	0.0	26	0.00	0.00
		132	Sakarlıca	16	54	2.59		Sakarlıca	0.0	56	0.00	2.59
		133	Hamamkarahisar					Hamamkarahisar	45.0	35	3.70	3.70
		134	Sivrihisar- Gümüşkonak					1.Nolu kaynak	19.0	31	1.25	2.29
								2.Nolu kaynak	0.0	30	0.00	
								3.Nolu kaynak	18.0	27	0.89	
								4.Nolu kaynak	3.0	27	0.15	
		135	Yarıkkı					Yarıkkı Kaplıcası	5.0	38	0.47	0.58
								Yarıkkı Maden Suyu	2.0	28	0.11	
		22	GAZİANTEP	136	Kartalköy				Kartalköy içmecesesi 1 + Kartalköyiçmecesesi-2	1.0	27	0.05
23	HAKKARİ	137	Sartaş ve Gölebakan				Sartaş	0.0	54	0.00	0.01	
								Gölebakan	0.1	39		0.00
24	HATAY	138	Tahtaköprü-Suluca				Tahtaköprü	3.0	27	0.15	0.17	
								Suluca-1	0.2	33		0.01
								Suluca-2	0.1	35		0.01
		139	Başlamış					Başlamış İçmecesesi	0.2	33	0.01	0.19
								Başlamış sıcak suları-erkekler hamamı	2.4	32	0.17	
						Kadınlar Hamamı	0.1	32	0.01			

Çizelge B. 1 (devam): Türkiye jeotermal kapasite envanteri (referans sıcaklığı: 15 °C).

24	HATAY	140	Reyhanlı				Suriye Hamamı Kaynağı	1.7	37	0.15	2.58
							Suriye Hamamı Deposu	3.3	37	0.31	
							Askeri Havuz kaynağı	14.6	37	1.33	
							Reyhanlı Kaplıcası-1	5.0	36	0.43	
							Reyhanlı Kaplıcası-2	2.5	36	0.21	
							Reyhanlı Kaplıcası-3	1.5	36	0.13	
							Reyhanlı Kaplıcası	0.3	28	0.02	
		141	Kırkhan-Koyuncu				Koyuncuhöyük	0.0	33	0.00	0.00
25	İÇEL	142	Güneyyolu				İçme-Üçlü Çeşme Kaynağı	0.2	38	0.01	0.09
							Yeni Havuz Kaynağı	0.4	37	0.03	
							Tavuk Damı Hamam Kaynağı	0.6	36	0.05	
26	İZMİR	143	Balçova	536	81	144.95					144.95
		144	Seferihisar	264	144	140.04					140.04
		145	Çeşme-Şifne	349	54	55.49	İlca Kaynağı	10.0	57	1.73	58.55
							Şifne Kaynağı	12.0	42	1.33	
		146	Aliğa	80	96	26.67	İlcaburnu	10.0	55	1.65	28.32
		147	Aliğa-Reşadiye				Reşadiye	3.0	29	0.17	0.17
		148	Bayındır-Ergenli	13	44	1.50					1.50
		149	Urla-Güzelbahçe	8	33	0.59	Gülbahçe	0.0	33	0.00	0.59
		150	Bergama	35	73	8.36	Sıcaksu Kaynakları	35.0	64	7.06	15.41
		151	Dikili- Madra-Bahçeliköy				Madra	0.0	32	0.00	0.35
							Bahçeliköy	0.0	25	0.00	
							Parastallı	0.0	27	0.00	
							Nebiler	2.0	57	0.35	
		152	Dikili	250	120	108.05					108.05
27	KARS	153	Kağızman-Kötek				Kötekdere	5.0	26	0.23	0.23
		154	Susuz				Susuz	2.0	26	0.09	0.09
28	KASTA-MONU	155	İlca				İlca Mahelesi-1	1.5	28	0.08	0.12
							İlca Mahelesi-2	0.7	28	0.04	
29	KAYSERİ	156	Çiftgöz- Tekgöz-Şelale	10	32	0.70	Çiftgöz Hamam Kaynağı	6.0	35	0.48	2.48
							Çiftgöz Pompa	0.0	35	0.00	
							Tekgöz Hamam	6.6	40	0.68	
							Şelale	10.0	30	0.62	
		157	Bayramhacılı				Kaplıca Kaynağı	1.0	42	0.11	1.95
							Açık kaynak	15.0	45	1.84	
		158	Himmetdede-Çiftgöz				Karakimse	25.0	26	1.08	1.08
		159	Kuşçu				Kuşçu	1.0	33	0.07	0.07
30	KIRŞEHİR	160	Erciyes-Boğazköprü	100	38	9.47					9.47
		161	Terme	688	51	102.57	Terme	12.0	41	1.27	103.85
		162	Bulamaçlı	5	37	0.41	Bulamaçlı Kaynak-1+Bulamaçlı Kaynak-2	1.5	44	0.18	0.59
		163	Mahmutlu				Mahmutlu Küçükhamam	2.0	70	0.45	4.49
							Büyükhamam	20.0	64	4.03	
		164	Karakurt	12	51	1.78	Karakurt	3.0	50	0.43	2.33
							Türbe	0.2	31	0.01	

Çizelge B. 1 (devam): Türkiye jeotermal kapasite envanteri (referans sıcaklığı: 15 °C).

30	KIRŞEHİR	164					Yarma	1.5	32	0.10	
		165	Savcılı	5	34	0.42	Savcılı İlca	4.5	35	0.37	0.78
		166	Mucur				Kıran Köyü Kuyusu	0.0	34	0.00	0.00
		167	Akpınar				Derekenarı	0.0	30	0.00	0.00
31	KOCA-ELİ		Yazlıköy				Yazlıköy Kaplıca Kaynağı	4.0	31	0.50	0.50
32	KONYA	169	Ilgın	180	42	19.71	Sıcaksu Kaynakları	28.0	30	1.73	21.44
		170	Çavuşçugöl				1 nolu kaynak	2.5	27	0.12	0.56
							2 nolu kaynak	2.5	28	0.13	
							3 nolu kaynak	0.5	26	0.02	
							4 nolu kaynak	5.0	29	0.29	
		171	Beysşehir-Köşkköy	11	35	0.91	Köşkköy Kaplıca Kaynağı	7.1	35	0.58	1.49
		172	Cihanbeyli				Ilıcınar	1.2	29	0.07	0.11
							Eskimüşhilsu	0.5	33	0.04	
		173	Ereğli-Akhüyük				Kükürtlü	0.5	28	0.02	0.02
		174	Seydisşehir				Seydisehir ılıca kaynağı-1	0.1	31	0.01	0.10
							Seydisehir ılıca kaynağı-2	0.2	32	0.01	
							Höyük tepenin GD'daki kaynak	1.5	27	0.07	
		175	Beysşehir	16	35	1.28	Ilıca Kaynağı	0.3	35	0.02	1.30
		176	Hüyük-Çavuşköy				1.kaynak	1.3	25	0.05	0.15
					2.kaynak	2.3	26	0.10			
177	Demirkent	90	42	10.13					10.13		
33	KÜTAHYA	178	Simav-Eynal-Çitgöl-Nasa	476	109	184.27	Eynal Sıcaksu Kaynakları	2.1	61	0.39	184.98
							Çitgöl	0.0	80	0.00	
							Naşa	2.0	53	0.31	
		179	Gediz-Abide	119	83	33.47					33.47
		180	Muratdağı				Kaplıca	7.0	39	0.69	0.74
							Uyuz Hamamı	0.5	37	0.05	
		181	Yoncalı	119	41	12.80	Çelik-Dübecik-Yoncalı Hamamları	3.0	37	0.27	13.38
							Erkekler Hamamı	3.0	41	0.32	
		182	Emet	22	46	2.80	Yeşilhamam	0.0	44	0.00	2.80
							Kaynarca	0.0	47	0.00	
		183	Yeniceköy					0.5	41	0.05	0.05
		184	Dereli				Dereli	25.0	40	2.60	8.08
							Kadınlar Hamamı	50.0	42	5.47	
		185	Göbel				Göbel	60.0	34	4.77	4.77
		186	Ilıca (Harlek)	45	37	4.07	Kadınlar Hamamı	5.0	30	0.31	4.61
							Erkekler Hamamı	0.0	41	0.00	
							Hasulas	4.0	29	0.23	
		187	Hisarcık				Yukarı Yoncaaağaç-1	2.0	46	0.26	0.28
					Yukarı Yoncaaağaç-2	0.2	46	0.03			
188	Şaphane	233	84	66.36	Topal Ahmetler	0.0	26	0.00	66.36		

Çizelge B. 1 (devam): Türkiye jeotermal kapasite envanteri (referans sıcaklığı: 15 °C).

34	MALATYA	189	Hekimhan-Hamampınarı				Hamampınarı	1.0	29	0.06	0.06
35	MANİSA	190	Turgutlu- Urganlı	225	76	56.48	Akhamam	1.5	80	0.40	61.82
							Çamurlu Kaynak	2.0	80	0.54	
							Garkın Hamamı	5.0	73	1.19	
							Uyuz Hamam	5.0	53	0.78	
							Esas Kaynak	5.0	65	1.02	
							Kırk Damlalar	1.0	77	0.26	
							Kovalık Kaynak	3.0	51	0.44	
							Kumkaldıran	3.0	73	0.72	
		191	Salihli-Kurşunlu	150	104	55.15					55.15
		192	Alaşehir-Horzumsazdere	59	88	17.74	Horzumzade-Göbekli-Girme Kaynakları	3.0	52	0.45	18.19
		193	Koprubasi-Saraycık	67	71	15.37	Saraycık Kaynakları	0.0	47	0.00	15.37
		194	Kula -Emir	140	64	27.99	Köprü Tepe-1	1.5	38	0.14	29.73
							Köprü Tepe-2	0.3	30	0.02	
							Fokurdak	2.0	42	0.22	
							Emirhamamı-1	0.5	45	0.06	
							Emirhamamı-2	5.0	58	0.88	
							Geren Çayı	1.0	50	0.14	
							Emirhamamı	1.0	60	0.19	
							Gediz kenarı	1.0	36	0.09	
		195	Demirci -Eskihisar	30	37	2.72	Eskihamam	0.5	29	0.03	2.75
		196	Alaşehir-Sarıköz	15	45	1.85	Sarıköz	2.0	27	0.10	1.95
		197	Soma-Menteşe				Menteşe	2.0	57	0.35	0.35
		198	Sarıgöl				Veli Çeşmesi	0.0	26	0.00	0.00
		199	Caferbeyli	7	155	3.75					3.75
		200	Kavaklıdere	7	215	5.35					5.35
36	K.MARAŞ	201	Suleymanlı	175	45	21.70	Dere Kaynağı	3.4	41	0.37	22.07
37	MARDİN	202	Germav				Germav	1.5	64	0.30	0.30
38	MUĞLA	203	Yatagan-Bozhüyük	22	35	1.81	Bozhüyük	2.0	37	0.18	1.99
		204	Köyceğiz- Sultaniye-Delibey				Kubbeli Hamam	10.1	41	1.09	7.37
							Küçük Hamam	10.2	41	1.09	
							Sultaniye	15.0	37	1.36	
							Delibey	25.0	38	2.32	
							Rıza Çavuş	5.3	39	0.52	
							Rıza Çavuş	3.0	34	0.23	
							Gelgirime	8.5	37	0.77	
		205	Bodrum- Karaada				Karaada Kaynağı	25.0	32	1.75	1.75
		206	Fethiye-Geberler				Gebeler	2.0	37	0.18	0.18
		207	Ortaca-Çurukardı				Çürükardı	35.0	29	2.02	2.02
		208	Gölbaşı-İlica				Gölbaşı	42.5	28	2.27	2.52

Çizelge B. 1 (devam): Türkiye jeotermal kapasite envanteri (referans sıcaklığı: 15 °C).

38	MÜĞ-LA	208					Ilıca	5.5	26	0.25	
39	MUŞ	209	Varto				Yukarı Alagöz	65.0	27	3.08	3.24
							Aşağı Alagöz	1.3	30	0.07	
							Kaynarca Köyü Kaynağı	0.2	32	0.01	
							Güzelkent Kaynağı	1.2	30	0.07	
							Güm güm Gölü Kaynağı	0.0	25	0.00	
		210	Derik				Derik	0.0	25	0.00	0.00
		211	Kaynarca				Kaynarca	0.2	32	0.01	0.01
40	NEVŞEHİR	212	Kozaklı	247	91	77.50	Yığıtlar GB Kaynağı	10.0	29	0.58	78.08
		213	Acıgöl-Karacaören				Acıgöl	2.5	28	0.13	0.13
		214	Avanos-Sevincili-Gölbaglar				Sevincili	0.0	25	0.00	0.01
							Gölbagları	0.1	27	0.00	
41	NİĞDE	215	Narkoy	51	65	10.39	Acıgöl yanındaki kaynak	0.5	45	0.06	10.45
							Acıgöl içindeki kaynak	0.0	29	0.00	
		216	Ciftehan	4	52	0.60	Büyükotel Kaynağı	0.7	52	0.11	1.85
							Kükürtlü Kaynağı	2.1	54	0.33	
							Çamaşırılık Kaynağı	0.1	51	0.01	
							Çelikli Kaynağı	5.0	54	0.79	
		217	Niğde-Derdalan				Derdalan Kaplıca Kayağı	8.0	30	0.48	0.48
42	ORDU	218	Fatsa-Sarmaşık	0	24	0.00	Kaplıca Kaynağı	1.2	48	0.16	0.17
		219	Kumru-Yalnızdam				Kaynak	0.0	27	0.00	0.00
43	RİZE	220	Ayder	42	56	7.00	Kaynak-1	0.5	47	0.07	7.22
							Kaynak-2	2.0	33	0.15	
		221	İkizdere-İlcaköy	9	67	1.84	Kapalı Mekan Kaplıca Binası	0.4	30	0.02	1.87
							Yol Kenarı Açık	0.1	30	0.01	
							Dere Kenarı	0.0	27	0.00	
44	SAKARYA	222	Kuzuluk	271	81	73.55	Kuzuluk	2.1	41	0.22	73.76
		223	Taraklı				K-1	0.6	41	0.07	0.41
							K-2	0.5	36	0.04	
							K-3	1.1	40	0.11	
							K-4	1.0	37	0.09	
							K-5	2.0	26	0.09	
							K-6	0.1	31	0.01	
		224	Gevye Ahibaba-İlcaköy				Ahibaba Kaynağı	1.5	27	0.07	0.30
							İlcaköy Kaynağı	4.0	29	0.23	
45	SAMSUN	225	Havza	144	55	23.51					23.51
		226	Ladik-Hamahayığı	91	37	8.16	Hamamayağı Kaynağı	18.0	36	1.56	9.72
46	SİİRT	227	Billoris				Kaplıca Kaynağı	90.0	35	7.22	8.77
							İkinci Kaynak	10.0	35	0.80	
							Ilıca Kaynağı	0.0	34	0.00	
							Çempir ılısu Kaynağı	0.0	31	0.00	
							Lif ılısu Kaynağı	10.0	33	0.74	

Çizelge B. 1 (devam): Türkiye jeotermal kapasite envanteri (referans sıcaklığı: 15 °C).

47	SİVAS	228	Sıcak Çermik, Yıldızeli	832	48	111.30	Sıcak Çermik	3.0	31	0.20	111.70
						Delikaya Alanı	2.8	31	0.18		
						Sarıkaya Alanı	0.5	26	0.02		
		229	Yıldızeli,Gündoğan	8	29	0.43	Gündoğan Kaynağı	0.6	27	0.03	0.46
		230	Suşehri-Akçaağıl	2	58	0.27	Akçaağıl	1.0	37	0.09	0.36
		231	Şarkışla-Ortaköy	24	36	2.07	Eskiöz Kaynağı	2.8	30	0.17	2.67
						Kaplıca Kaynağı	3.0	36	0.26		
						Topakkaya Kaynağı	3.0	29	0.17		
		232	Soğuk Çermik				Soğuk Çermik Kaynağı	15.0	27	0.71	0.71
233	Şarkışla-Alaman				Alaman	4.0	37	0.36	0.36		
234	Balıklı Çermik				Balıklı Çermik	10.0	36	0.86	0.86		
235	Çetinkaya-Kalkım				Kalkım	25.0	29	1.44	1.44		
48	TOKAT	236	Resadiye	30	47	3.89	Kaplıca Kaynakları	4.3	45	0.52	4.41
		237	Sulusaray	57	45	7.16	Kaplıca Kaynağı	2.6	38	0.24	7.40
		238	Erbaa-Gökbel				Gökbel Çermiği	0.1	41	0.01	0.01
		239	Sarıyazı				Sarıyazı	0.1	32	0.01	0.01
		240	Niksar-Ayvaz				Ayvaz Ilıca Kaynağı	1.5	27	0.07	0.07
		241	Niksar-Korulu				Korulu kaynağı	0.3	26	0.01	0.01
49	TUNCELİ	242	Mazgirt				Bağın Kaplıcası	2.5	38	0.24	0.24
50	ŞANLIURFA	243	Yardımcı-Karaali	155	44	18.70					18.70
51	UŞAK	244	Emirfakı-Akbulak				Emirfakı Kaplıcası	3.0	38	0.28	0.28
						Akbulak Kaplıcası	0.0	31	0.00		
		245	Banaz-Hamambogazı	114	66	23.91	Sıcaksu Kaynakları	0.0	39	0.00	23.91
		246	Banaz-Kızılcaören				Maden Suyu	1.0	25	0.04	0.16
						Ilıca Kaynağı	3.0	25	0.12		
		247	Ulubey-Aksaz	15	37	1.36	Aksaz Kaplıcası Kaynakları	28.0	36	2.42	3.78
		248	Ulubey-Hasköy				Hasköy	0.5	34	0.04	0.04
249	Örencik				Örencik	0.0	32	0.00	0.00		
52	VAN	250	Ecis-Zılan	66	87	19.49	Şorköy	18.0	61	3.41	24.17
						Hasanabdal	9.0	50	1.28		
		251	Çaldıran-Ayrancı				Doğal Kaptaj	1.0	61	0.19	1.02
						Doğal Kaptaj KD Kaynak Grubu	1.5	23	0.05		
						Ova Kaynak Grubu	8.0	38	0.76		
						Ova Kuzey Kaynak Grubu	1.0	23	0.03		
		252	Çaldıran-Buğulu				Buğulu Kaynak	5.0	37	0.45	0.45
		253	Özalp-Çaybağı	30	87	8.89	Çaybağı	0.1	61	0.02	8.91
		254	Gürpınar-Yurtbaşı				Seyhan Kaynağı	1.5	25	0.06	0.06
		255	Başkale-Çamlık				Çamlık Kaynağı	1.5	34	0.12	0.12
53	YOZGAT	256	Boğazlıyan-Çavlak	225	38	21.51	Büyük kaynak	320.0	34	25.03	46.64
						Küçük kaynak	1.0	41	0.10		
		257	Boğazlıyan-Uzunlu	10	30	0.62	Kaplıca Kaynağı	8.0	29	0.46	1.08

Çizelge B. 1 (devam): Türkiye jeotermal kapasite envanteri (referans sıcaklığı: 15 °C).

53	YOZGAT	258	Akdağmadeni-Karadikmen				Ilıca Kaynakları	0.4	35	0.03	0.06	
							Uyuz	0.1	28	0.00		
							Çalışkan Ilıcası Kaynakları	0.3	33	0.02		
		259	Sorgun	29	68	6.39	Bedirbaba kaynağı	3.0	47	0.40	17.30	
							YeniÇelteç	50.0	45	6.17		
							Saray Kaynağı	17.0	73	4.06		
							Köhne Kaynağı	1.5	61	0.28		
		260	Sarıkaya				Kaplıca	20.0	48	2.72	3.75	
							Uyuz	8.0	47	1.04		
		261	Yerköy-Güvem	4	44	0.48	Aslan Ağızı	0.5	41	0.05	0.74	
							Çamur ılıcası	0.0	45	0.00		
							DSI Sondajı	2.0	41	0.21		
		262	Saraykent				Saraykent	0.0	46	0.00	0.00	
		263	Günden				Günden	15.0	25	0.62	0.62	
54	ZONGULDAK	264	Kokaksu				Kokaksu	6.5	27	0.32	0.32	
		265	Kozlu				Ilısu	23.0	30	1.37	1.37	
55	AKSARAY	266	Ziga-Yaprakhisar				Ziga Sıcaksu Kaynakları	0.0	48	0.00	0.00	
							Yaprakhisar Sıcaksu Kaynakları	0.0	33	0.00		
		267	Güzelyurt-Ilisu-Sivrihisar				Dereici Göl Kaynağı	0.0	29	0.00	0.00	
							Göl Kaynağı	0.0	36	0.00		
							Erkekler Hamamı	0.0	36	0.00		
							Kadınlar Hamamı	0.0	36	0.00		
							Çamrama Pınar	0.0	26	0.00		
		268	Tuzlusu				Tuzlusu	1.0	31	0.07	0.07	
		269	Güzelyurt-Şahinkalesi	40	35	3.28						3.28
56	KARAMAN	270									16.42	
			Sofular Acıgöl	83	63	16.31	Sofular Acıgöl Kaynaklar	1.3	37	0.11		
57	BATMAN	271	Kozluk-Taşlıdere					16.0	83	4.48	4.48	
58	ŞIRNAK	272	Güçlükonak-Hısta					2.0	64	0.40	0.40	
							Hısta					
59	ARDAHAN	273	Delikliyaş ve Kayabeyi				Dellikliyaş Çermiği	3.0	30	0.19	0.34	
							Kayabeyi Çermiği	3.5	26	0.16		
60	YALOVA	274	Termal	3	40	0.26	Yalova	34.0	63	6.69	6.95	
		275	Armutlu	63	69	13.92	Sıcaksu Kaynakları	22.5	60	4.17	18.09	
61	KARABÜK	276	Akkaya				Akkaya	0.8	26	0.04	0.33	
							Arkın	4.0	33	0.30		
62	OSMANİYE	277										1.62
			Haruniye	1	34	0.08	Haruniye	22.0	32	1.54		
63	DÜZCE	278	Efteni				Efteni Kaplıcası	4.5	43	0.52	0.59	
							Değirmendere Kaynağı	1.5	27	0.07		
		279	Derdin					Kaplıca Kaynağı	1.4	31		0.09
											Toplam	5944.20

EK C. Olasılık Çalışmasında Veri Tabanı Oluşturulması İçin Yaklaşım

Hidrotermal taşınım sistemlerinin esas bileşenleri ısı kaynağı, genellikle su (nadiren buhar) olan akışkan ve düşük yoğunluklu akışkanların yukarı çıkmasını sağlayan düşey geçirgenliktir. Bu tür jeotermal sistemleri oluşturan düşey geçirgenlik ilk kez Donaldson vd. (1983) ve daha sonra Serpen (2001a) tarafından incelenmiştir. Enerjinin rezervuar ve yüzeye birincil taşınma mekanizmasının sıcak akışkanların taşınımı olduğu bilinmektedir.

Dünyada ve ülkemizde hidrotermal taşınım sistemlerinin jeolojik oluşumları farklıdır. Dünyada volkanizmaya bağlı oluşumlar hidrotermal sistemlerin oluşumunda başı çekerken, ülkemizde Havza ve Sirt (Basin and Range) tip olanlar öne çıkmaktadır. Havza ve Sirt terimi özel olup sadece ABD'nin batısında yayılan metamorfik bir masifin birbirine koşut horst ve grabenlerle donanmış bir kesimi için kullanılmaktadır. Türkiye'deki Menderes Metamorfik Masifi de jeolojik olarak bu yapıya benzemektedir (Çemen, 2002). Volkanik oluşumlarda genç volkanizmanın kalan ısısı önemli rol oynarken, yüksek sıcaklıklı "Havza ve Sirt" tip sistemlerde bölgesel yüksek ısı akısı önemli rol oynar. Her iki tür oluşumda da fay zonları akışkan hareketi için en uygun kanallardır ve özellikle kesişen önemli yapılar akışkan hareketini kontrol etmektedir. Bazen normal ısı akısının olduğu yerlerde, uygun çatlaklı yapıların bulunması halinde, taşınım jeotermal sistemleri oluşturabilir (Kassoy ve Zebib, 1978). Menderes Masifi'nde oluşan yüksek sıcaklıklı jeotermal sistemlerin hemen hepsi K-G yönelimli eski Miyosen grabenleri ile şimdiki varolan D-B istikametli grabenlerin kesişme yerlerinde bulunmaktadır. Bazen de beslenme alanının yüksek olduğu yerler topoğrafyanın sağladığı avantajla, güçlendirilmiş taşınım (forced convection), jeotermal sistemlerin oluşumunu kolaylaştırır (Hochstein vd., 1990; Hochstein, 1990). Ülkemizde bu son iki mekanizmanın biri ve ikisinin birlikte çalıştığı taşınım sistemleri çok olup Bursa'daki Çekirge ve Kükürtlü sistemleri her iki mekanizmanın en somut örnekleridir (Imbach, 1997). Ülkemizde de genç volkanik oluşumlar bulunmaktadır. Bunlardan Ege Bölgesi'ndeki Kula ve Doğu Anadolu'daki Nemrut dışında bu tür jeotermal sistemler için herhangi bir çalışma gerçekleştirilmemiş olup, adigeçen iki sistemde gerçekleştirilmiş çalışmalar da sınırlıdır ve hiçbir somut sonuca ulaşmamıştır.

Ülkemizdeki belli başlı jeotermal sahaların potansiyelini belirleme amacıyla yapılan bu çalışmada, her bir saha için 13 kadar parametre değerlendirilmiş ve bunlar için

bağımlı ve bağımsız değişkenler dağılımlar olarak kullanılmıştır. Bu değişkenlerin hepsi, kendi çerçevesinde önemli olmakla birlikte, bazılarının sonuçları diğerlerinden daha fazla etkilediği gözlenmiştir. Serpen (2001b) Balçova'nın potansiyelini belirlemek için gerçekleştirdiği Monte Carlo çalışmasındaki duyarlılık analizinde; tespit edilen jeotermal potansiyelin, birinci derecede jeotermal sahanın hacmini belirleyen alan ve kalınlığa, daha sonra da sırasıyla üretilebilirlik faktörüne, sıcaklığa, dönüşüm faktörüne ve daha küçük ölçekte de kayaç ve akışkan özelliklerine duyarlı olduğunu göstermiştir. Bundan ötürü, bu potansiyel belirleme çalışmasında kullanılan bu değişkenlerin, bu çalışma çerçevesinde genel bir bakış açısıyla gözden geçirilmesi ve değerlerinin belirlenmesinde kullanılan yaklaşımın ana elemanlarının genel olarak incelenmesi, aşağıda sunulmaktadır.

Bunun yanında, kaynak rezerv tahminleri, kayaç ve akışkanın belli bir hacim içinde depolanmış ısı enerjileri üzerine bina edilmiş olup, beslenme ile alttan ve/veya yandan eklenen ısı, bu tahminlerde dikkate alınmamaktadır. Bundan ötürü, yapılan tahminler bir minimumu işaret etmektedir. Ancak, depolanan ısı yanında beslenen ısının önemli olmadığı Nathenson (1975) ve Muffler ve Cataldi (1978) tarafından belirtilmiştir. Öte yandan, aynı araştırmacılar dışa akışı yüksek olan jeotermal sistemlerin beslenme ısı enerjisinin yüksek olduğunu ifade etmektedirler ve bunun bu tür sistemlerde tahmin sonuçlarını etkileyebileceği belirtilmektedir. Ülkemizde dışa ısı akışının büyük ve yaygın olduğu jeotermal sistemler (Wairakei gibi) bulunmamaktadır. Dışa ısı akışı ülkemizde Kızıldere, Balçova ve Ömer-Gecek sahaları için hesaplanmış (Serpen, 2001a; Satman vd., 2001; Satman vd., 2005a) ve sonuçlar bu jeotermal sistemlerin sırasıyla, orta büyüklüğün alt kısmı, küçük ve küçüküğün üst kısmı gibi büyüklüklerde olduğunu göstermiştir.

Rezervuar Hacmi Tahminleri: Bir rezervuardaki ısı enerjisinin tahminindeki en büyük belirsizlik rezervuarın hacmi ve bunun bileşenleri olan alan ve kalınlıktır. Ülkemizdeki “Havza ve Sırt” tipi sistemlerde jeotermal anomalinin yayılımı graben ve Menderes Masifi'ndeki sıyrılma fayları gibi önemli fay zonlarıyla ve bunların kesiştiği yapılar boyunca yukarıya doğru yükselen ısınmış jeotermal akışkanlar, değişik derinliklerde buldukları çatlaklı yapılarla yanal olarak dağılarak, jeotermal rezervuarların alanlarını oluşturmuşlardır. Bu alanlar değişik derinliklerde farklı büyüklükte olabilir ve bazan sıcaqsu rezervuarı-ısı rezervuar Serpen (2001a), bazan da numaralandırılarak 1. ve 2. Rezervuar olarak adlandırılmaktadırlar. Bu

anlatılanlardan da anlaşılacağı gibi, rezervuar geometrileri son derece karmaşık olup gerçek hacimleri belirlemek son derece zordur. Zaten bu nedenle stokastik çalışma yoluna gidilmiştir. Bu çalışmada değerlendirilen jeotermal sistemlerin küçük bir kısmında rezervuarın alanı sondajlarla doğrudan belirlenmiştir. Hatta bunlar bile kesin olmayıp, yeni sondajlarla alanı genişleyen Balçova jeotermal sistemi gibi olanlar vardır (Aksoy vd., 2008). Kızıldere jeotermal sistemine keşiften 30 ve 40 yıl sonra yapılan sırasıyla R-1 ve DK-1 kuyuları sistemin hem düşey hem de yatay olarak giderek genişlediğini göstermiştir. Delinmiş ve hedefe ulaşmış kuyular gibi doğrudan kanıt eksikliğinden ötürü, her sistem için doğrudan olmayan kanıtların kullanılması gerekmektedir. USGS'in yaptığı ve Rapor 790'da Brook vd. (1979)'nin yayınladığı çalışmada küçük sahalar için kanıt olarak sadece bir kaplıca suyu veya kuyu olan yerlerde alanlar için minimum 1 km², maksimum 3 km² ve en olası 2 km² gibi değerler atfedilerek tahminler yapılmıştır. Atfedilen değerlerin jeofizik ve jeolojik çalışmalar yapılan bu tür küçük sistemler için geçerli olduğunun görüldüğü söylenmiştir. Bu çalışmada, bu aşamada bu yola gidilmemiş ve yapısal durumlardan, birkaç kuyunun ve kaplıca sularının kimyasal özelliklerinin aynı olmasından ve alterasyon bölgelerinden alanların yayılımı için çıkarsamalar yapılmıştır. Örneğin, bir fay boyunca çıkan kaplıca sularının jeotermal alanın bir yatay boyutunu belirlediği varsayılmış ve fay zonunun kalınlığı ikinci yatay boyut olarak alınmıştır. Fay zonu literatürde 100-500 m arasında değişmektedir (Williams vd., 2008). Burada alterasyon yayılımı ve kaplıca çıkışlarının dağılımı rezervuarın yanal yayılımında dikkate alınmıştır.

Bazı jeotermal sistemlerde düşük rezistivite anomalileri hidrotermal sistemlerle ilişkilendirilmiştir. Düşük rezistiviteli alanların yayılımı jeotermal sistem alanının yayılımını tahmin etmek için kullanılmıştır. Gravite ve nadiren manyetik, yapısal durumdan giderek alanların tahmininde yardımcı olmak üzere kullanılmışlardır.

Rezervuar hacminin önemli bir bileşeni olan ve duyarlılık analizinde de bunun işaret edildiği rezervuar kalınlığının belirlenmesinde, rezervuarların çoğunun geometrisi karmaşık olduğu için, USGS Rapor 790'da (Brook vd. 1979) belirtildiği gibi üniform bir kalınlık alınarak jeotermal potansiyel hesapları yapılmıştır. Hatta bu kalınlığı maksimum 3 km kabul ederek, aksine bir kanıt olmadığı sürece, rezervuar tabanını 3 km derinde varsaymıştır. Rezervuar tavanı eğer sıcaklık profili yok ise, 500 m alınmış ve olası kalınlık 1.5 km varsayılmıştır. Bu doktora çalışmasında esas olarak

sıcaklık profilleri rezervuar kalınlığının belirlenmesinde kullanılmıştır. USGS Rapor 790'da bahsedildiği gibi, hidrotermal sistemlerin kayaç ve akışkandan oluştuğu ve ısı enerjisinin çoğunun kayaçta toplandığı için, gözeneklilik ve geçirgenliği dikkate almaksızın rezervuarın kayaç hacminden ibaret olduğu varsayılmıştır. Bundan ötürü, rezervuarın gözenekli ve geçirgen kısımlarını ayırdetmek için herhangi bir çalışma yapılamamıştır. Bu çalışmada USGS'in işaret ettiği 3 km'lik kalınlık, sadece birkaç saha için, o da bu derinliğe yakın ve gidişatı bu derinliği gösterdiği kestirilen sıcaklık profillerinin varlığı durumunda kullanılmıştır. Rezistivite çalışmalarının bulunduğu yerlerde eğer kuyular da varsa, bu iki kaynaktan gelen veriler birleştirilerek kalınlık için dağılımlar oluşturulmuş, kuyuların bulunmadığı yerlerde ise, değişik jeofizik çalışmaların sentezinden bu veriler için çıkarsamalar yapılmıştır. Derin sıcaklık profillerinin bulunmadığı ve sığ kuyuların bulunduğu, fakat sadece kuyubaşında akış sıcaklıklarının ölçüldüğü veya herhangi bir sıcaklık verisinin olmadığı hallerde, yapısal durum göz önüne alınmış ve jeokimyadan elde edilen sıcaklık rezervuar sıcaklığı varsayılarak, yöre jeotermal gradyeninden sirkülasyon derinliği belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca, yüksek sıcaklıklı ($T > 80-90^{\circ}\text{C}$) ve yüksek debili kaplıca çıkışlarında bu akışkanların yüzeye yükselim sırasında az ısı kaybettikleri varsayılarak, jeotermometre sıcaklıkları dikkate alınmış ve bu akışkanların gradyenleri ona göre belirlenmiştir.

USGS'in ABD için yeni yaptığı jeotermal potansiyel çalışmasında, Williams vd. (2008) işletilmemiş jeotermal rezervuarların hacimleri için doğru tahminlerin oluşturulmasındaki zorluğu, arama ve geliştirme kuyularından elde edilen veri ve jeolojik kurgunun değişmesine bağlamaktadır. Bunun için, yeni çalışmada rezervuar hacim tahminlerinin jeolojik arama, jeofizik çalışmalar yanında, kuyu sonuçları ve üretim geçmişlerinden çıkartılmıştır. Ancak, ABD'de bu verilerin elde edildiği işletilen saha sayısı sınırlıdır ve bu sahalar son 30-35 yılda devreye alınanlardır. Dolayısıyla, diğer sahalar için yapılan tahminler Rapor 790'da uygulanan yöntem ile olmaktadır. Nitekim Williams vd. (2008) bazı durumlarda jeotermal sistemlerdeki bilgilerin kaplıca sularının kimyasal analizi, sıcaklık ve bazı kuyuların akış debileriyle sınırlı olduğunu söylemektedir.

Bu çalışma çerçevesinde rezervuar hacmi, eldeki verilere bağlı olarak birkaç şekilde belirlenmiştir. İçinde birçok kuyu ve onların sıcaklık profilleri olan Balçova (Aksoy vd., 2008), Ömer-Gecek (Satman vd., 2005a), Seferihisar (Aksoy, 2008a), Simav

(Aksoy, 2007) gibi sahalarda belli hacimlere atfedilen sıcaklıklarla depolanan ısı enerjisi doğrudan hesaplanmıştır. Ayrıca, Kızıldere için de üç boyutlu sıcaklık değerlendirmesi (Serpén vd., 2002 ve 2005) yapılmasına rağmen bu kullanılmamış ve saha daha iyi tanındığından, Kızıldere için saha jeoloji, jeofizik, kuyu sıcaklıkları ve rezervuar verilerinden faydalanılarak bir sığ sıcak su ve bir de derin termal rezervuar hacmi oluşturulmuştur (Serpén, 2001a). Bu verilerle stokastik çalışma yapılırken, hacim ve sıcaklık bağımlı değişkenler olarak kullanılmışlardır.

Rezervuar hacmiyle ilgili bir diğer yaklaşım olarak, jeotermal sahayı tanımladığı varsayılan rezistivite çalışmaları kullanılmıştır. Rezistivite çalışmalarının yaygın ve anlamlı olduğu ve jeotermal sistemi kapsadığı varsayılan yerlerde, ülkemiz jeotermal sahalarında tipik olan 5 ohm-m, 10 ohm-m ve 20 ohm-m'lik rezistivite anomalileri dağılımlar olarak hacimleri temsilen stokastik çalışmalara dahil edilmiştir.

Ege Kıyıları Jeotermal Sahaları: Dikili jeotermal sahasının hacmi hem Özurlan vd. (2005) rezistivite çalışması, hem de JICA (1986) rapordaki yapısal durum kullanılarak belirlenmiştir. İller Bankasının gerçekleştirdiği bir rezistivite çalışmasından (Girbalar, 2008) çeşitli derinliklerde düşük rezistivite anomalileri oluşturulmuş ve Edremit jeotermal sahasının düşük rezistiviteli hacmi geometrik ilişkiler kullanılarak tahmin edilmiştir. Kestanbol jeotermal sahasının hacmi Çağlar ve Demirörer (1999) tarafından yapılan bir rezistivite çalışmasından elde edilmiştir. Tuzla jeotermal sahasının hacmi WJEG (2006)'da gösterilen CSAMT çalışmasından ve yine aynı rapordaki jeolojik çalışmalardan belirlenmiştir.

Büyük Menderes Grabeni: Gümüşköy jeotermal sahasının hacmi BM (2008) tarafından gerçekleştirilen Magneto-Tellürik (MT) çalışması, yapısal durum ve derin kuyu sıcaklık profilinden çıkarılmıştır. Germencik Ömerbeyli jeotermal sahasının hacmi Demange vd. (1989) raporundaki rezistivite gravite ve sismik çalışmalarının yanında, kuyulardan alınan sıcaklık profilleriyle, elde edilmiştir. Yılmazköy-İmamköy jeotermal sahasının hacmi ise Yücel vd. (1994) tarafından gerçekleştirilen rezistivite çalışmasından üretilmiştir. Şimdiyedek MTA'nın gerçekleştirdiği rezistivite ve gravite çalışmaları Şahin (1985), Akdoğan ve Gülay (1988) ile Salavatlı jeotermal sahası için 3 boyutlu bir dağılım elde edilmiş ve tipik rezistivite değerleri için bulunan dağılımlar stokastik çalışmada kullanılmıştır. Ayrıca, Salavatlı'nın yapısal jeolojisi ile alterasyon minerolojisi de dikkate alınmıştır (Karamanderesi ve Helvacı, 2003). Salavatlı jeotermal sahasındaki büyük rezistivite anomalisi içerisinde

şimdiye dek kazılan bazıları birbirinden km'lerce uzaklıkta yapılan 9 kuyu ile yapılan rezistivite çalışmasının doğruluğu da test edilmiştir. Tekkehamam-Sarayköy jeotermal sisteminin hacmi ise Alakuş (2002), Alakuş (2003), Demirören (1969), Ekingen (1970), ENEL (1988), Kaya vd. (1985), Tezcan (1967), Tezcan (1975) ve Karamenderesi (2005) tarafından gerçekleştirilen rezistivite çalışmaları ve kuyu sıcaklıklarıyla üç ayrı sıcaklıklı üç ayrı düşük rezistivite hacmi oluşturularak, üretilmiştir. Gölemezli sahası, Özgüler vd. (1983) tarafından gerçekleştirilen rezistivite çalışması yanında yapılan derin kuyulardaki sıcaklık profilleri değerlendirilerek ortaya konulmuştur.

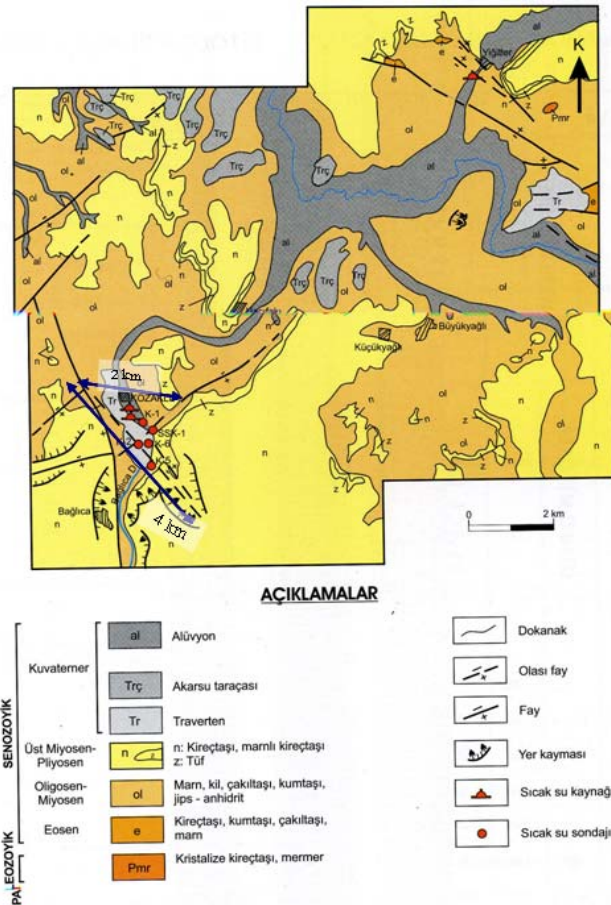
Gediz Grabeni: Salihli-Kurşunlu ve Kavaklıdere sahaları hacimleri Gülay (1970) ve Erdoğan (2006) tarafından Salihli-Alaşehir arasında gerçekleştirilen yaygın bir rezistivite ve Gökalp (1970)'in hidrojeolojik çalışmalarından elde edilmiştir. Salihli-Caferbeyli sahasının hacmi MTA'nın gerçekleştirdiği bir CSAMT çalışmasının Temimhan (2005) tarafından yapılan yorumlarıyla elde edilmiştir.

İç Ege: Simav jeotermal sahası hacmi, rezistivite çalışması yanında jeolojik çalışmalarla Beseme (1966), Ekingen (1977) ve Yücel vd. (1983) tarafından belirlenen yapısal durum ve kazılan kuyuların sıcaklık profillerinden elde edilmiştir. Demirci jeotermal sahasının hacmi Özurlan ve Şahin (2006) tarafından yapılan bir rezistivite çalışmasından elde edilmiştir. Bigadiç-Hisarköy sahası hacmi Şahin ve Mutlu (2000) tarafından yapılan rezistivite çalışmasıyla sıcaklık profillerinden elde edilmiştir. Sandıklı jeotermal sahasının hacmi yapısal durum ile kazılan çok sayıda kuyunun belirlediği alandan elde edilmiştir (Karamenderesi, 2008). Kızılcahamam jeotermal sahasının hacmi için Akın (2008) tarafından yapılan çalışmalar, kuyu sıcaklık profilleri ve yapısal durum kullanılmıştır. Gönen jeotermal sahasının hacmi, MTA tarafından yapılan rezistivite çalışmalarıyla Özen (1995), Tezcan (1963) ve Kartal (1973) tarafından yapılan jeolojik çalışmalarla yapısal durum ve kazılan birçok kuyudan elde edilen sıcaklık dağılımından faydalanılarak elde edilmiştir. Sıcaklık ve yaygın rezistivite çalışmasının (Gülay, 1969) bulunduğu Ömer-Gecek sahasında hacim belirlenmesinde sıcaklık dağılımı kullanılmasına rağmen, sıcak olan alanların rezistivite anomalisi ile yaklaşık olarak çakiştığı gözlemlendiğinden, sıcaklık ile tipik rezistivite değerleri arasında bir korelasyon araştırılmış ve kısmi bir korelasyon varlığı görülmüştür. Çobanlar-Heybeli sahasının hacmi için jeolojik ve jeofizik bilgiler Demirel vd. (2003) MTA raporundan alınmıştır. Gediz jeotermal

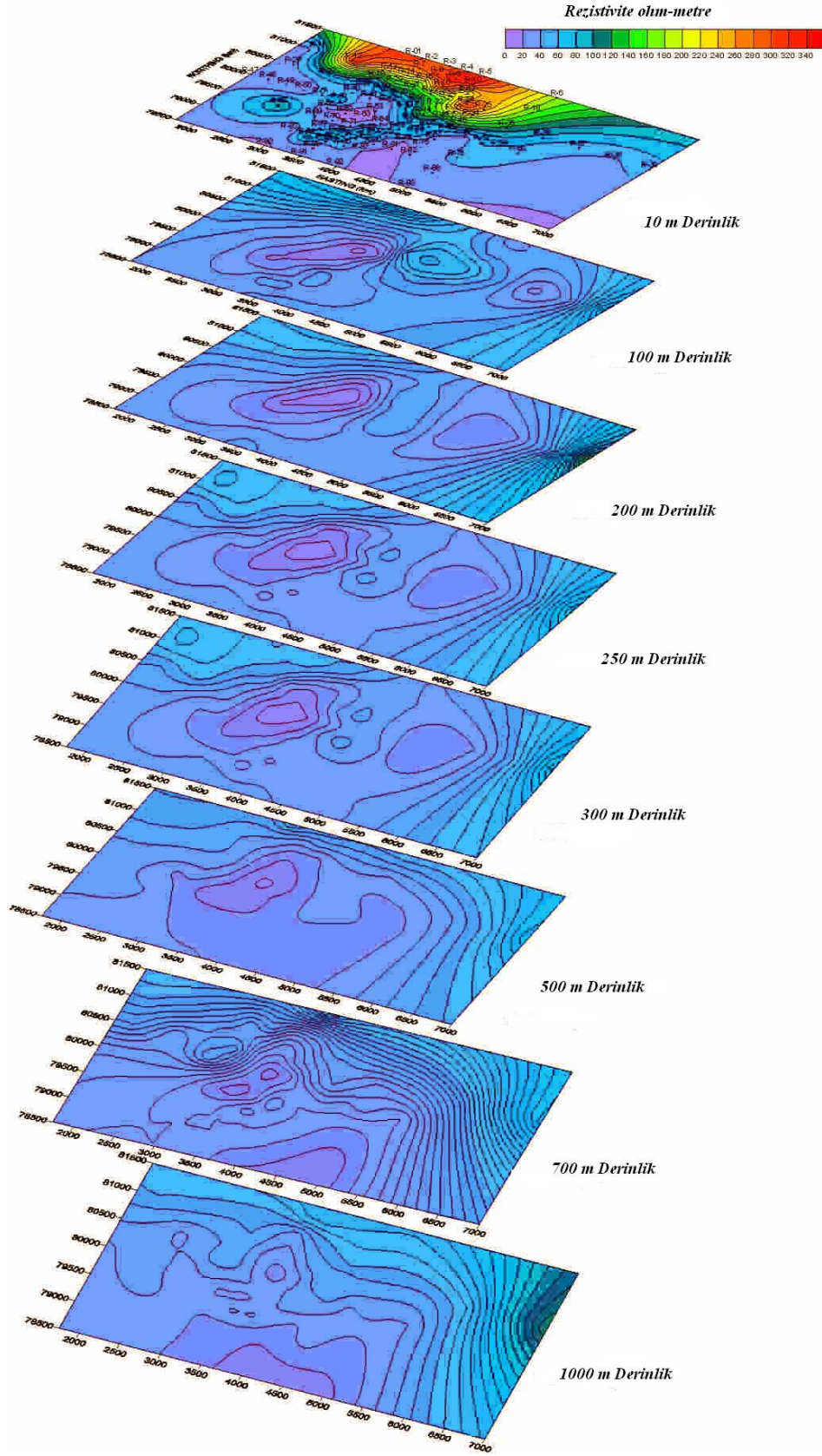
sahası için Burçak vd. (2004) MTA raporu kullanılarak hacim hesabı yapılmıştır. Şaphane jeotermal sahası için hacim tahmini Burçak vd. (2007) çalışmasından faydalanılarak gerçekleştirilmiştir.

Hacimsel Yöntemde Saha Parametrelerinin Belirlenmesine Birkaç Örnek

Kozaklı Sahası Parametrelerinin Belirlenmesi: Şekil C.1'deki jeolojik haritaya bakılarak en büyük alan olarak sondaj su kaynakları ve fayların olduğu alan dikkate alınmıştır. Haritadan mavi oklarla gösterilen eni 2 km ve boyu 4 km olan bir alan en büyük alan olarak belirlenmiştir. En küçük alan ise eni 1 km ve boyu 2 km olacak şekilde belirlenmiştir. Rezervuar kalınlığı (derinlik) için, elimizde 200 m ve 205 m derinliğe açılmış K1 ve K3 sondajları mevcuttur. Bu bilgi ışığı altında en düşük derinlik olarak 200 m belirlenmiştir. En olası ve en yüksek derinliklerin belirlenmesi için ise yeterli verinin olmadığı durumlarda bu değerler 500 m ve 1000 m olarak belirlenmişlerdir.



Şekil C.1: Kozaklı Sahasının jeolojik haritası (MTA, 2005).



Şekil C.2: Edremit Sahasının rezistivite haritası

Edremit Sahası Parametrelerinin Belirlenmesi: Şekil C.2’de Edremit Sahasının jeofizik verileri değerlendirilerek oluşturulan hacimsel model gösterilmektedir. 10 m, 100 m, 200 m, 250 m, 300 m, 500 m, 700 m ve 1000 m derinlikler için İller Bankası’ndan elde edilmiş rezistivite verileri ayrı ayrı değerlendirilerek sahanın derinlikle değişen rezistivite değerleri modellenmiştir. Bu modelde rezistivite değerlerinin düşük olduğu yerler ve yapılan sondajlar ve buralarda kaydedilen sıcaklık değerleri ile kesişen bölgeler olası saha hacmi olarak kullanılmıştır.

Üretilebilirlik Faktörü: Bu çalışmada jeotermal sahalardan elde edilecek enerjinin tahmini için kullanılan hacimsel modelin önemli bir parametresi, jeotermal üretilebilirlik faktörüdür. Kısaca üretilebilirlik olarak ifade edilebilecek olan bu faktör, rezervuardaki yerinde ısı enerjisinin ne kadarının üretilebileceğinin bir ifadesidir. Brook vd. (1979) bu parametreyi kuyubaşında (yüzeyde) üretilen enerjinin orijinal olarak rezervuarda bulunan enerjiye oranı olarak ifade etmektedir. Üretilebilirlik, jeotermal enerjinin rezervuardan çıkarılmasını engelleyen fiziksel ve teknolojik sınırlamaları yansıtır. Üretilebilirlik genel olarak jeotermal sistem tipine, gözenekliliğe, gözeneklerdeki suyun doğasına, rezervuar sıcaklığına ve üretim teknolojisine bağlıdır (Muffler ve Cataldi, 1978). Hacimsel model rezervuarın ısı içeriğini belirleyen bir yöntem olmasına rağmen, çatlak geçirgenliği konusunda bir bilgi sağlamaz. Kabul edilen bir üretilebilirlik faktörü, etken gözeneklilik ve geçirgenlik tahminini işin içine katar. Hem hacim, hem de akış karakteristikleri tahmin edilmek istendiğinde potansiyel problemler ortaya çıkar. Bazı jeotermal rezervuarlar yüksek çatlak geçirgenliği ile karakterize olmalarına rağmen, görece düşük akışkan hacimlerine sahiptir. Bunun yanında, çatlak geçirgenliği, gerilme ve akışkan kimyası durumundaki görece hızlı (jeolojik zaman) geçici değişikliklere karşı hassastır (Williams vd., 2008).

Nathenson (1975) ve Bodvarsson (1974) yaptıkları modellerde suyun hakim olduğu sistemler için üretilebilirliği, taneler arası akış veya süpürme ve düzlemsel akış (planar flow) prosesiyle ısı üretimi üzerine kurgulamışlardır. Modeller, rezervuar kayaçlarından ısı iletimiyle gözenek ve çatlaklardaki depolanan suyun ısındığını varsaymışlardır. Isınan ve yüzeye yükselerek üretilen suyun yerine, doğal beslenme (recharge) ve tekrar basma ile yeni soğuk suyun rezervuarı süpürdüğünü ve ısı iletimiyle ısındığı modellenmiştir. Rezervuardan çıkan suyun sıvı fazda olduğu ve

kuyu içinde iki fazda akabileceği varsayılmıştır. Nathenson (1975) modelinde, süpürme prosesi ile etken ve toplam gözenekliliği % 20 olan ideal bir rezervuarda ısı enerjisinin % 50'sinin üretilebileceğini tahmin etmiştir. Bununla birlikte, rezervuar hacminin bir kısmının gözenekli ve geçirgen olmadığı dikkate alınıp, ideal davranışı yansıtmayan bu durum için bir düzeltme faktörü kullanılması önerilmiştir. Nathenson ve Muffler (1975), ideal olmayan durumun üretilebilirliği yarıyarıya düşüreceğini tahmin etmişlerdir. Böylece, ilk yaklaşım olarak, suyun baskın olduğu sahalarda üretilebilirliğin %25 olabileceğini kabul etmişlerdir. Ayrıca, rezervuardan kuyubaşına akış sırasında %2-5 arasında kaybın oluşabileceğini, ancak daha büyük belirsizliklerin olduğu bu modellerde bu kadar küçük kaybın kullanılmasının haklı gösterilemeyebileceğini belirtmişlerdir.

USGS 790 sayılı raporda Brook vd. (1979) üretilebilirlik değerini Monte Carlo simülasyonu uygularken 0.25-0.50 (%25-50) arasında düzgün dağılım olarak kullanmıştır. Son yıllarda çalışan çatlaklı rezervuarlardan elde edilen yeni verilerle yapılan çalışmalarda Lovekin (2004) üretilebilirlik için 0.05-0.2 (%5-20) aralığını kullanmıştır. Eski modeller ve yeni çalışmalar arasındaki farklar, eski modellerde karmaşık çatlak yapısı yerine üniform yüksek gözeneklilikli rezervuarlar yanında, soğuk su girişi ve tekrar basma etkisinin dikkate alınması nedeniyle oluşmuştur (Nathenson, 1975; Bodvarsson ve Tsang, 1982; Garg ve Pritchett, 1997). Bu durumda, modellere göre, orijinal rezervuar akışkan hacminin birkaç katı kadar akışkan üretmek mümkün görünüyor, ancak, üretimin sınırlı birkaç çatlaktan yapılması durumunda istenen üretilebilirliği elde etmek olası olmayabilir. Bunun yanında, rezervuarın her tarafının çatlaklı bir yapıya sahip olması durumunda, bu rezervuardaki akış gözenekli rezervuarda üniform akışı yansıtabilir ve üretilebilirlik artar.

Bodvarsson (1974) çeşitli modeller için yaptığı analizde, üretilebilirlik faktörünün doğru hesaplamalarının genel olarak yapılabilir (feasible) olmadığını ve bu konuda kanıta dayanan tahminlere başvurulması gerektiği, kanısına varmıştır. Muffler ve Cataldi (1978) ise üretilebilirlik faktörünün belirlenmesinin görece olduğunu kabul etmiştir. Ancak, sıcak suyun etken olduğu sistemlerde %25'in altındaki bir değerin uygun olduğu konusunda genel bir uzlaşma olduğunu belirtmiştir.

Williams ve diğerleri, 2008 çatlak karakterizasyonu modelleri ve saha gözlemleri üzerine yaptığı araştırmadan sonra çatlaklı rezervuarlar için 0.08-0.2, fakat çökel

rezervuarlar için de 0.1-0.25 aralığında değişen üretilebilirlik dağılımları önermiştir. Sanyal ve diğerleri (2004b) ise 0.11 değerinin ortalama bir değer olarak alınabileceğini belirtmiştir.

Bu çalışmada üretilebilirlik faktörü en düşük 0.07, en olası 0.18 ve en yüksek 0.24 alınarak oluşturulan bir üçgen dağılım şeklinde tüm sahalar için kullanılmıştır. En düşük değer orijinal rezervuardaki suyun tamamının üretildiği varsayılarak hesaplanmış, en yüksek değer önerilen 0.25'in altında seçilmiş ve en olası değer için de literatürde verilen rakamların ortalaması alınmıştır.

Sıcaklık Tahminleri ve Jeotermometreler: Herşeyden önce, dünyada gelişen jeokimya çalışmalarının volkanik kaynaklı jeotermal sistemler için geliştirildiği bilinmelidir. Ülkemizdeki şimdiye kadar bulunan jeotermal kaynaklar bu tür olmadığı halde, keşfedilen kaynaklar üzerinde jeokimya çalışmaları adapte edilerek uygulanmaktadır. Ülkemizde şimdiye kadar keşfedilen jeotermal kaynaklar, genelde metamorfik ortamlarda dolaşan ve onlarla etkileşim halinde olan sular tarafından oluşturulmuştur. Ancak, bunları metamorfik kökenli sularla karıştırmamak lazımdır; sular metamorfizma sırasında oluşmamış olup, meteorik kökenlidirler. Yine de, metamorfik ortamlarda dolaşan suların jeokimyasının zor olduğu literatüre geçmiştir (Nicholson, 1993).

Jeotermal sistemlerin içerdiği ısı enerjisinin belirlenmesinde rezervuar sıcaklığı yukarıda belirtildiği gibi önemli bir yere sahiptir. Jeotermal rezervuar sıcaklıkları arama ve işletme kuyularından ölçümle belirlenir. Eğer doğrudan ölçülmüş sıcaklıkları yoksa, jeotermal rezervuarın karakterize edilebilmesi için, onların yerine jeotermometreler uygulanabilir. Jeotermometreler sıcaklığa bağlı, suyun kimyasal ve izotopik içeriğini kontrol eden kayaç-akışkan tepkimeleri üzerine kurulmuştur. Bir kuyu delinmeden önce bir jeotermal sahanın yeraltındaki sıcaklıklarının tahmini konusundaki bilgi eksikliğini, jeotermometreler doldurur. Kimyasal jeotermometreler jeotermal sistemlerin rezervuar sıcaklıklarını tahmin etmek için kullanılır. Bu yöntem sadece suyun hakim olduğu sıcak-su sistemlerine uygulanabilir çünkü sıcak suyun ortak kimyasal elementleri (SiO_2 , Na, K, Ca, Mg, Cl, HCO_3 ve CO_3) sıvı suda çözünürler.

Hesaplanan sıcaklıkların yorumlanması, su ile onu çevreleyen kayaç arasında olmuş olması olası tepkimeler hakkında bilgi gerektirir. Bu arada suyun kimyasal

analizindeki hatalar, yanlış yorumlara neden olabilir. Elimizde çoğunluğu MTA tarafından yapılmış yüzlerce analiz bulunmaktadır (Bkz. Ek D). Bu nedenle, bu çalışmada kullanılan kimyasal analizlerden bazıları rastgele seçilerek yük dengesi hesabı yapılmıştır. Yük dengesi hatası %10'u geçen örnek bulunmamıştır. Bunun yanında, çeşitli yayınlarda (Serpén, 2004; Palabıyık ve Serpén, 2008; Tarcan ve Gemici, 2003; Çolak vd. 2003) kullanılan analizler bu açıdan uluslararası hakemler tarafından kontrol edilmiştir.

Ülkemizdeki jeotermal sistemlerin neredeyse hepsi kimyasal dengeye erişmemişlerdir, çünkü tepkime hızlarının çoğu çözeltideki bileşenlerin derişimlerine bağlıdır (Barton, 1984). Hidrotermal akışkanların bir jeotermal rezervuardaki akışı, çözeltideki bileşenlerin derişimini sürekli değiştirir ve jeotermometreler, dolaşan su ile onu çevreleyen kayalar arasında yüksek sıcaklıklarda varolan kararlı bir durumu, yansıtırlar. Mineral çözünürlüğünün hızı, sıcaklık yanında hidrotermal sistemdeki diğer değişkenlere de bağlıdır (Williams vd., 2008).

Yeni bir jeotermal kaynak değerlendirmesinde jeotermometre bazlı sıcaklık tahminleri özellikle silika ve katyon jeotermometrelerine bağlıdır. Doğal ortamlarda doğru silika jeotermometresini seçmek zordur, çünkü hangi mineralin çözülmüş silika derişimini kontrol ettiğini belirlemek zordur. Kuvarsın 180 °C'ın üzerinde silika derişimini kontrol ettiği bilinmektedir. Onun altında (<180 °C) ise kalseduvan veya kuvars farklı kayalar ortamlarında kontrol eden mineral olabilirler. Gigenbach (1992) kalseduvan çözünürlüğü ile kuvarz çözünürlüğü arasındaki geçiş zonunda sıcaklığı yaklaşık olarak belirleyen bir denklem geliştirmiş olup, bu bağıntı 20-210 °C arasındaki belirsizliği yumuşatmıştır. Bu aralıkta hangi mineralin çözünürlüğü kontrol ettiğine bakılmaksızın, Gigenbach (1992)'ın ilişkisi kullanılabilir (Williams vd., 2008). Ülkemizde yüksek sıcaklıklı sular (>180°C) az olduğu ve jeotermal kaynaklarımızın sıcaklıkları düşük ve orta sınıfa girdiklerinden, Gigenbach bağıntısı bizim sularımızdaki silika jeotermometreleri değerlendirmesinde önemlidir. Bir başka önemli konu jeotermal sulardan silika örneklemesidir. Silika değerine göre, eğer örnekleme sırasında yeteri kadar sulandırma yapılmazsa, analiz sonucu elde edilen silika değerleri yanıltıcı olabilir. Ülkemizdeki yapılan kimyasal analiz sonuçlarının aynı kaynak için çok farklı değerler vermesi, yeraltı sularıyla karışım yanında, örneklemenin doğru yapılmadığı olgusunu düşündürmektedir. Bu çalışmada, en çok kullanılan jeotermometre silika olduğu için, bu konuda zorluk

çekildiğini söylemek gerekir. Bu konudaki belirsizliği aşmak için de, çok sayıdaki örnekten dağılımlar oluşturulmuştur.

Silika jeotermometreleri, sudaki her silika (SiO_2) mineralinin sıcaklık ve basıncın fonksiyonu olarak, kendi çözünürlüğü olduğu üzerine kurgulanmışlardır ve silika hidrolize olarak nötr silisik asit kompleksi (H_4SiO_2^0) oluşturur. Bu kompleks aşırı doymuş hale gelince, silika minerali su çözeltisinden ters tepkime ile polimerize olur ve katı olarak çöker. Çözünme ve çökme hızları yüksek sıcaklıklarda hızlı, düşük sıcaklıklarda yavaştır. Çöken silika minerali sıcaklık ve basınç koşulları ile aşırı doymuşluğa bağlıdır. Bazı hallerde, silika çözünme hızı kısmen çözünmüş CO_2 tarafından kontrol edilir. Kuvarz ve kalseduvanın yavaş çökmesi ve derinlerden sürekli CO_2 beslenmesi nedeniyle, birçok soğuk CO_2 yüklü su amorf silikaya göre aşırı doymuşluğa yaklaşan derişimlere sahiptir (USGS Rapor 790). Bu suları yüksek sıcaklık dolayısıyla silika yüklü sularla karıştırmamak gerekir. Bazı jeotermal alanlarımızın yakınında bulunan bu tür suları da jeotermal sularla karıştırmamak lazımdır. Silika jeotermometreleri nötr veya hafif asidik kaplıca sularıyla ilişkili ısıt sistemlerde doğru sonuç verirler. Bizim jeotermal sistemlerimiz yüksek CO_2 ile karakterize olduklarından, kaplıca sularının alkalın pH'ları kaplıca sularındaki CO_2 kaybı nedeniyle.

Isıl suların ısıt olmayanlarla karışımı silika jeotermometrelerden tahmin edilen sıcaklıkları önemli ölçüde düşürür. Eğer yeteri kadar kimyasal ve izotopik veri varsa, ısıt bileşenin sıcaklığını tahmin etmek mümkündür. Maalesef, ülkemizdeki jeotermal suların izotopik analizleri çok sınırlıdır. Bu nedenle, bu çalışmada karışım modelleri kullanılma yoluna gidilmemiş, onun yerine kuyulardan (mümkünse derin olanlarından) üretilen suların kimyasal analizleri kullanılmıştır. Bunun yanında, derinden gelen ve yüzeye karışmadan ve soğumadan ulaşan suların analizleri silika jeotermometrelerinde kullanılmıştır.

Katyon jeotermometreleri, feldspat, mika, zeolit veya killer gibi mineral gruplarında oluşan hidrotermal, kararlı tepkimeleri temsil eden katyon derişimi oranlarını kullanırlar. Gerçek derişimler yerine derişim oranlarının kullanılması bu jeotermometreleri, kaynama veya sulandırma yüzünden çözeltinin mukavemetindeki değişimlere, daha az hassas yapar. Katyon jeotermometreleri, sıcaklığa bağlı Na, K, Ca, Mg ve Li değişik bağıntılar şeklinde kullanır.

En çok bilinen ve yaygın katyon jeotermometresi Na/K olanıdır. Ancak, bu jeotermometre etrafındaki kayaçlarla kimyasal dengeye ulaşmış derin ısı sular için kullanılmalı ve çok dikkatli olunmalıdır; aksi takdirde, varolmayan yüksek rezervuar sıcaklıkları tahmin edilir. Na-K-Ca jeotermometresi de (Fournier ve Truesdell, 1973) çok kullanılır. USGS Rapor 790'da işaret ettiği gibi, bu katyon jeotermometresini, Brook vd. (1979) yaptıkları ilk ABD jeotermal potansiyelini belirleme çalışmasında (USGS Rapor 790) kullanmıştır. Na-K-Ca jeotermometresi, K/Na , $(Ca/Na)^{1/2}$ ve ölçülen sıcaklıklar arasındaki ampirik ilişkiler üzerine kurgulanmıştır. Sulandırmaya (dilution) karşı hassas olmamasına rağmen, $CaCO_3$ çökmesiyle sıcaklık tahminleri çok yükselir. ABD'deki sular için uygun olmasına rağmen, bizim sulardaki $CaCO_3$ çökmesi eğiliminin fazla olması, bu çalışmada kullanımın sınırlı tutulmasını gerektirmiştir. Na-K-Ca jeotermometresi Cl'ce zengin sularda tercih edilmektedir ki, bu tür sular ülkemizde sınırlıdır. Bu çalışmada Na-K-Ca jeotermometresi, ancak silika jeotermometreleriyle uyumlu değerler verdiği zaman kullanılmıştır.

Na-K-Ca jeotermometresine önemli bir düzeltme Mg düzeltmesiyle gerçekleştirilmiştir. Yüksek Mg içeriği (ki bizim ülkemiz jeotermal sularında yaygındır) uzun zamandan beri niteliksel olarak düşük rezervuar sıcaklığının göstergesi olarak kabul edilmektedir (Ellis, 1970). Daha sonraki yıllarda bazı sularda Mg derişiminin Na-K-Ca jeotermometresini etkilediği gözlenmiştir (Fournier ve Potter, 1978). Mg düzeltmesi, özellikle 90-150 °C sıcaklık aralığında silika ve katyon jeotermometreleri arasında uyum sağladığını göstermiştir. Bu çalışmada yukarıdaki argümanlar dikkate alınarak, jeotermometre değerlendirmeleri yapılmıştır.

Öte yandan, K-Mg jeotermometreleri 90-130 °C aralığındaki sıcaklıklar için makul rezervuar sıcaklık tahminleri vermektedirler. Bu jeotermometre ABD'nin batısındaki jeotermal sistemlerde başarılı sonuçlar vermiştir (Williams vd., 2008). Mg içeriği çok yüksek olan bazı sularımızda bu jeotermometrenin kullanımında dikkatli olmak gerekir.

Katyon jeotermometreleriyle değerlendirme yapılırken, Diaz vd. (2008) ve Serpen vd. (2009) tarafından kullanılan ANN Modelleriyle elde edilen Na/K jeotermometreleri de dikkate alınmış ve onlarla rezervuar sıcaklıkları da hesaplanmıştır. Bu çalışma sırasında Diaz vd. (2008)'nin ANN modelinin düşük ve orta entalpili olan jeotermal sahalarımızı daha iyi temsil ettiği gözlenmiş ve katyon

jeotermometrelerin geçerli olduğu durumlarda dağılımların oluşturulmasında dikkate alınmıştır (Serpen vd., 2009).

Silika jeotermometrelerinin, ısısı suların yeraltı sularıyla karışımı dolayısıyla tahmin edilen rezervuar sıcaklıklarını düşürmesi, bunlardan elde edilen sıcaklıkların bir alt değeri olduğunu unutmamak gerekir. Eğer aynı sular için katyon jeotermometreleri kullanılmışsa, dağılımlarda silika kalsedüvan jeotermometreleri minimum değeri olarak alınmış ve katyon jeotermometreleri maksimum değeri olarak atanmıştır. Eğer sadece silika jeotermometreleri kullanılmışsa, kalsedüvan jeotermometresi minimum, kuvarz jeotermometresi maksimum ve Giggenbach (1992) bağıntısı en olası değeri olarak atanmıştır. Ülkemizde genelde düşük ve orta sıcaklıklardaki jeotermal kaynaklar değerlendirildiğinden, jeotermometre tahminlerinde silika jeotermometreleri kullanıldığı ve bu jeotermometrelerin sulandırma (dilution) etkisi altında kalmaları dolayısıyla, silika jeotermometreleri ile elde edilen sıcaklık verilerinin genelde alt düzeyde tahmin edildiği ve yapılan tahminlerin tutucu olduğu söylenebilir.

Bilindiği gibi, katyon jeotermometreleri derin ısısı rezervuarların sıcaklıklarını verirken, silika jeotermometreleri rezervuar (supply water) sıcaklıklarını göstermektedir. Bu nedenle katyon jeotermometre değerlendirmesi önemlidir ve bu çalışmada katyon jeotermometreler üzerinde bu kadar yoğun çalışma yapılmasının nedeni, genelde ülkemizde jeotermal sistemlerin dışı boşalım bölgeleri üzerinde yoğunlaştığından, jeotermal sistemlerimizin daha derinlerde bir ısısı rezervuar bileşeni (muhtemelen saklı) bulunup, bulunmadığı konusunda araştırma yapmaya teşvik etmektir. Giggenbach (1988), çalışmasında yeni bir üçgen (K, Na ve $Mg^{1/2}$) diyagram tanımlamış ve bu diyagram içinde dengeye erişmiş, yarı-olgun ve olgunlaşmamış sular için bölgeler tanımlamıştır. Bu diyagramda, dengeye erişmiş ve yarı-olgun sular bölgelerinde kalan sular için, katyon jeotermometreleri güvenilebilir olmaktadır. Bu çalışmada Giggenbach diyagramları ülkemizin tüm suları için yapılmıştır ancak EK D’de jeotermal aktiviteler bakımından etkin 11 ile ait analiz edilen suların Giggenbach diyagramları ve hesaplanan jeotermometre sonuçları verilmektedir. Bu çalışmanın amacı, ülkemiz jeotermal sularının hangisinde katyon jeotermometreleri, özellikle Na/K kullanılabileceğini belirlemek ve jeotermal kaynaklarımızın keşfedilenlerinden hangilerinin yüksek sıcaklıklı, hangilerinin ise yüksek sıcaklıklı potansiyeline sahip olduğunu, belirlemektir. Çalışmanın bu

kısından eldeki verilerle çıkan sonuç, jeotermal kaynaklarımızın 250  C üzerinde bir sıcaklık potansiyeline sahip olmadığ yönündedir. Jeokimyadan varılan bu sonuç ısı akısı çalışmalarıyla elde edilen Serpen (2000) ve Serpen ve Mıhçakan (1999) tarafından bulunan bulgularla örtüşmektedir.

Sıcaklık dağılımları oluşturulurken, genelde üçgen ve bazı özel durumlarda (elde fazla veri olmadığ zaman) düzgün dağılımlar kullanılmıştır. Bu dağılımlar için değerler seçilirken, özellikle düşük sıcaklıklı sahalar için bazan kaplıca suyu veya kaplıca yakınına delinen bir kuyu suyu sıcaklığı minimum değer olarak alınmış ve eğer üçgen dağılımlar kullanılıyorsa, kalseduvan jeotermometresi en olası ve kuvarz jeotermometresi ise en yüksek değer olarak alınmıştır. Elde çok analizin bulunduğu yerlerde, eğer sıcaklıklar arasında tutarsızlık görülüyorsa, atanan değerler analiz sonuçlarından hesap edilen jeotermometre sıcaklıklarının ortalaması olarak alınmıştır. Silika jeotermometrelerini kullanırken de, yeryüzüne hızlı çıkışın olduğu sahalarda adyabatik soğuma, yavaş çıkışın olduğu yerlerde ise iletimle soğuma olduğu d ş n l r k onlarla ilgili jeotermometreler kullanılmıştır.

Orta ve yüksek sıcaklıklı sahalarda sıcaklık dağılımı oluşturulurken jeotermometre ve kuyu suyu sıcaklıkları bir araya getirilmiştir. Genelde, kuyu suyu sıcaklıkları ve silika (kuvarz) jeotermometre sıcaklıkları sırasıyla, en olası ve en düşük sıcaklıkları, katyon jeotermometre sıcaklıkları ise, en derin sistemleri temsil eden en yüksek sıcaklıklar olarak atanmışlardır.

Dönüşüm Faktörü: USGS 790 raporunda Brook vd. (1979) elektrik elde etmek için kullanım faktörünü kullanmıştır. Kullanım verimi kaynak kullanımının etkinliğinin doğrudan ölçüsüdür ve termodinamiğin II. Yasasına dayanır. evrim verimi ise, jeotermal ısının işe ne kadar etken bir şekilde dönüştürüldüğünün ölçüsü olup, termodinamiğin I. Yasasına dayanmaktadır. Brook ve diğerleri (1979) tarafından kullanılan dönüşüm faktörleri ekserjiler hesaplanarak bulunmuş değerlerdir. Bunun için de akış debilerinin hesaplanması gerekir.

Bu alışmada I. Yasaya göre hesaplanan verim kullanılmıştır. Binary santralların kurulması muhtemel olan sahalarda için MIT (2006)'da verilen bir korelasyon ($\eta_{th} = 0.0935 T - 2.3266$, Denklem 4.6) kullanılmış, buhar santrallarının olduğu yerlerde ise, tek ve çift flaş durumlarına göre verimler uygulanmıştır (Yari, 2009).

Doğrudan kullanım için, Brook vd. (1979) yararlı ısı kullanımı verimini (beneficial heat utilization efficiency) tanımlamış ve kaynağın sıcaklığının belli miktarda düşmesi durumunda dönüşüm verimi için bazı değerler vermiştir. Bu çalışmada doğrudan kullanım için uygulanan dönüşüm verimi Balçova Bölgesel Isıtma sistemi için doğrudan sistemden hesaplanan değerlerdir (Satman vd., 2001). En olası olarak kabul edilen bu değer 0.85 olup, değişik (düşük veya yüksek) sıcaklıklarda farklı sonuçlar verebileceği düşüncesiyle üçgen dağılımda 0.75 ve 0.90 arasında değiştirilmiştir.

Kayaç ve Akışkan Parametreleri: Kayaç parametrelerinden en önemlisi gözeneklilik olup depolanan ısı enerjisi üzerinde oldukça etkilidir. Değerlendirilen sahalar çoğunlukla Menderes Massifi üzerindeki grabenlerde bulunmakta ve bu bölge üzerinde oluşan jeotermal sahaların rezervuarı da metamorfik seriler içinde bulunmaktadır. Metamorfik seriler ise, çeşitli tip şistler (kuvarsit kalkşist, mikaşist vb.), mermer ve gnayslardır. Bu formasyonların gözeneklilikleri, Kızıldere’de alınan kuyu logları (Serpen, 2001a) ve Balçova’da (Satman vd., 2001) karotlardan yapılan laboratuvar ölçmeleri ve kuyu testlerinden elde edilen gözeneklilik değerleridir. Balçova dışında tüm sahalar metamorfik seriler içinde bulunduklarından, benzer dağılımlar tüm sahalar için kullanılmıştır.

EK D. Türkiye’deki Jeotermal Alanların Kaynak ve Kuyularından Örneklenen Sıcak Suların Kimyasal Analiz Değerleri (MTA Envanteri, 2005), Analiz Değerlerine Göre Hesaplanan Jeotermometre Sonuçları ve Örneklenen Sıcak Suların Na-K-Mg^{1/2} Üçgen Diyagramındaki Dağılımları

D.1 Jeotermometre ve Na-K-Mg^{1/2} Üçgen Diyagramları

Jeotermometrelerin genel amacı yeraltındaki akışkan sıcaklığının (yani suların akifer sıcaklığının, ya da hazne sıcaklığının) tahmin edilmesidir. Bilindiği üzere sıcak sular yüzeye çıkış sıcaklıklarına göre çok değişik kullanım alanlarına sahiptirler. Derinlerde haznede bulunan sıcak sular yüzeye erişinceye değin önemli ölçüde soğuyarak ve soğuk yer altı sularıyla değişik oranlarda karışarak yüzeylerler. Derinlerde bulunan akışkanın sıcaklığının yüzeydeki sıcaklıklarına göre çok daha fazla olacağı açıktır. Derin sondajlar da oldukça yüksek maliyete ve zamana gereksinim göstermektedir. Jeotermal sistemlerin rezervuar sıcaklıklarının belirlenmesi için kullanılan jeotermometreler, rezervuarda mineral/su dengesinin oluştuğu temelini esas alırlar (Giggenbach vd., 1983, Truesdell, 1976, Fournier, 1979). Genelde niteliksel (kimyasal) ve niceliksel (silika ve katyon) olarak bilinen iki tip jeotermometreler olmakla birlikte bu çalışma kapsamında niceliksel jeotermometreler kullanılmıştır.

D.1.1 Niceliksel jeotermometre değerlendirilmesi

Niceliksel jeotermometrelerin kullanılmasında bazı varsayımlar göz önünde bulundurulmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda sıralanmaktadır;

- 1) Sıcak sulardaki kimyasal maddelerin oluşması için gerekli kimyasal tepkimeler akifer-su arasında gerçekleşmektedir.
- 2) Sıcaklık saptanmasında gerekli maddelerin ortaya çıkması için oluşan kimyasal tepkimeler devamlıdır ve tepkimelerin hammaddesi hazne kayada boldur.
- 3) Akifer sıcaklığında kaya-su arasında kimyasal denge gerçekleşmiştir.
- 4) Akiferden yüzeye erişen sıcak suyun, soğuma sonucunda kimyasal yapısı değişmez veya yeni bir kimyasal denge gerçekleşmez.
- 5) Akiferden gelen sıcak suların, soğuk yeraltı ve yüzey suları ile bir karışımı söz konusu değildir.

Bu varsayımların ilk üçü SiO_2 ve Na-K-Ca jeotermometreleri için kullanılır. Son iki varsayım tam olarak gerçeği yansıtmaz. Çünkü akiferden yüzeye doğru gelen sıcak suyun soğuması veya soğuk suların karışımı ile kimyasal yapısı değişebilir. Niceliksel jeotermometreler çözünürlüğe, iyon değişimine ve iyon etkinliğine bağlı olmak üzere üçe ayrılır:

- a) Silika jeotermometreleri
- b) İyon değişimine bağlı jeotermometreler (Na/K, Na-Li, K-Mg, K-Ca, Na-Ca ve Na-K-Ca)
- c) İyon etkinliğine bağlı jeotermometreler.

Burada çalışma kapsamında ilgili olan a) Silika jeotermometreleri ve b) İyon değişimine bağlı jeotermometreler anlatılmıştır.

a) Silika jeotermometreleri (SiO_2 , ppm)

Kuvars çözünürlüğüne bağlı jeotermometreler, akifer (hazne) sıcaklığının saptanmasında geniş ölçüde kullanılmaktadır. Silika jeotermometreleri, çeşitli silika minerallerinin çözünürlüklerindeki sıcaklık bağımlı değişimlerini esas almaktadır. Sıcaklık 340°C 'nin altına düştükçe, bütün silika minerallerinin çözünürlüğü logaritmik olarak azalır. Kuvars, kalsedon, α -kristobalit, opal-CT (β -kristobalit) ve amorf silikanın çözünürlüğü 20 ile 250°C arasındaki sıcaklıklarda doğrusal bir ilişki sergiler (Mutlu, 2009). 300°C 'nin altındaki sıcaklıklarda ve ticari amaçlı sondajlarda ulaşılan derinliklerde, basınçtaki değişimlerin kuvars ve amorf silika çözünürlüğü üzerinde fazla bir etkisi yoktur (Fournier ve Rowe, 1977; Fournier ve Potter, 1982). Bu jeotermometreler 150 - 225°C sıcaklıklar arasında iyi sonuç vermektedirler. Daha yüksek sıcaklıklarda akiferden yüzeye doğru hareket eden sıcak akışkanda hızlı silis çökelişi gözlenir. Bu nedenle sıcaklığı 275°C 'nin üzerindeki hazne kayalardan gelen sularda gerçek sıcaklığı yansıtmaz. 300°C 'nin üzerinde ise, basınçta ve toplam çözünmüş madde içeriğindeki (TDS) en ufak değişiklik bile dikkatli bir şekilde değerlendirmelidir. Silis jeotermometreleri kimyasal tepkimeyi etkileyen akifer sıcaklığına veya sıcak suyun yükselirken soğumasına dayanılarak hazırlanmıştır. Silisyumun sıcaklıkla çözünürlüğü artmaktadır. Silisin bu özelliğinden yola çıkılarak çeşitli sıcaklıklar için jeotermometre bağıntıları hazırlanmıştır. 180°C 'nin üzerindeki sıcaklıklarda erimiş silika kuvars çözünürlüğü tarafından kontrol edilmektedir. Rezervuar sıcaklıkları 180°C 'nin altında ise, sadece kuvars değil kalsedon

jeotermometresinin de hesaplanması gerektiği önerilmiştir (Fournier, 1991). 180 °C'nin altındaki sıcaklıklarda çözünmüş silika konsantrasyonunun kalsedon tarafından kontrol edilmesi nedeniyle, kuvars jeotermometrelerinin kullanımı sakıncalı olabilir. Bu nedenle kalsedon jeotermometreleri geliştirilmiştir (Fournier, 1977; Arnorsson vd., 1983).

Niceliksel Jeotermometreler: Silika miktarı ve Na-K, Na-Li, Na-K-Ca oranları ile yeraltındaki sıcaklıklar tahmin edilebilmektedir. Bu doktora çalışması kapsamında 9 ayrı tip jeotermometre kullanılmış olup bunların formülleri aşağıda verilmektedir.

a.1. Kuvars, adyabatik soğuma (± 2 °C, 125-275 °C arası), SiO₂ birimi ppm.

$$CT1 (T, ^\circ C) = \frac{1533.5}{5.768 - \log SiO_2} - 273.15 \quad (D-1)$$

a.2. Kuvars, kondüktif soğuma (± 0.5 °C, 125-250 °C arası)

$$CT2 (T, ^\circ C) = \frac{1315}{5.205 - \log SiO_2} - 273.15 \quad (D-2)$$

a.3. Kalsedonya, kondüktif soğuma

$$CT3 (T, ^\circ C) = \frac{1015.1}{4.655 - \log SiO_2} - 273.15 \quad (D-3)$$

b) İyon değişimine bağlı jeotermometreler

İyon değişim denge sabitleri sıcaklığın etkisindedir. Suda iyon değişimine uğrayan birçok mineral bulunur ve bunlardan yararlanılarak birçok ampirik (Na/K, Na-Li, K-Mg, K-Ca, Na-Ca) jeotermometre geliştirilmiştir.

Bu jeotermometreler suda fazla miktarda Ca⁺⁺ iyonu bulunuyorsa, akifer (hazne) sıcaklığı hesaplamalarında yüksek değerler verir. Na/K jeotermometrelerinin uygulanacağı sıcak suların pH değeri nötre yakın veya hafif alkali, karbonat çökeltilerinin oluşmaması için log (Ca^{1/2}/Na) değerlerinin 0.5'ten az olması koşulları aranmalıdır. Na/K jeotermometreleri nötr ve alkali, alkali klorürlü, 180-350 °C sıcaklıklı bir akiferden gelen sularda daha iyi sonuçlar vermektedir.

b.1. Katyon Jeotermometreleri

b.1.a) Na/K Jeotermometreleri (Na, K, ppm): (Ellis, 1970) (± 2 °C, 100-275 °C arası)

$$CT4 (T, ^\circ C) = \frac{855.6}{\log(Na/K) + 0.8573} - 273.15 \quad (D-4)$$

b.1.b) Na/K Jeotermometreleri: 100-200 °C sıcaklıklar arası güvenilir sonuçlar verdiği düşünülen (Diaz vd., 2008) tarafından önerilen Na/K Jeotermometresi:

$$CT8 (T, ^\circ C) = \frac{833}{0.908 + \log(Na/K)} - 273.15 \quad (D-5)$$

b.1.c) Na/K Jeotermometreleri: ANN kullanılarak oluşturulmuş Na/K Jeotermometresi (Serpén vd, 2009):

$$CT9 (T, ^\circ C) = \frac{5850}{11.43 + \log(Na/K)} - 273.15 \quad (D-6)$$

b.2. Na-K-Ca Jeotermometreleri (Na, K, Ca, mol/litre)

Özellikle Ca/Na (mol/l) oranının birden büyük olduğu durumlarda Na/K jeotermometre bağıntıları, akifer sıcaklığı hesaplamalarında çok yüksek değerler vermektedir. Bu olumsuz yönü gidermek için Fournier ve Truesdell (1973) tarafından aşağıdaki bağıntı önerilmektedir.

$$CT5 (T, ^\circ C) = \frac{1647}{\log(Na/K) + \beta(\log(\sqrt{Ca}/Na) + 2.06) + 2.47} - 273.15 \quad (D-7)$$

$$\log(\sqrt{Ca}/Na) > 0 \text{ ise } \beta = 4/3$$

$$\log(\sqrt{Ca}/Na) < 0 \text{ ise } \beta = 1/3$$

Eğer $CT5 < 70$ °C ise düzeltme uygulanmamaktadır.

Eğer $CT5 > 70$ °C ise aşağıdaki düzeltme uygulanmaktadır.

Mg düzeltmeli (R) Na-K-Ca Jeotermometresi: Fournier ve Potter (1979), Na-K-Ca jeotermometre bağıntısında bazı koşullarda düzeltmeler yapılmasını önermişlerdir. Buna göre düzeltme katsayısı R aşağıdaki bağıntı ile bulunur:

$$R = \frac{Mg}{(Mg + 0.61 \times Ca + 0.31 \times K)} \times 100 \quad (D-8)$$

Eğer $R > 50$ °C ise $T = T_{\text{saha}}$ kabul edilir ve suların oldukça soğuk bir ortamdan geldiği ve akifer sıcaklığının kaynakta ölçülen sıcaklığa yakın olduğu düşünülebilir. Bu nedenle Na-K-Ca bağıntısından elde edilen yüksek akifer sıcaklıklarında bazı düzeltmeler yapılması gereklidir. Bulunan akifer sıcaklığı 70 °C'nin altında ise düzeltme yapılmaz. Akifer sıcaklığı 70 °C'nin üzerinde ve R 5-50 arasında veya daha büyük ise aşağıda belirtilen bağıntılar kullanılarak düzeltme hesaplanır ve akifer (hazne) sıcaklığından çıkartılır.

Eğer $5 < R < 50$ ise,

$$\begin{aligned} \Delta T_{\text{Mg}} = & 10.66 - 4.7472 \times \text{Log}(R) + 325.87 \times ((\text{Log}(R))^2 \\ & - 1.032 \times 10^5 \times ((\text{Log}(R))^2 / (T + 273.15) \\ & - 1.968 \times 10^7 \times (\text{Log}(R)) / (T + 273.15)^2 \\ & + 1.605 \times 10^7 \times (\text{Log}(R))^3 / (T + 273.15)^2 \end{aligned} \quad (\text{D-9})$$

T değerleri Na-K-Mg jeotermometresinden bulunan sıcaklık değeri olup, birimi K'dir.

Eğer $1.5 < R < 5$ ise,

$$\begin{aligned} \Delta T_{\text{Mg}} = & -1.03 + 59.971 \times \text{Log}(R) + 145.05 \times ((\text{Log}(R))^2 \\ & - 36711 \times ((\text{Log}(R))^2 / (T + 273.15) \\ & - 1.67 \times 10^7 \times (\text{Log}(T + 273.15)) \times R / (T + 273.15)^2 \end{aligned} \quad (\text{D-10})$$

Eğer $\Delta T_{\text{Mg}} < 1.5$ ise $CT6 = T - \Delta T_{\text{Mg}}$

b.3. Na-Li Jeotermometreleri (Na, Li, ppm)

Na/Li Jeotermometresi (Kharaka vd.,1982):

$$CT7 (T, ^\circ\text{C}) = \frac{1590}{0.779 + \log(\text{Na}/\text{Li})} - 273.15 \quad (\text{D-11})$$

Na-K-Ca jeotermometreleri sıcaklığın 200 °C'den yüksek olduğu durumlar için iyi sonuç verirken, düşük sıcaklıklarda hatalı sonuçlar üretmektedir. Ülkemizdeki jeotermal sahalarda böylesi yüksek sıcaklıklar nadir olup, bu nedenden hacimsel yöntemde kullanılacak sıcaklık değerlerinin tayinleri sırasında daha çok katyon jeotermometre değerleri yerine silika jeotermometrelerinden hesaplanan sıcaklıklar değerlendirilmeye alınmıştır.

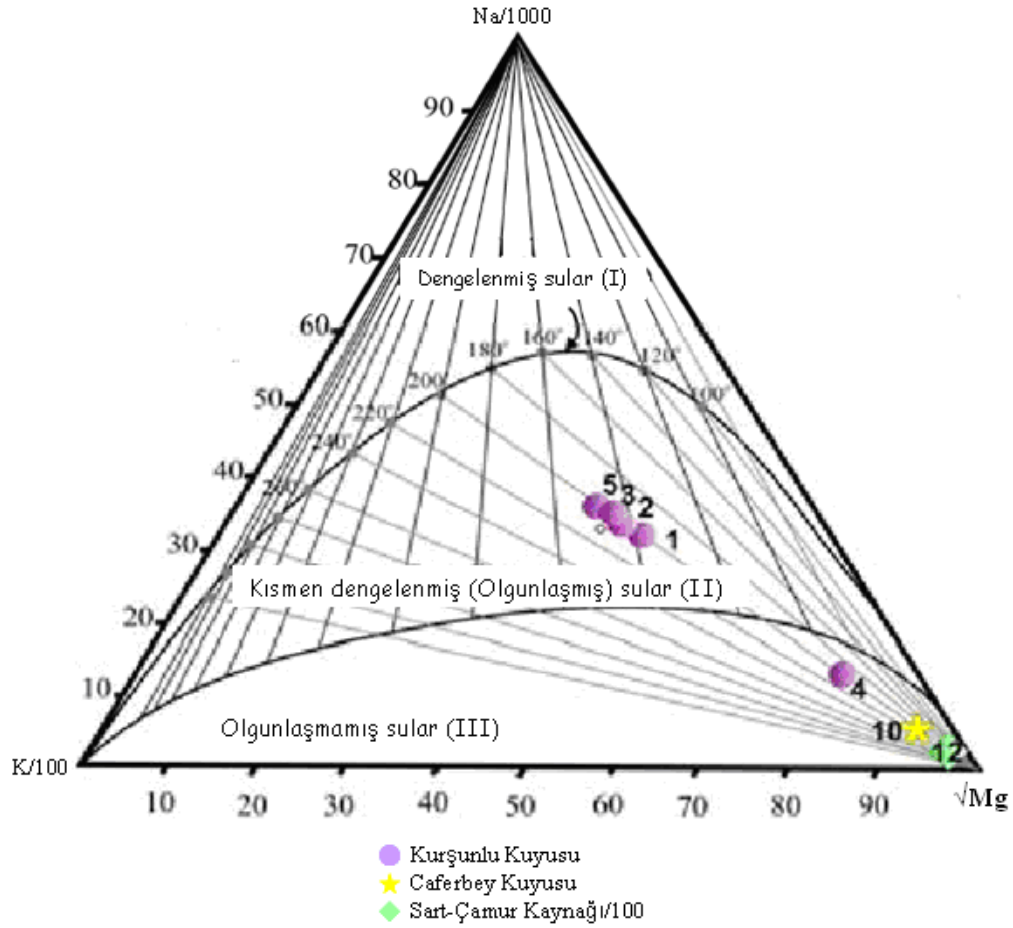
D.1.2 Birleşik jeotermometre uygulamaları

Jeotermometrelerin sıcak suyun kimyasal yapısına bağlı olarak uygulanabilirliğinin saptanması amacıyla çeşitli araştırmacılar tarafından grafiksel modeller geliştirilmiştir. Bu doktora çalışmada üçgen şekilli diyagram (Giggenbach, 1988) kullanılmıştır. Bu diyagram ile hem hızlı bir şekilde jeotermometre sonuçları görülebilmekte hem de katyon jeotermometre bağıntılarının geçerliliği sınanabilmektedir. 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 hem sıcak suların hazne sıcaklığı hızlı olarak yorumlanabilmekte, hem de daha önce belirtildiği gibi katyon jeotermometre uygulamalarının geçerliliği sınanmaktadır. Fournier (1990) bu diyagram üzerinde bazı revizyonlar yaparak, en güvenilir sonuçların bu üçgen diyagramdan oluşan jeotermometre uygulaması ile alınabileceğini vurgulamıştır. Diyagram kısaca, su-kayaç ilişkisinin dengede olmadığı, olgunlaşmamış sular (III) (ham sular), su-kayaç ilişkisinin kısmen dengede olduğu (II) (kısmen dengelenmiş sular) ve su-kayaç ilişkisinin tam dengede olduğu sular, dengelenmiş (olgunlaşmış) sular (I) olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Diyagramda kısmen olgunlaşmış sularla, olgunlaşmamış suları birbirlerinden ayıran eğri olgunlaşma indeksinin ($MI=2.0$) olduğu eş kimyasal özellikteki noktaların birleşimiyle oluşmuştur.

Olgunlaşma İndeksi (MI);

$$MI=0.35 \log ((K^2/Mg)-\log (K/Na)) \quad (D-12)$$

bağıntısıyla tanımlanmıştır. Su kayaç ilişkisinin kısmen ve tamamen dengede olduğu alanlar (karışmış sular) ise eş kimyasal özellikteki noktalar ile K-Mg ve K-Na jeotermometre eşitlikleri ile elde edilen eş sıcaklık (izoterm) değerlerinin kesişim noktalarının oluşturduğu eğriyle birbirinden ayrılmıştır. Dolayısıyla diyagram aynı anda hem su-kayaç ilişkisinin denge durumunu, hem de jeotermometre sonucunu gösterebilmektedir. Giggenbach (1988) ham (olgunlaşmamış) sular bölümüne düşen suların katyon jeotermometre sonuçlarına şüpheyle bakılması gerektiğini belirtmektedir. Fournier (1990) ise diyagram üzerinde benzer yorumlar yapmakta, yaptığı revizyonla kısmen dengelenmiş alan ile tam dengelenmiş alan sınırını biraz daha aşağıya kaydırmıştır (Janik vd., 1992).



Şekil D.1: Giggenbach (1988) Na-K-Mg diyagramı (Özen vd., 2010).

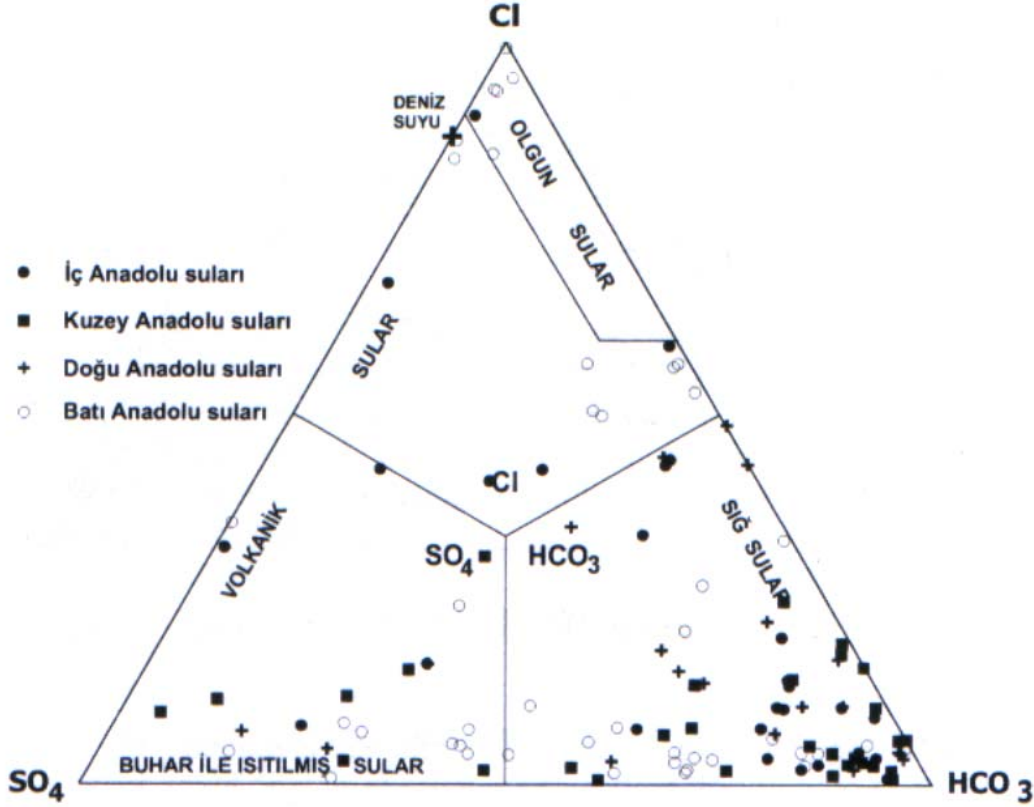
Şekil D.1’de Salihli jeotermal sahasındaki Kurşunlu Kuyusu, Caferbey Kuyusu ve Sart Çamur kaynağından alınan su örnekleriyle oluşturulmuş Giggenbach Na-K-Mg diyagramı gösterilmektedir. Mor renkle gösterilmekte olan Kurşunlu kuyusuna ait örneklerin kısmen dengelenmiş (olgunlaşmış) sular aralığında yer aldığı, katyon jeotermometre sonuçlarına güvenilebileceği ve 200 °C’lik rezervuar sıcaklığını gösteren doğru üzerine yer aldıklarını ait yorumlar yapılması mümkünken, Caferbey kuyusu (sarı renk) ve Sart-Çamur kaynağına (yeşil renk) ait örneklerin ise olgunlaşmamış sular aralığında yer aldığı görülmekte olup, katyon jeotermometre sonuçlarına güvenilemeyeceği yorumu çıkarılmaktadır.

MTA (2005) Envanterindeki Türkiye’deki jeotermal alanlarındaki kaynak ve kuyularından örneklenen sıcak suların kimyasal analiz değerleri kullanılarak 9 farklı tip jeotermometre sıcaklık hesabı yapılmıştır. Kimyasal analiz ve jeotermometre sonuç değerleri Çizelge D.1-D.12’te verilmektedir. Ayrıca örneklenen sıcak suların

Na-K-Mg^{1/2} üçgen diyagramındaki dağılımları ise Şekil D.5-D.16'da gösterilmektedir.

D.1.3 Türkiye'deki sıcak suların jeokimyasal karakteristikleri

Türkiye'deki sıcak suların jeokimyasal karakteristikleri, rezervuar sıcaklıkları ve mineral doygunluk durumları Cl-SO₄-HCO₃ (Şekil D.2), Na/1000-K/100-√Mg (Şekil D.3) ve doygunluk indeksi (Şekil D.4) diyagramları ile açıklanmıştır.

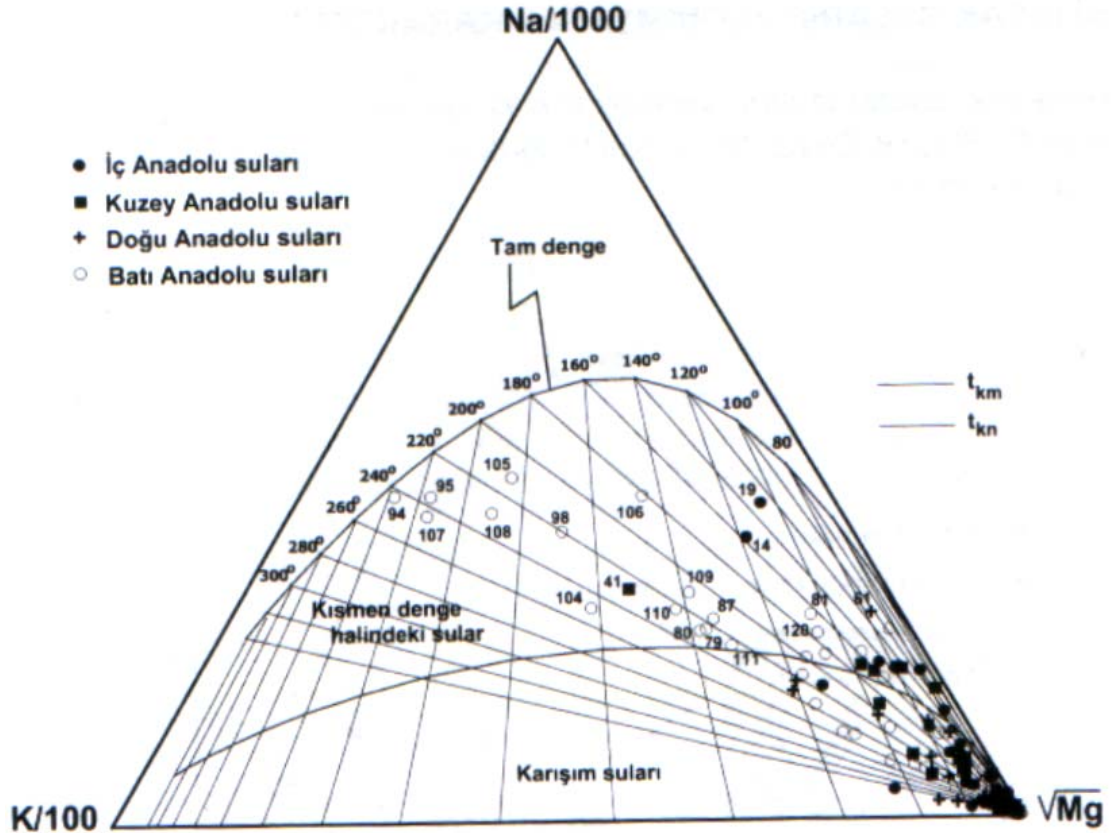


Şekil D.2: Türkiye sıcak suları için Cl-SO₄-HCO₃ üçgen diyagramı (Mutlu ve Güleç, 1998).

Şekil D.2'den görüleceği üzere, ülkemizdeki sıcak sular genellikle Ca-HCO₃, Na-HCO₃ ve kısmen Na-Cl tipindedir. Kuzey ve Batı Anadolu sıcak suları nadiren Na-ve Ca-SO₄ karakteri sergilerler. Suların HCO₃ bakımından zengin olmaları rezervuar kayaçlarının genellikle karbonatlı (mermer ve kireçtaşı) birimlerden oluşması ve derin kökenli CO₂ gazının suda çözünmesi ile yakından ilişkilidir.

Bu çalışmada Giggenbach diyagramları ülkemizin 63 iline ait tüm suları için yapılmıştır. Ancak bu tez kapsamı içinde jeotermal aktiviteler açısından yoğun olan 11 (Afyon, Aydın, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Denizli, İzmir, Kırşehir, Kütahya,

Manisa ve Yozgat) ile ait Giggenbach diyagramları örnek olarak verilmekte olup diğer 52 ile ait olan diyagramlar burada verilmemektedir. Oluşturulan Giggenbach diyagramları ve jeotermometre hesaplamaları çalışmasının amacı, ülkemiz jeotermal sularının hangisinde katyon jeotermometreleri, özellikle Na/K kullanılabileceğini belirlemek ve jeotermal kaynaklarımızın keşfedilenlerinden hangilerinin yüksek sıcaklıklı, hangilerinin ise düşük sıcaklıklı potansiyeline sahip olduğunu, belirlemektir. Çalışmanın bu kısmından elde edilen verilerle çıkan sonuç, jeotermal kaynaklarımızın 250 °C üzerinde bir sıcaklık potansiyeline sahip olmadığı yönündedir. Mutlu ve Güleç (1998)'in oluşturmuş oldukları Türkiye'nin bölgelerini kapsayan Na/1000-K/100- $\sqrt{\text{Mg}}$ diyagramında (Şekil D.3) da Türkiye'deki jeotermal suların rezervuar sıcaklıklarının 250 °C'ye kadar çıktığı fakat bu sıcaklığın üzerinde her hangi bir kaynağın varlığına rastlanmadığı görülmektedir.

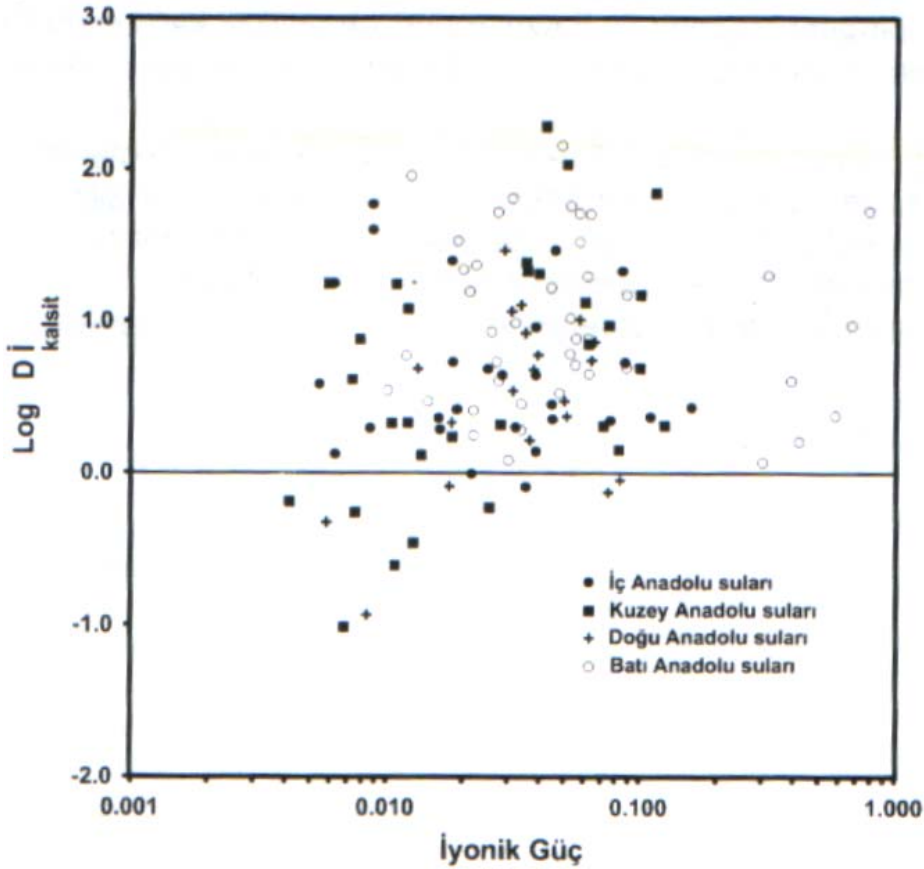


Şekil D.3: Türkiye sıcak sularının Na/1000-K/100- $\sqrt{\text{Mg}}$ diyagramı kullanılarak bölgesel sınıflaması (Mutlu ve Güleç, 1998).

Rezervuar sıcaklıkları bakımından bölgeler gruplandırıldığında, açılma tektoniği ve buna bağlı olarak jeotermal gradyanın yüksek olduğu Batı Anadolu bölgesindeki sıcak suların en yüksek rezervuar sıcaklıklarına sahip olduğu görülmektedir. Neojen

volkanizmasının yaygın olarak gözlemlendiği İç ve Doğu Anadolu bölgeleri ise ikinci sırayı paylaşmaktadır (Mutlu ve Güleç, 1998).

CO₂ bileşiminin yüksek olduğu sularda, üretim sırasında karşılaşılabilecek en önemli sorunlardan biri kalsit kabuklaşmasıdır. Mutlu ve Güleç, (1998) ülkemiz sıcak sularında oluşabilecek kalsit kabuklaşmasını sayısal olarak değerlendirmişlerdir. Şekil D.4'te sıcak suların debi sıcaklıklarında kalsite göre hesaplanan doygunluk indeksi değerleri iyonik gücün fonksiyonu olarak gösterilmiştir. Buna göre yüksek sıcaklıklı Batı Anadolu bölgesi sıcak suları kalsite göre aşırı doymun durumdadır. Özellikle Denizli, Aydın ve İzmir gibi sıcak su üretiminin yoğun olduğu bölgelerdeki sular en yüksek kalsit doygunluğunu göstermektedir.



Şekil D.4: Türkiye sıcak sularının için kalsite göre doygunluk indeksi-iyonik güç diyagramı (Mutlu ve Güleç, 1998).

Çizelge D.1: Afyon İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

		T (°C)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C
	Kaynak veya Kuyu Adı								Adyabatik	Kondüktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	Na-K ANN Model No:3
Sandıklı	Afyon Sandıklı (AFS- 6) Kuyusu		28.4	210	126	5.6	0.2	45	99.53	97.09	65.02	222.5	184.15	151.64	145.25	223.7826	202.5023
	Afyon Sandıklı (AFS-4) Kuyusu		3	203	86	0.5	0.2	57	109.07	108.11	76.99	45.19	89.6	89.6	146.88	49.30404	168.014
	Sandıklı-Çift Havuz	64	20.1	251.1	150	27.6		61	111.89	111.39	80.58	164.73	158.45	-69.05	Hesaplanmadı	167.3257	193.8543
	Sandıklı-Kükürtlü Hamam	57	19.9	253	126.9	27.5		64	113.92	113.75	83.17	163.03	159.08	-99.92	Hesaplanmadı	165.6585	193.5705
	Sandıklı-Küçükasitler	57	21	244		171.8		70	117.76	118.23	88.11	171.9	161.56	57	Hesaplanmadı	174.3531	195.0309
	Sandıklı-Buğuluk Hamamı	63	20.5	237.8	175.2	27.9		69	117.14	117.5	87.31	172.07	159.93	-41.96	Hesaplanmadı	174.5148	195.0576
	Sandıklı-Turistik Otel	64	19.8	239.8				64	113.92	113.75	83.17	167.77	159.22	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	170.3048	194.3569
	Sandıklı-66 Kaynağı	66	20	258.9	116.6	26.3		56	108.34	107.26	76.06	161.3	159.26	-106.74	Hesaplanmadı	163.9566	193.279
	Sandıklı-Kadın Çamurluk	67	20.6	249.3	168	27.3		61	111.89	111.39	80.58	167.85	158.96	-45.62	Hesaplanmadı	170.378	194.3692
	Sandıklı-Büyük yüzme	60	20.2	277.2	167.2	27.2		65	114.58	114.52	84.02	155.78	154.6	-47.31	Hesaplanmadı	158.5416	192.3385
	Sandıklı-Köprüaltı	68	21.1	237.3	184.2	28.4		50	103.72	101.92	70.25	175.2	161.02	-35.7	Hesaplanmadı	177.5867	195.5619
	Sandıklı-sondaj suyu	37	19.8	233.6	144.3	29.7		38	93	89.59	56.94	170.37	160.4	-90.79	Hesaplanmadı	172.8529	194.7823
	Sandıklı-Erkekler Banyosu	67	33	223	161.7	27.3		42.4	97.2	94.41	62.13	234	187.96	-35.68	Hesaplanmadı	234.9664	204.0196
	Sandıklı-Kükürtlü Banyo	67	34.5	230	161.9	26.2		43.5	98.2	95.56	63.36	235.77	189.29	-26.32	Hesaplanmadı	236.6921	204.2487
	Sandıklı-Köprüaltı-Dereici	68	34.3	222	162	26.6		42.6	97.39	94.62	62.35	239.69	190.29	-28.81	Hesaplanmadı	240.5032	204.7498
	Sandıklı-Madensuyu-Kaynağı	62	33.5	221	162	27.4		41.8	96.65	93.78	61.44	237.15	189.13	-35.35	Hesaplanmadı	238.0384	204.4265
	Sandıklı-Buhar Banyosu	67	34.3	225	161.8	27.3		41.8	96.65	93.78	61.44	237.9	189.8	-34.17	Hesaplanmadı	238.7672	204.5224
	AFS-1 Hüdai	70	39	770	164	28	0.1	64	113.92	113.75	83.17	124.3	153.64	-46.4	67.65	127.5896	186.5596
	AFS-2 Hüdai	69	38	265	162	28	0.2	64	113.92	113.75	83.17	229.92	189.41	-36.96	134.42	231.0002	203.4881
	AFS-3 Hüdai		9.3	63.6	58.3	21.9		5	29.37	18.68	-16.55	232.44	173.83	-211.74	Hesaplanmadı	233.4553	203.818
	AFS-4 Hüdai	66	30	203	86	0.5	0.2	57	109.07	108.11	76.99	233.82	192.07	192.07	146.88	234.7957	203.9969
	AFS-5 Hüdai	68.5	31.2	240	152	29.3	0.2		Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	217.63	182.71	-63.44	138.96	219.0307	201.8397
Çobanlar	Afyon Çobanlar Ç-2 Sondajı		61.5	407	318.6	61.5		5	29.37	18.68	-16.55	236.74	194.12	-60.51	Hesaplanmadı	237.6328	204.373
	Afyon Çobanlar Ç-1 Sondajı		41.6	358	299	54.8	0.6	29.5	83.63	78.91	45.54	204.28	177.74	-61.36	174.14	206.0148	199.9676
	Afyon Çobanlar Yemişciyolu Kaynak		34.2	310	306	46.3	0.6	35	89.9	86.05	53.15	198.35	172.25	-28.76	182.15	200.2233	199.1065
Ömer-Gecek	Afyon Ömer Gecek İkbal Tes. Sicak Su Sondajı		12.8	261	14.8	4.3	0.1	66	115.23	115.28	84.85	121.73	154.02	-102.69	105.81	125.0586	186.0542
	Afyon Ömer Gecek Oruçoğlu Tes. Sicak Su Sondajı		127	1135	157	38.3	2.1	29	83.01	78.21	44.8	199.95	203.48	-53.44	179.61	201.7875	199.3409
	Afyon-Ömer-Gecek		468	1400	168	1.1		27	80.47	75.32	41.74	368.62	284.26	284.26	Hesaplanmadı	364.9101	218.2038
	Afyon-Ömer-Gecek		120	1656	165	3.1		28	81.76	76.78	43.29	155.25	185.23	185.23	Hesaplanmadı	158.0278	192.2483
	Afyon-Ömer-Gecek		324	1702	183	63.4		19	68.44	61.78	27.51	269.15	245.24	-45.33	Hesaplanmadı	269.0952	208.3151

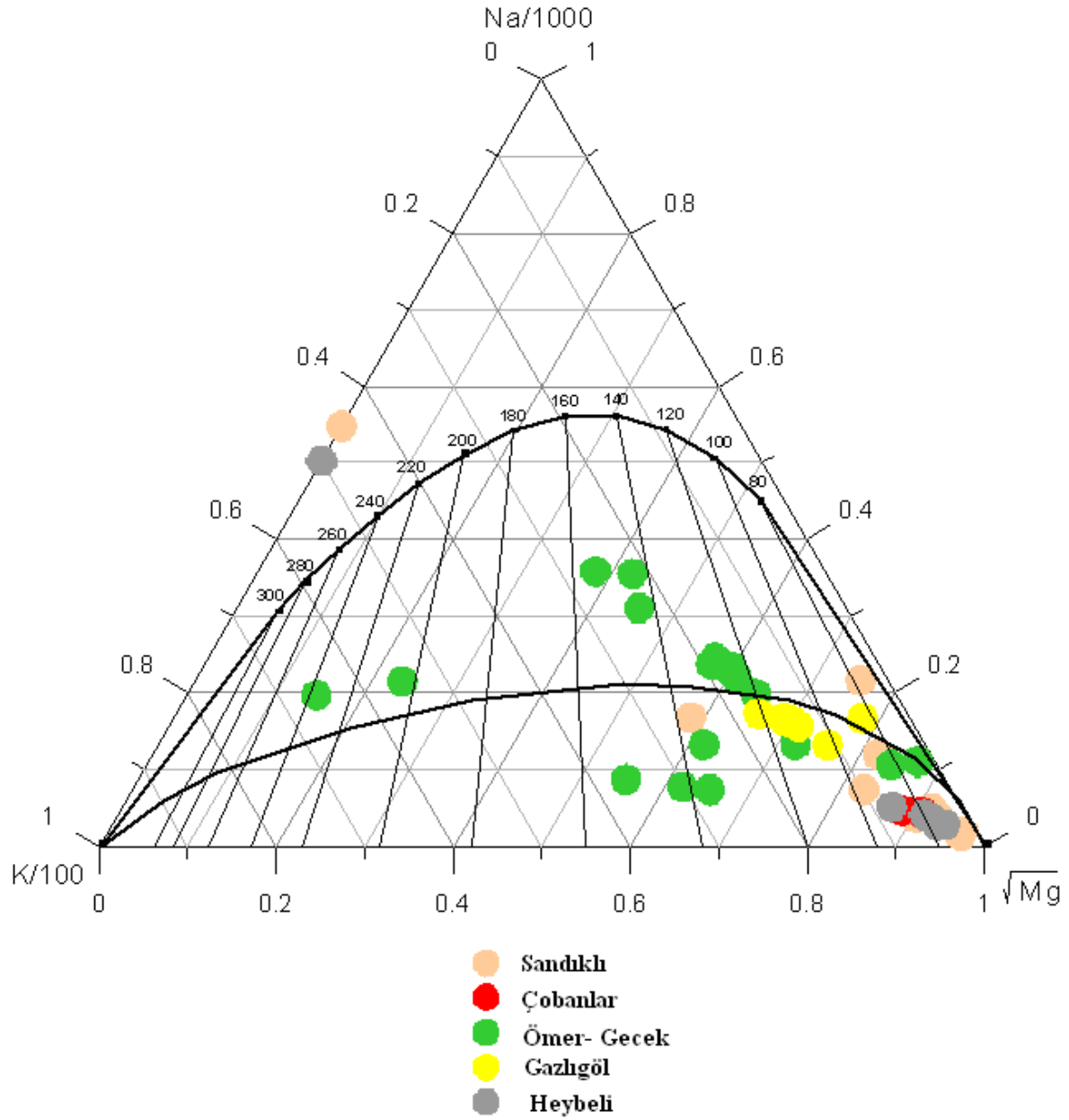
Çizelge D.1 (devam): Afyon İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

		T (°C)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C Adyabatik	CT2, °C Kondüktif	CT3, °C Kalsedonya	CT4, °C Na-K	CT5, °C Na-K-Ca	CT6, °C Na-K-Ca-Mg	CT7, °C Na-Li	CT8, °C Na-K	CT9, °C Na-K ANN Model No:3
Ömer-Gecek	Kaynak veya Kuyu Adı																
	Afyon-Ömer-Gecek		386	1504	221	2.7		19	68.44	61.78	27.51	317.75	261.77	261.77	Hesaplanmadı	316.0428	213.5121
	Afyon Jeot. Toplama Havzası		202	542	130	23.3	2.8	209	171.62	182.68	161.61	392.2	271.08	80.01	245.47	387.4578	220.1609
	Afyon Jeot. Hattı Eşanjör Girişi		230.8	554	126	12.4	2.8	230	177.05	189.35	169.49	418.2	280.93	184.98	243.86	412.2632	222.1814
	Afyon Jeot. Hat. Dönüş Havuzu		225.4	570	138	21.4	2.8	250	181.89	195.31	176.59	405.78	276.29	110.57	241.79	400.4223	221.2334
	Ömer-Gecek AF-1 Kuyusu	98	120	1584	103	5.4	2.1	71	118.37	118.95	88.9	159.44	191.3	169.99	161.69	162.1312	192.9641
	Ömer-Gecek R-260 Kuyusu	92	120	1940	186	5.4	2.2	105	136.13	139.88	112.26	141	178.38	178.38	153.77	144.0245	189.717
	Ömer-Gecek AF- 3 Kuyusu	97	110	1525	59.1	15.1		88	127.92	130.16	101.35	154.83	193.06	-5.13	Hesaplanmadı	157.6075	192.1743
	Ömer-Gecek AF -4 Kuyusu	95	124	1600	110	20	2.2	107	137.03	140.94	113.46	161.61	192.16	17.23	163.58	164.2606	193.3312
	Ömer-Gecek AF -5 Kuyusu	79	100	1350	134	10	3.2	59	110.5	109.77	78.81	157.31	184.59	122.57	193.92	160.047	192.602
	Ömer-Gecek AF- 6 Kuyusu	92	120	1580	188	17	2.2	98	132.88	136.03	107.93	159.68	185.76	95.14	164.24	162.3669	193.0049
	Ömer-Gecek AF -7 Kuyusu	93	128	1600	68	15	2.3	111	138.78	143.03	115.83	164.67	198.64	24.17	165.91	167.2688	193.8447
	Ömer-Gecek AF- 8 Kuyusu	91	124	1540	210	25	2.2	58	109.79	108.94	77.9	165.3	187.51	53.81	165.58	167.8871	193.9495
	Ömer-Gecek AF -9 Kuyusu	49.5	16	900	124	51	1.3	120	142.57	147.54	120.94	54.99	112.48	-259.87	166.16	59.03935	170.7002
Gazlıgöl	Ömer-Gecek AF- 10 Kuyusu	96	108	1440	35	12	2.2	103	135.22	138.8	111.04	158.48	199.29	-5.69	169.14	161.1966	192.8021
	Gazlıgöl-Maden Mevkii Kaynağı		31.1	947.1	71.8	19.7			Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	92.34	143.02	-128.85	Hesaplanmadı	96.05343	179.8595
	Gazlıgöl-Eskihamam Kaynağı	49	78.1	937.2	71.7	17.2			Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	168.68	190.21	-36.64	Hesaplanmadı	171.198	194.5065
	Gazlıgöl-Yenihamam Kaynağı	47	82.1	937.7	19.4	16.4			Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	173.63	205.86	-142.96	Hesaplanmadı	176.0491	195.3102
	Gazlıgöl-Uyuz Hamamı	46	82.2	941.8	20.3	15.4			Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	173.32	205.3	-126.69	Hesaplanmadı	175.7371	195.2589
	Gazlıgöl-Yarma	31	84.3	954.9	68.3	16.8			Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	174.47	194.32	-30.96	Hesaplanmadı	176.8711	195.4449
	Gazlıgöl-Çoban Hamamı	70	83.4	950.5	42.3	16.2			Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	173.85	198.52	-75.75	Hesaplanmadı	176.2628	195.3453
	Gazlıgöl-G-1 Sondajı	66	76	900	72	17		48	102.09	100.03	68.2	170	190.15	-35.74	Hesaplanmadı	172.488	194.7217
	Gazlıgöl-G-2 Sondajı	51	76	900	76	27		26	79.13	73.81	40.15	170	189.64	-122.26	Hesaplanmadı	172.488	194.7217
	Gazlıgöl G-3 sondajı	74	75	770	2.5	8.6	2.5	61	111.89	111.39	80.58	184.7	230.17	-82.77	213.45	186.8825	197.0532
	Gazlıgöl KH-3 sondajı	68	80	940	37	15.3	1.4	36	90.95	87.25	54.44	170.78	197.82	-82.02	167.78	173.252	194.8486
Heybeli	Heybeli-Heybeli Kaynağı	36.5	43.4	437.4	70.7			96	131.92	134.89	106.65	186.68	185.88	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	188.8177	197.3573
	Heybeli-Karaburun Kaynağı	30	27.2	179.5	169.6	40.2			Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	237.11	184.81	-109.06	Hesaplanmadı	237.9946	204.4207
	Heybeli-H-1 Sondajı	37.5	20	180	155	39		26	79.13	73.81	40.15	199.15	169.09	-130.56	Hesaplanmadı	201.0095	199.2245
	Heybeli -H -4 Kuyusu	56	69.1	587	115	220		40	94.95	91.83	59.35	205.79	196.56	56	Hesaplanmadı	207.4831	200.1831
	Heybeli -H- 1A Kuyusu	56.3	73.7	478	296	66.2	0.9	31	85.43	80.95	47.71	239.41	199.13	-83.04	180.59	240.2339	204.7146
	K-1 sondajı	37.5	35.5	300	125	47	0.44	46	100.4	98.08	66.09	206.39	183.42	-195.68	166.97	208.077	200.27

T: Kaynak sıcaklığı, K: potasyum, Na: Sodyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, Li: Lityum, SiO₂: Silisyum.

Silika jeotermometreleri: CT1: Kuvars adyabatik soğuma, CT2: Kuvars kondüktif soğuma, CT3: Kalsedonya kondüktif soğuma.

Katyon jeotermometreleri:CT4: Na/K Jeotermometresi (Ellis, 1970), CT5: Na-K-Ca Jeotermometresi (Fournier ve Truesdell, 1973), CT6: Na-K-Ca-Mg Jeotermometresi (Fournier ve Potter, 1979), CT7: Na-Li Jeotermometresi (Kharaka vd., 1982)., CT8: Na/K Jeotermometresi (Diaz vd., 2008), CT9: Na/K Jeotermometresi (ANN kullanılarak oluşturulmuştur)

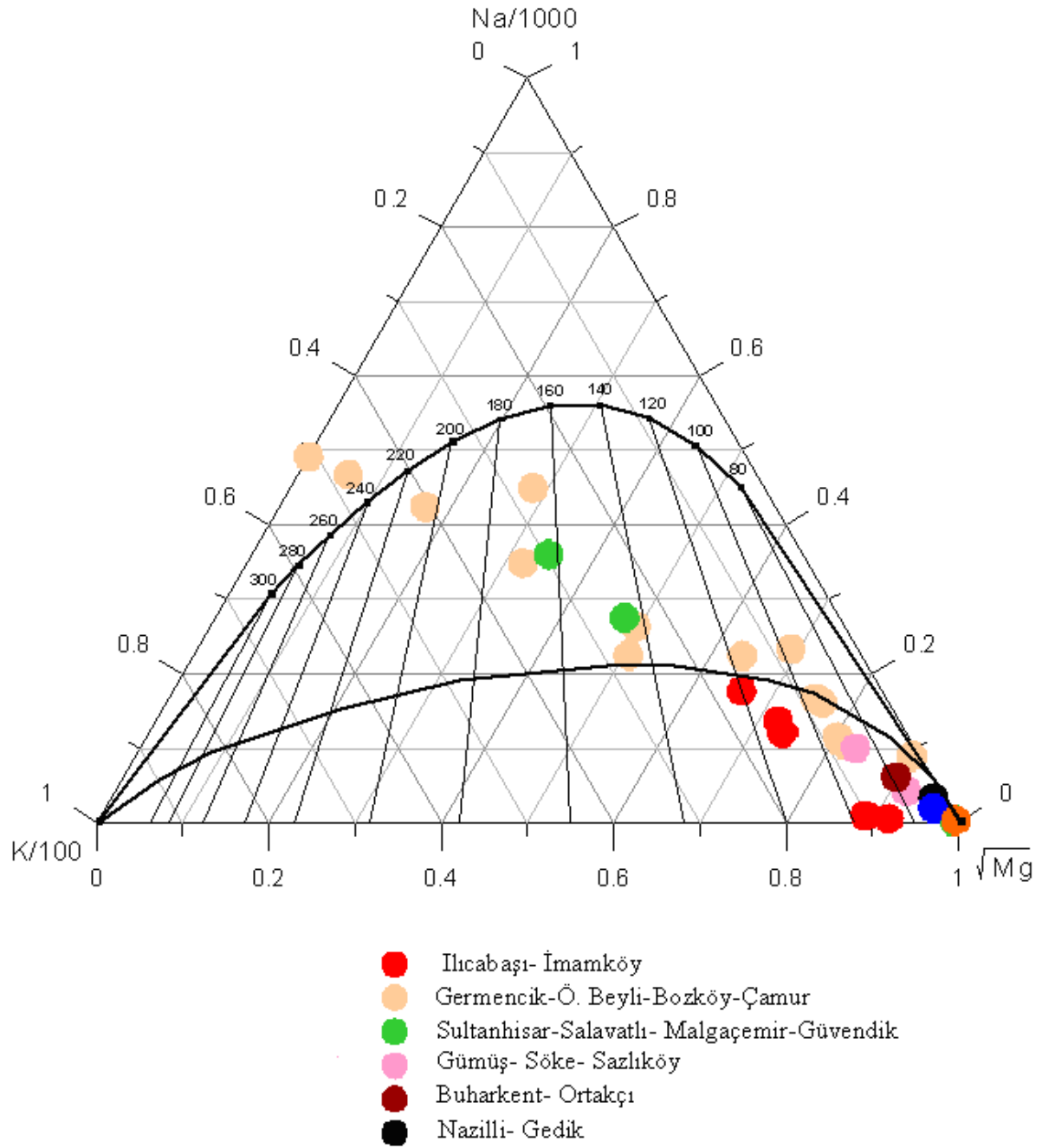


Şekil D.5: Afyon İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.

Ömer Gecek bölgesinden alınan su örnekleri kısmen dengelenmiş (olgunlaşmış) sular aralığında yer almakta olup, katyon jeotermometre sonuçlarına güvenilebileceği ve 200 °C'lik rezervuar sıcaklığını gösteren doğru üzerine yer aldığına dair yorum yapılması mümkündür. Sandıklı, Çobanlar, Gazlıgöl ve Heybeli bölgelerine ait su örneklerinin ise olgunlaşmamış sular aralığında yer aldığı görülmekte olup, katyon jeotermometre sonuçlarına güvenilemeyeceği sonucu çıkarılmaktadır.

Çizelge D.2: Aydın İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

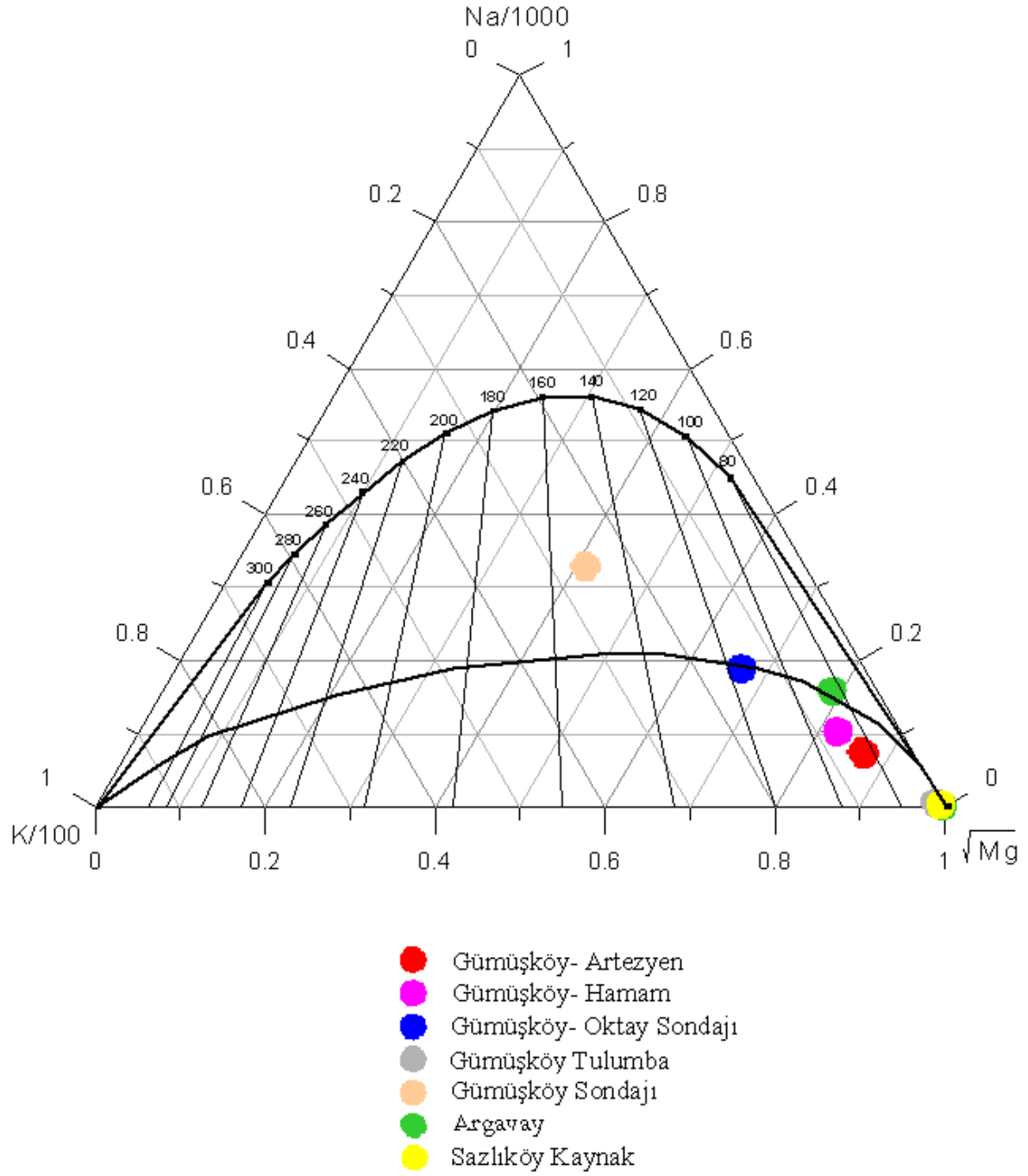
		T (°C)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C
									Adyabatik	Kondüktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	Na-K ANN Model No.3
Ilıcabaşı-İmamköy	Kaynak veya Kuyu Adı																
	Ayter-1 Sondajı	77.50	144.00	1560.00	60.00	34.00	3.50	64.00	113.92	113.75	83.17	179.06	207.95	-131.57	190.67	181.36	196.17
	Ayter-2 Sondajı	80.00	128.00	1080.00	22.00	43.00	4.70	75.00	120.77	121.75	92.00	206.58	226.63	-260.48	233.17	208.26	200.30
	İmamköy Kaynağı	38.20	84.00	51.00	90.00	96.00		43.00	97.75	95.04	62.81	1062.49	337.65	38.20	Hesaplanmadı	1004.17	248.55
	AY-1	98.00	103.00	1002.00	104.00	28.00		240.00	179.51	192.37	173.09	190.51	200.05	-61.86	Hesaplanmadı	192.56	197.94
Germencik-Ö.Beyli-Bozköy-Çamur	Aydın Kaynağı	34.80	88.00	82.00	124.00	57.00		48.00	102.09	100.03	68.20	761.89	307.40	-140.02	Hesaplanmadı	733.31	240.04
	Germencik Ö Beyli 1 kuyusu	203.00	45.00	1355.00	50.00	16.00		140.00	150.25	156.75	131.45	93.11	151.93	-121.01	Hesaplanmadı	96.81	180.03
	Germencik Ö Beyli 2 kuyusu	231.00	189.00	1830.00	1.60	0.00		160.00	157.14	165.05	141.03	191.02	260.00	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	193.06	198.02
	Germencik Ö Beyli 3 kuyusu	230.00	170.00	1775.00	1.60	0.50		55.00	107.59	106.40	75.13	182.91	253.66	253.66	Hesaplanmadı	185.13	196.78
	Germencik Ö Beyli 4 kuyusu	213.00	135.00	1420.00	12.00	1.70		53.00	106.08	104.64	73.21	182.14	224.78	224.78	Hesaplanmadı	184.37	196.66
	Germencik Ö Beyli 5 kuyusu	221.00	128.00	1387.00	8.40	6.80		209.00	171.62	182.68	161.61	179.03	226.21	69.37	Hesaplanmadı	181.33	196.17
	Germencik Ö Beyli 6 kuyusu	221.00	180.00	1775.00	3.60	0.05		41.00	95.90	92.92	60.52	189.03	248.01	248.01	Hesaplanmadı	191.12	197.72
	Germencik Ö Beyli 7 kuyusu	203.00	132.00	1100.00	19.00	6.10		214.00	172.95	184.31	163.53	208.03	229.47	111.23	Hesaplanmadı	209.68	200.50
	Germencik Ö Beyli 8 kuyusu	219.87	15.00	1550.00	8.00	243.00		286.00	189.91	205.27	188.55	24.81	113.65	219.87	Hesaplanmadı	29.02	161.98
	Germencik Ö Beyli 9 kuyusu	223.80	105.00	1750.00	4.80	1.20		286.00	189.91	205.27	188.55	138.36	209.69	209.69	Hesaplanmadı	141.43	189.23
	Bozköy Kaynağı	62.00	68.00	1375.00	42.00	38.00		134.00	148.04	154.09	128.41	122.39	173.57	-287.72	Hesaplanmadı	125.71	186.19
	Alangüllü-1 Kaynağı	61.50	84.00	1360.00	77.00	15.00		110.00	138.35	142.51	115.24	140.87	179.84	-1.68	Hesaplanmadı	143.90	189.69
	Alangüllü-1 Sondajı	58.00	86.00	1120.00	158.00	73.00	5.00	88.00	127.92	130.16	101.35	160.72	181.64	-217.15	234.96	163.39	193.18
	Alangüllü-2 Sondajı	69.50	78.00	1085.00	23.40	56.50	4.60	71.00	118.37	118.95	88.90	154.51	195.23	69.50	231.34	157.30	192.12
	Çamköy Çamur İlçesi	74.00	75.00	1550.00	32.00	54.00		47.00	101.25	99.07	67.16	120.67	176.93	74.00	Hesaplanmadı	124.01	185.84
Sultanhisar-Salavathı-Malgaçemir-Güvendik	Salavathı Kaplıcası	40.50	3.60	45.00	104.00	204.00	0.05	43.00	97.75	95.04	62.81	164.67	134.66	40.50	152.75	167.27	193.84
	Salavathı AS 1 Sondajı	162.00	100.00	1100.00	20.00	3.60	3.00	100.00	133.83	137.15	109.19	177.48	211.11	142.87	202.43	179.81	195.92
	Salavathı AS 2 Sondajı	171.40	90.00	1100.00	14.00	1.10	6.00	178.00	162.80	171.92	149.00	166.87	208.28	208.28	249.49	169.42	194.21
Gümüş-Söke-Sazlıköy	Malıoç Deresi Kaynağı	30.00	2.40	12.00	76.00	35.00	0.05	25.00	77.76	72.26	38.51	276.63	159.20	-275.32	230.14	276.33	209.17
	Gümüşköy Hamamı Kaynağı	35.00	44.00	640.00	113.00	28.00		100.00	133.83	137.15	109.19	150.41	168.86	-102.89	Hesaplanmadı	153.27	191.40
	Sazlıgol Kaynağı	33.00	32.50	349.00	362.50	59.00			Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	179.97	164.12	-47.37	Hesaplanmadı	182.25	196.32
Buharkent-Ortakçı	Ortakçı	51.00	17.00	252.00	38.00	13.60		60.00	111.20	110.58	79.70	148.69	161.36	-178.72	Hesaplanmadı	151.58	191.10
Nazilli-Gedik	Gedik Kaynağı	32.00	6.90	196.00	55.00	31.00		5.00	29.37	18.68	-16.55	97.13	125.06	-325.34	Hesaplanmadı	100.78	180.92
Kuşadası	Kuşadası İtfaiye Sondajı	50.00	14.00	140.00	140.00	48.00		56.00	108.34	107.26	76.06	187.52	160.39	-203.56	Hesaplanmadı	189.64	197.49
Davutlar	Davutlar İlçe Sondajı	43.00	2.00	36.00	580.00	170.00		51.00	104.52	102.84	71.25	131.85	105.15	-198.44	Hesaplanmadı	135.03	188.01



Şekil D.6: Aydın İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.

Çizelge D.3: Gümüşköy (Aydın) İlçesi’ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

		T (°C)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C
	Kaynak veya Kuyu Adı								Adyabatik	Kondüktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	Na-K ANN Model No:3
Gümüşköy- Artezien	Gümüşköy- Artezien GK-1	29.70	40.50	516.00	177.00	35.00	1.10	64.00	113.92	113.75	83.17	162.83	168.13	-71.50	187.69	165.46	193.54
	Gümüşköy- Artezien GK-3	32.70	40.60	506.00	214.00	36.00	1.10	65.00	114.58	114.52	84.02	164.96	167.31	-43.55	188.82	167.55	193.89
Gümüşköy Hamam	Gümüşköy Hamam GK-4	41.00	53.00	737.00	130.00	34.00	2.30	95.00	131.44	134.31	106.00	154.54	172.42	-111.25	210.91	157.33	192.13
Gümüşköy Oktay sondajı	Gümüşköy Oktay sondajı GK-5	71.30	102.00	1337.00	123.00	22.00	2.70	110.00	138.35	142.51	115.24	160.10	186.85	0.18	184.57	162.79	193.08
Gümüşköy- Tulumba	Gümüşköy Tulumba GK-6A	18.40	4.10	43.00	184.00	35.00	0.80	27.00	80.47	75.32	41.74	182.44	137.54	-92.87	360.47	184.67	196.70
Gümüşköy Sondajı	Gümüşköy Sondajı GS-1	80.00	208.00	2650.00	32.00	11.00	4.60	175.00	161.89	170.81	147.71	162.83	215.34	86.84	176.07	165.46	193.54
Argavlı	Argavlı-Keson Kuyu AR-2	19.00	2.10	21.00	102.00	144.00	0.80	21.00	71.78	65.52	31.43	187.52	133.45	19.00	450.19	189.64	197.49
	Gümüşköy-Sızıntı Kaynak AR-3	17.00	78.00	2380.00	230.00	138.00	1.20	42.00	96.84	93.99	61.67	92.21	148.16	-306.43	116.90	95.92	179.83
Sazlıköy- Kaynak	Sazlıköy-Kaynak SZ-1	24.60	1.70	27.00	153.00	45.00	0.30	24.00	76.34	70.66	36.82	142.55	114.87	-195.36	308.58	145.55	190.00



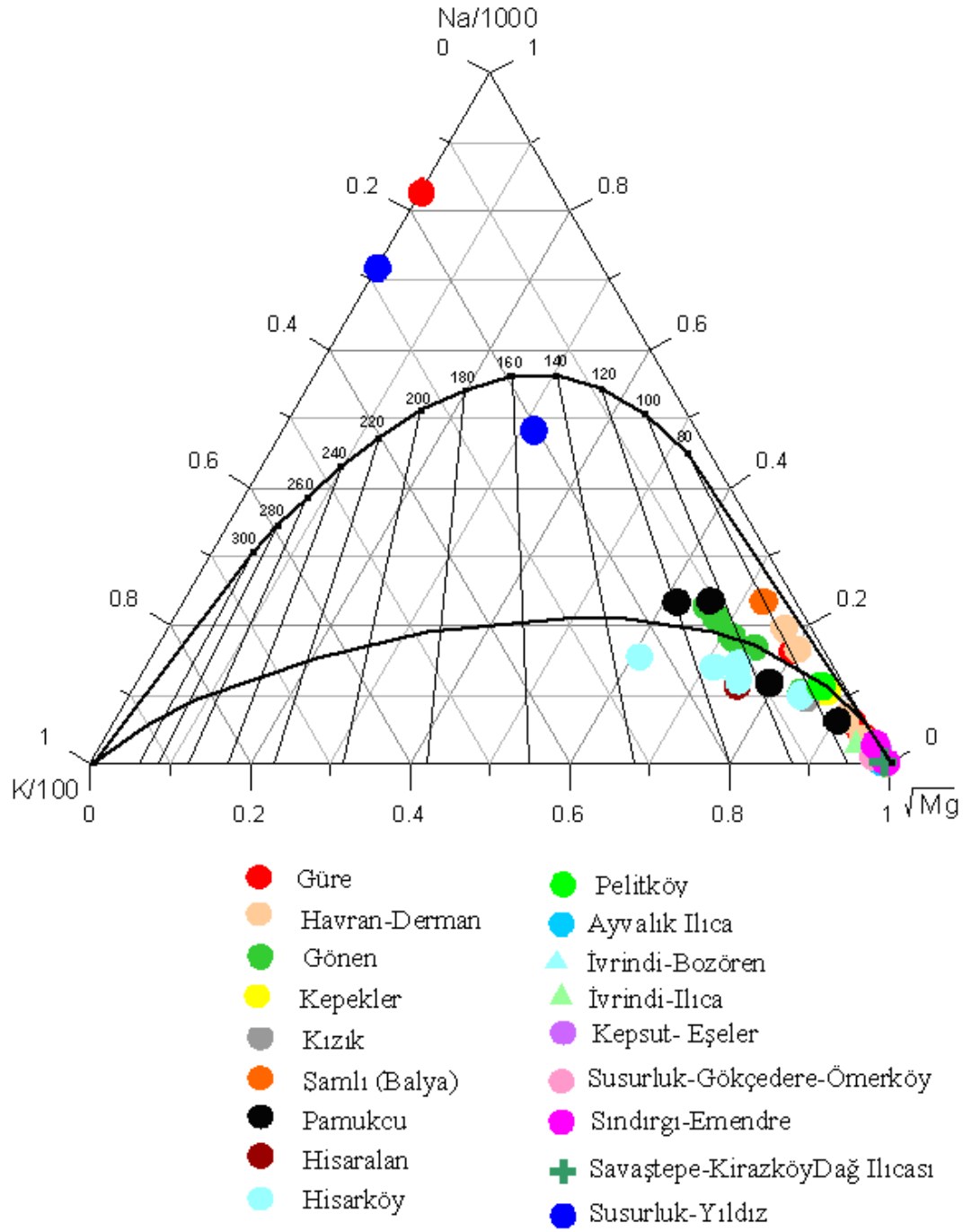
Şekil D.7: Gümüşköy İlçesi'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.

Çizelge D.4: Balıkesir İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

		T (°C)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C Na-K ANN Model No:3
Güre	Kaynak veya Kuyu Adı								Adyabatik	Kondüktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	
	Güre Kaynağı	51	5.5	265	33	0		38	93.00	89.59	56.94	63.68	111.22	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	67.66	172.98
	Demet 1 sondajı	40	6.9	272	31	18		32	86.59	82.27	49.12	75.64	119.98	-324.49	Hesaplanmadı	79.53	175.96
	Güre 1 Sondajı	55	6	252	21	1.5	0.26	43	97.75	95.04	62.81	71.77	119.01	83.57	149.11	75.69	175.01
	Güre 2 Sondajı	33	4.8	57	82.8	41.3	0.15	76	121.35	122.44	92.76	169.72	142.16	-297.58	200.24	172.22	194.68
	GAT Sondajı	37	4.7	168	50	17	0.1	21	71.78	65.52	31.43	81.80	114.26	-219.31	123.92	85.62	177.43
Havran-Derman	Derman Kaynağı	58	4.2	227	38	1.2		50	103.72	101.92	70.25	57.19	103.96	103.96	Hesaplanmadı	61.22	171.29
	Bostancıköy	40	4.4	166	72	4.8		32	86.59	82.27	49.12	78.38	109.62	77.67	Hesaplanmadı	82.23	176.62
	ED-1 Sondajı	60	8	199	18	26.8	0.4	38.4	93.39	90.04	57.43	106.60	139.08	60.00	184.30	110.14	182.96
	ED-2 Sondajı	47	4.2	255	47	1	0.3	35	89.90	86.05	53.15	50.87	99.77	99.77	155.60	54.95	169.59
	ED-3 Sondajı	59	8.5	231	34.5	11.1	0.98	36.4	91.37	87.73	54.95	100.23	132.59	-184.59	231.39	103.85	181.60
Gönen	Gönen Kaynağı	78	21	430	52	3.6		132	147.28	153.19	127.37	121.40	151.76	102.29	Hesaplanmadı	124.73	185.99
	Gönen Dağılıcası Kaynağı	43	1.6	1.4	40	12	0	24	76.34	70.66	36.82	797.28	-0.10	-0.10	Hesaplanmadı	765.66	241.27
	Gönen-1	82	24	460	46	2.2		68	116.51	116.77	86.50	126.69	157.02	142.02	Hesaplanmadı	129.95	187.03
	Gönen-2	78	22	440	49	1.6	4.08	46	100.40	98.08	66.09	123.27	153.73	153.73	292.33	126.57	186.36
	Gönen-3	78	26.2	460	48	3.2		80	123.63	125.10	95.72	133.94	160.99	115.96	Hesaplanmadı	137.08	188.41
	Gönen-4/A	71	28	490	29	16	1.6	36	90.95	87.25	54.44	134.21	166.44	-228.49	213.82	137.35	188.46
Kepekler	Kepekler BK 1 Sondajı	64	17	580	44	22	0.6	36	90.95	87.25	54.44	84.80	134.28	-268.75	149.24	88.59	178.14
	Kepekler Kubbeli Hamam	58	13	570	56	22		58	109.79	108.94	77.90	69.20	121.69	-234.83	Hesaplanmadı	73.13	174.37
Kızık	Kızık Kaynağı	50	15	260	83	5.4	1	34	88.82	84.82	51.84	135.02	148.03	96.92	224.66	138.14	188.61
Şamlı (Balya)	Şamlı Kaynağı	60	3.8	230	18	0.5	0.4	56	108.34	107.26	76.06	51.03	104.55	104.55	176.17	55.11	169.63
Pamukçu	Pamukçu Kaynağı	58	11	205	58	9		112	139.22	143.55	116.41	128.98	143.78	-35.17	Hesaplanmadı	132.20	187.47
	Pamukçu Sondajı 1	53	24	380	18	1		15	60.81	53.24	18.64	142.82	171.32	158.19	Hesaplanmadı	145.82	190.05
	Pamukçu 2 Sondajı	58	16	360	26	1		102	134.76	138.25	110.43	114.09	149.96	149.96	Hesaplanmadı	117.53	184.52
	Pamukçu 3 Sondajı	58.5	22.4	290	32.8	3.8	0.9	69	117.14	117.50	87.31	161.29	171.91	57.37	210.55	163.95	193.28
Hisaralan	Hisaralan Kaynağı	97	35	300	21	3.9	1	120	142.57	147.54	120.94	204.74	199.53	43.80	215.16	206.47	200.03
Hisarköy	Hisarköy Kaynağı	94	68	650	30	16		118	141.74	146.56	119.82	192.43	204.85	-126.67	Hesaplanmadı	194.44	198.23
	BH 1 Sondajı	38	37	609	64.5	26.4	1.7	41	95.90	92.92	60.52	139.44	166.46	-194.83	203.87	142.49	189.43
	HK 2 Sondajı	98	51	638	28.6	10.5	1.9	99	133.36	136.59	108.56	164.60	189.27	-80.76	207.93	167.19	193.83
	HK 3 Sondajı	98	95	628	39.9	6.1	2	121	142.97	148.03	121.49	236.88	224.27	111.84	212.21	237.78	204.39
	HK 4 Sondajı	57	68	638	64.5	10.5	1.8	117	141.33	146.07	119.26	194.49	198.01	34.41	204.54	196.45	198.54

Çizelge D.4 (devam): Balıkesir İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

		T (°C)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C Na-K ANN Model No:3
Pelitköy	Kaynak veya Kuyu Adı								Adyabatik	Kondüktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	
	Uyuz İlçası	31	21	840	76	41		36	90.95	87.25	54.44	74.75	128.81	-298.63	Hesaplanmadı	78.63	175.74
Ayvalık- İlca	Pelit köy	25.9	4.8	140	64	71		23	74.88	69.01	35.08	95.30	118.32	25.90	Hesaplanmadı	98.97	180.52
	Ayvalık İlca	34	0.8	2.6	2	1.2		30	84.24	79.60	46.28	351.75	186.85	-282.21	Hesaplanmadı	348.73	216.72
İvrindi- Bozören																	
	Bozören	27	4.4	40	156	32		19	68.44	61.78	27.51	198.02	144.15	-106.08	Hesaplanmadı	199.90	199.06
İvrindi- İlca																	
	İvrindi İlca	38.8	12.4	134	88	19.5		51	104.52	102.84	71.25	179.31	159.66	-105.92	Hesaplanmadı	181.61	196.21
Kepsut- Eşeler																	
	Gümeli	28.8	4.6	23	88	9.7		34	88.82	84.82	51.84	276.63	168.90	21.25	Hesaplanmadı	276.33	209.17
Susurluk- Gökçedere- Ömerköy		28.2	0.4	60	20	4.9	0.05	24	76.34	70.66	36.82	8.91	59.12	59.12	138.96	13.16	156.80
	Susurluk Ömerler Kaynağı	31	7.2	54	81	27	0.05	16	62.86	55.53	21.01	220.74	163.45	-197.40	143.91	222.07	202.26
Sındırgı- Emendre	Susurluk Ömerköy Kaynağı	30	5.4	66	58	26	0.2	24	76.34	70.66	36.82	166.87	145.81	-268.97	209.03	169.42	194.21
	Susurluk Gökçedere Kaynağı	26	1	6.9	112	29	0.05	8	42.07	32.53	-2.59	231.29	-11.85	-11.85	271.58	232.33	203.67
Savaştepe- Kirazköy Dağ İlçası	Sındırgı Emendre Kaynağı	33	0.8	10	56	22	0.05	12	53.90	45.57	10.73	164.67	117.91	-260.06	243.08	167.27	193.84
	Sındırgı Çatak Mevkii Kaynağı	27.1	0.4	45	2	2.4	0.05	30	84.24	79.60	46.28	21.03	76.76	27.10	152.75	25.25	160.79
Susurluk- Yıldız	Savaştepe Kirazköydağı İlca Kaynağı	40	2	15	67	16.5	0.6	27.8	81.50	76.50	42.99	220.74	144.44	-144.70	457.23	222.07	202.26
	Yıldız	60	14.5	345	31	0.05	1.02	109	137.91	141.99	114.65	109.88	145.32	145.32	207.47	113.38	183.65
	Susurluk Yıldız Kaynağı	65	14.5	370	44	0		104	135.68	139.34	111.65	104.74	140.53	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	108.30	182.57



Şekil D.8: Balıkesir İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.

Çizelge D.5: Bursa İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

		T (°C)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C
	Kaynak veya Kuyu Adı								Adyabatik	Kondüktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Cu	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	Na-K ANN Model No:3
Kaynarca-Çekirge	Kaynarca Kaynağı	82.50	17.80	198.00	100.00	1.20		37.50	92.49	89.01	56.32	176.33	163.64	163.64	Hesaplanmadı	178.69	195.74
	Kara Mustafa Kaynağı	82.00	13.50	134.00	96.00	16.00		32.50	87.15	82.92	49.81	188.32	163.17	-47.53	Hesaplanmadı	190.42	197.61
	Kükürtlü Kaynağı	79.00	18.00	194.00	90.00	11.00		40.00	94.95	91.83	59.35	179.59	165.78	14.71	Hesaplanmadı	181.88	196.26
	Vakıfbahçe Kaynağı	49.50	4.07	27.00	70.00	18.00		46.00	100.40	98.08	66.09	236.42	159.27	-146.02	Hesaplanmadı	237.32	204.33
	Eşref Efendi	37.00	14.70	168.00	79.70	11.20	0.50	86.50	127.14	129.24	100.33	173.57	161.44	-12.34	207.89	175.99	195.30
	Küplüce	37.00	3.70	25.00	75.00	206.00	0.10	33.60	88.38	84.32	51.30	234.01	156.55	37.00	227.33	234.98	204.02
	Zeyminine	44.00	3.80	23.00	64.00	19.50	0.05	36.20	91.16	87.49	54.69	248.80	161.90	-181.60	188.82	249.35	205.89
	Horhor	41.00	4.10	24.20	70.30	20.00	0.05	34.30	89.15	85.19	52.23	252.30	163.23	-166.35	185.88	252.75	206.32
Orhangazi-Keramet	Keramet İlçesi	31.00	1.60	20.00	125.00	37.00		21.00	71.78	65.52	31.43	164.67	121.87	-194.39	Hesaplanmadı	167.27	193.84
İnegöl-Oylat	Oylat Ana Kaynak	40.00	4.33	23.50	121.00	7.80		42.20	97.02	94.20	61.90	264.33	162.41	95.09	Hesaplanmadı	264.42	207.75
Dümbüldek	Dümbüldek	45.00	72.00	440.00	168.00	36.00	0.10	96.00	131.92	134.89	106.65	247.47	206.67	-55.63	86.38	248.06	205.73
Gemlik-Terme	Gemlik	36.00	0.60	11.00	56.00	15.00		18.00	66.67	59.78	25.43	130.33	104.24	-177.16	Hesaplanmadı	133.53	187.73
İnegöl-Karacakaya	Karacakaya	27.00	2.00	20.00	60.00	15.00	0.05	11.00	51.29	42.68	7.76	187.52	136.62	-150.02	197.12	189.64	197.49
İhcaksu	İhcaksu	45.50	3.20	24.00	66.00	23.00	0.05	37.00	91.99	88.43	55.70	220.74	151.89	-215.99	186.36	222.07	202.26
Orhaneli-Sadağ	Sadağ	64.50	6.80	220.00	163.00	0.73	0.05	72.00	118.98	119.66	89.69	88.29	113.97	113.97	86.38	92.04	178.94
Orhaneli-Ağaçhisar	Ağaçhisar	40.00	3.20	15.00	252.00	44.00	0.05	32.00	86.59	82.27	49.12	286.71	5.04	5.04	215.16	286.09	210.28

Çizelge D.6: Çanakkale İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

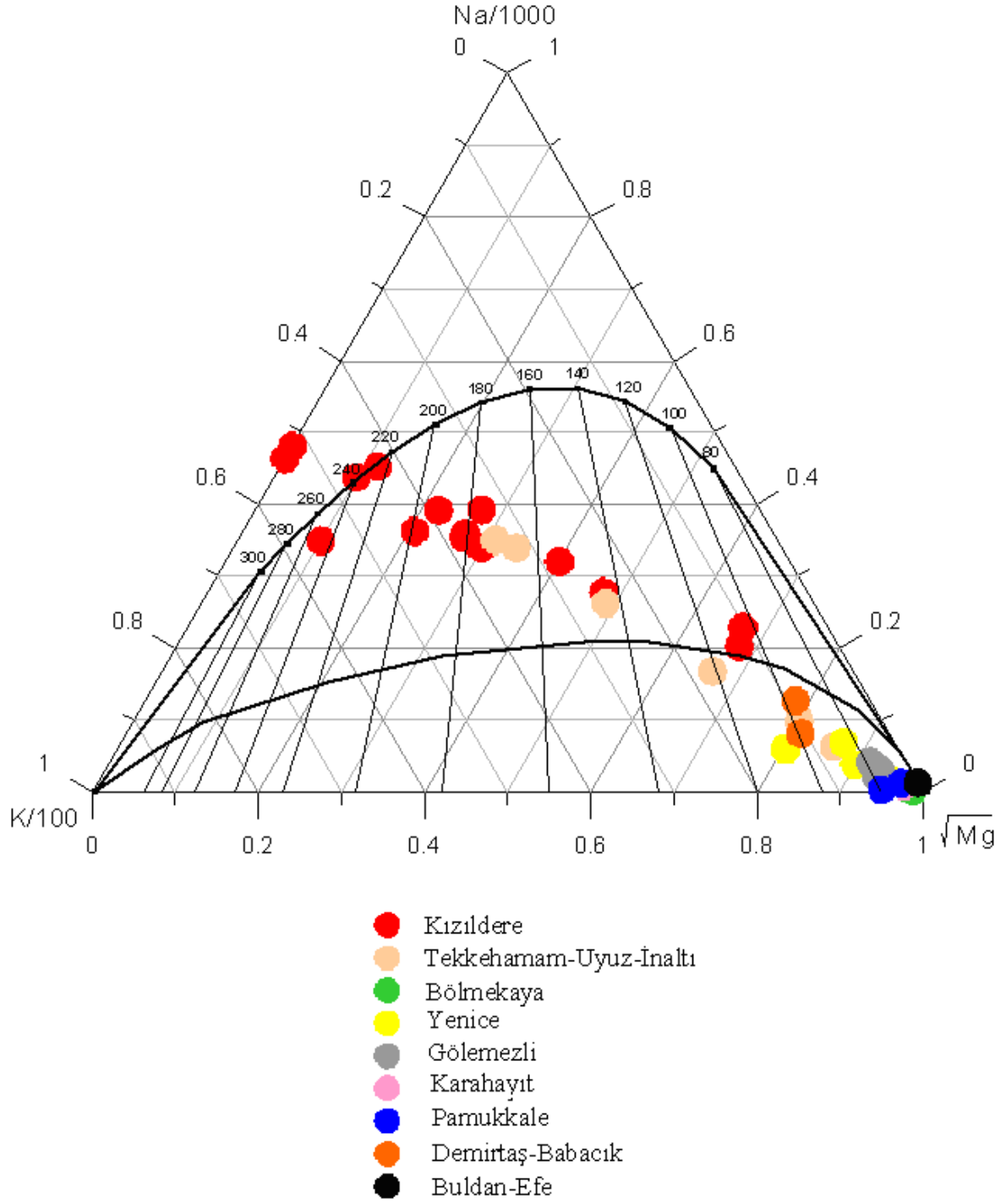
	Kaynak veya Kuyu Adı	T (C°)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C
									Adyabatik	Kondüktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	Na-K ANN Model No:3
Hıdırlar- Uyuz	Hıdırlar Köy Kaynağı	52.00	4.00	110.00	52.00	9.70	0.10	51.00	104.52	102.84	71.25	99.40	118.85	-87.71	143.04	103.02	181.42
	Hıdırlar Kaplıcası	87.00	7.50	200.00	16.00	2.40		84.00	125.81	127.68	98.58	101.58	136.93	-8.59	Hesaplanamadı	105.18	181.89
	Hıdırlar Sondajı	58.00	5.40	186.00	20.00	1.00	0.10	71.00	118.37	118.95	88.90	84.18	123.32	117.42	119.59	87.98	177.99
Tuzla	Tuzlar (T3) Sondajı	90.00	2000.00	21500.00	3848.00	201.00	23.00	98.00	132.88	136.03	107.93	179.86	219.75	168.77	150.88	182.14	196.30
	Tuzlar (T1) Sondajı	90.00	2125.00	22250.00	3175.00	101.00		123.00	143.78	148.99	122.59	182.62	224.26	224.26	Hesaplanamadı	184.84	196.73
	Tuzlar (T4) Sondajı	90.00	2400.00	26000.00	4140.00	11.90		150.00	153.78	161.00	136.34	179.06	222.55	222.55	Hesaplanamadı	181.36	196.17
Kestanbol	Kestanbol Kaynağı	73.00	630.00	5100.00	800.00	54.00		86.00	126.88	128.93	99.98	211.46	224.00	155.85	Hesaplanamadı	213.02	200.99
	Akçakeçeli Kaynağı	40.00	405.00	6032.00	753.00	57.00		88.00	127.92	130.16	101.35	148.26	190.93	114.77	Hesaplanamadı	151.16	191.02
Ayvacık- Küçük- çetmi	Küçükçetmi Kaynağı	42.00	2.00	134.00	72.00	15.00		49.00	102.91	100.98	69.23	45.70	86.20	-122.20	Hesaplanamadı	49.81	168.16
Biga- Kırkgeçit	Kırkgeçit Kaynağı	60.00	2.50	155.00	6.00	0.00		53.00	106.08	104.64	73.21	49.76	105.59	Hesaplanamadı	Hesaplanamadı	53.84	169.28
	Kırkgeçit Kaynağı	58.00	2.00	130.00	5.60	0.50		44.00	98.65	96.07	63.92	47.27	102.05	57.74	Hesaplanamadı	51.37	168.60
Çan-Etili- Tepeköy- Bardak- çılar	Etili/Tepeköy Kaynağı	35.00	12.00	477.00	36.00	0.75		185.00	164.89	174.46	151.96	75.13	126.36	126.36	Hesaplanamadı	79.02	175.84
	Bardakçılar (Ozancık)	59.00	6.00	290.00	80.00	2.40		41.00	95.90	92.92	60.52	63.50	106.58	106.58	Hesaplanamadı	67.48	172.93
	Etili	32.00	15.00	590.00	32.00				Hesaplanamadı	Hesaplanamadı	Hesaplanamadı	75.78	130.66	Hesaplanamadı	Hesaplanamadı	79.66	175.99
	Karalıca (Tepeköy)	50.00	20.00	450.00	148.00	49.00		31.00	85.43	80.95	47.71	114.09	140.03	-199.84	Hesaplanamadı	117.53	184.52
Çan	Çan	47.00	24.00	550.00	224.00	15.00		22.50	74.12	68.16	34.19	112.70	139.11	86.79	Hesaplanamadı	116.15	184.23
	Çan 93/2 Kuyu	42.00	18.00	315.00	154.00	16.00		33.00	87.72	83.56	50.49	134.21	145.77	28.90	Hesaplanamadı	137.35	188.46
	Çan 1 Sondajı	44.00	140.00	540.00	180.00	17.00	1.05	24.00	76.34	70.66	36.82	319.55	240.25	123.43	182.41	317.78	213.69
	Çan Sondajı 2	49.00	24.00	475.00	252.00	2.70		33.00	87.72	83.56	50.49	124.10	142.64	142.64	Hesaplanamadı	127.40	186.52
Topaklar	Topaklar (Kum)	67.00	5.00	320.00	48.00	0.50		37.50	92.49	89.01	56.32	48.08	100.49	100.49	Hesaplanamadı	52.18	168.82
Lapseki- Kocabaşlar	Kocabaşlar	36.00	1.20	164.00	112.00	0.50		14.00	58.64	50.83	16.15	12.72	63.28	63.28	Hesaplanamadı	16.96	158.09
Bayramiç- Yukarı Palamut	Palamutova	35.00	7.30	260.00	92.50	1.80			Hesaplanamadı	Hesaplanamadı	Hesaplanamadı	82.03	116.12	116.12	Hesaplanamadı	85.84	177.49
Bayramiç- Külcüler	Külcüler	35.00	3.50	198.00	40.00			43.00	97.75	95.04	62.81	54.68	100.26	Hesaplanamadı	Hesaplanamadı	58.73	170.62
Çeltik	Çeltik	30.00	7.00	360.00	115.00	11.00	0.50		Hesaplanamadı	Hesaplanamadı	Hesaplanamadı	59.96	104.67	30.00	164.10	63.98	172.01

Çizelge D.7: Denizli İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

		T	K	Na	Ca	Mg	Li	SiO ₂	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C
									Adyabatik	Kondüktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	Na-K ANN Model No:3
Kızıldere	Kaynak veya Kuyu Adı																
	Kızıldere KD 1 Kuyusu	198.00	174.30	1468.00	2.80	0.70		227.00	29.43	18.75	-16.49	-269.40	257.96	257.96	Hesaplanmadı	208.46	200.33
	Kızıldere KD 1/A Kuyusu	198.40	132.80	1252.00	0.90	0.90			41.87	32.31	-2.82	724.87	259.70	259.70	Hesaplanmadı	195.93	198.46
	Kızıldere KD 2 Kuyusu	119.40	108.00	1225.00	10.70	4.40		277.50	847.83	1360.39	3707.63	-270.08	217.97	112.74	Hesaplanmadı	176.74	195.42
	Kızıldere KD 3 Kuyusu	158.00	124.50	1261.20	2.00	0.50			17.95	6.34	-28.84	724.87	244.96	244.96	Hesaplanmadı	188.28	197.27
	Kızıldere KD 4 Kuyusu	172.00	131.50	1253.80	1.70	0.90		260.00	41.87	32.31	-2.82	-269.87	251.10	251.10	Hesaplanmadı	194.71	198.27
	Kızıldere KD 5 Kuyusu		146.00	1375.00		1.40		380.00	77.93	72.45	38.71	-270.90	254.24	254.24	Hesaplanmadı	196.04	198.47
	Kızıldere KD 6 Kuyusu	196.00	116.00	1220.00	1.00	0.10		430.00	-2.60	-15.56	-50.30	-271.16	249.74	249.74	Hesaplanmadı	184.39	196.66
	Kızıldere KD 7 Kuyusu	207.70	164.00	1420.00	2.20			123.00	-7.29	-20.51	-55.08	-266.24	258.07	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	205.33	199.87
	Kızıldere KD 8 Kuyusu	185.00	88.00	1492.00	18.00	25.00			-352.89	-339.58	-323.04	724.87	192.47	-232.85	Hesaplanmadı	139.99	188.96
	Kızıldere KD 9 Kuyusu	170.50	49.80	1120.00	6.90	10.70		248.00	-584.08	-512.46	-441.07	-269.71	180.31	-199.35	Hesaplanmadı	117.56	184.53
	Kızıldere KD 13 Kuyusu	201.40	138.00	1300.00	2.00	1.30		120.00	70.07	63.60	29.41	-266.07	250.88	250.88	Hesaplanmadı	196.02	198.47
	Kızıldere KD 14 Kuyusu	210.20	152.00	1410.00	2.00	0.00		125.00	-7.29	-20.51	-55.08	-266.35	253.98	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	197.69	198.72
	Kızıldere KD 15 Kuyusu	209.40	138.00	1340.00	2.00	1.00		125.00	48.47	39.57	4.58	-266.35	249.43	249.43	Hesaplanmadı	192.76	197.97
	Kızıldere KD 16 Kuyusu	207.00	148.00	1400.00	2.20	0.10		550.00	-2.60	-15.56	-50.30	-271.60	251.22	251.22	Hesaplanmadı	195.57	198.40
	Kızıldere KD 111 Kuyusu	164.00	90.00	1040.00	3.20	1.70			103.82	102.03	70.37	724.87	226.25	187.81	Hesaplanmadı	174.89	195.12
	Kızıldere R1 Kuyusu	242.00	245.00	1556.00	2.70	0.20		416.00	2.26	-10.41	-45.29	-271.10	281.88	281.88	Hesaplanmadı	242.97	205.07
	Kızıldere R2 Kuyusu	204.50	110.00	1290.00	1.60	0.80		380.00	35.53	25.37	-9.83	-270.90	237.86	237.86	Hesaplanmadı	173.44	194.88
Tekkehamam-Uyuz-İnaltı	Tekkehamam-Tekkeköy Kaynağı	99.00	95.00	995.00	16.00	3.40		120.00	374.44	455.38	535.69	-266.07	214.39	140.24	Hesaplanmadı	184.81	196.73
	Tekkehamam Kaynak 1	60.00	64.00	530.00	217.00	53.00		210.00	-305.62	-300.66	-294.15	-269.09	190.00	-100.55	Hesaplanmadı	210.40	200.61
	Tekkehamam Kaynak 2	72.00	99.00	984.00	45.00	15.00		160.00	-439.26	-407.40	-371.27	-267.83	206.76	-33.69	Hesaplanmadı	190.28	197.59
	Tekkehamam (TH-2) Kuyusu	171.00	120.00	1240.00	2.00	1.20		77.00	62.55	55.19	20.66	-262.16	243.16	243.16	Hesaplanmadı	186.21	196.95
	İnaltı Magarası Kaynağı	55.50	73.00	735.00	186.00	35.00		375.00	-325.61	-317.28	-306.60	-270.87	186.59	-41.06	Hesaplanmadı	188.92	197.37
	Tekkeköy (TH 1) Kuyusu	75.50	64.00	530.00	217.00	53.00		190.00	-305.62	-300.66	-294.15	-268.67	190.00	-100.55	Hesaplanmadı	210.40	200.61
	Tekkeköy Gerenlik Gölü Kaynağı	73.50	94.00	1000.00	29.50	1.00		210.00	48.47	39.57	4.58	-269.09	207.23	207.23	Hesaplanmadı	183.21	196.47
Bölmekaya	Bölmekaya Kaynağı	36.00	9.80	23.50	1.50	77.00		100.00	-294.68	-291.47	-287.18	-264.67	256.63	36.00	Hesaplanmadı	412.49	222.20
Yenice	Yenicekent YK 1 Kuyusu	57.00	108.00	477.00	134.00	40.50	0.80	40.00	-317.30	-310.41	-301.47	-252.21	231.53	-84.72	174.18	295.39	211.32
	Yenicekent YK 2 Kuyusu	67.00	107.00	478.00	122.00	40.90	0.90	37.00	-316.80	-309.99	-301.16	-250.55	231.86	-100.75	180.59	293.59	211.12
	Yenicekent YK 3 Kuyusu	36.00	21.90	122.00	177.00	42.90	0.20	23.00	-314.45	-308.04	-299.69	-237.29	186.68	-116.62	172.94	260.73	207.31
	Yenice Karşıyaka Kaynağı	39.50	48.00	540.00	230.00	46.00		53.00	-311.27	-305.38	-297.70	-257.26	173.11	-73.93	Hesaplanmadı	177.56	195.56
	Yenice Hamamı	40.80	42.00	260.00	300.00	36.00		100.00	-323.87	-315.85	-305.53	-264.67	189.98	21.78	Hesaplanmadı	246.35	205.51

Çizelge D.7 (devam): Denizli İli’ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

									CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C
	Kaynak veya Kuyu Adı	T	K	Na	Ca	Mg	Li	SiO ₂	Adyabatik	Kondüktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	Na-K ANN Model No:3
Gölemezli	Gölemezli Hamamı	57.00	56.00	540.00	420.00	141.00		160.00	-284.49	-282.83	-280.60	-267.83	175.96	-189.30	Hesaplanmadı	193.50	198.08
	Gölemezli Kaynağı	52.00	46.00	400.00	530.00	136.00		120.00	-284.93	-283.20	-280.88	-266.07	174.08	-137.21	Hesaplanmadı	204.84	199.80
	Gölemezli DG 2 Kuyusu	73.00	50.50	245.00	106.00	111.00		73.10	-287.72	-285.58	-282.70	-261.58	213.59	73.00	Hesaplanmadı	280.85	209.69
Karahayıt	Karahayıt- Kubbeli Hamam																
	Kızıl Leğen	55.00	21.00	120.00	480.00	135.00		55.00	-285.02	-283.28	-280.94	-257.83	175.94	-160.61	Hesaplanmadı	257.19	206.87
	Karahayıt Cami Kaynağı	46.50	20.00	119.00	475.00	120.00		56.00	-286.57	-284.61	-281.95	-258.10	173.74	-138.70	Hesaplanmadı	251.66	206.18
Pamukkale	Karahayıt Kızılhamam Kur-Tur	40.00	20.00	105.00	505.00	121.00		50.00	-286.46	-284.51	-281.87	-256.33	177.63	-126.29	Hesaplanmadı	269.18	208.33
	Pamukkale Mis Tur Altı	59.00	22.00	130.00	530.00	110.00		43.00	-287.86	-285.70	-282.79	-253.64	174.70	-97.20	Hesaplanmadı	252.60	206.30
	Pamukkale Termal Kaynak(Oz. Id.)	34.50	48.00	38.00	450.00	90.00		55.00	-291.36	-288.66	-285.04	-257.83	281.24	-34.86	Hesaplanmadı	821.65	243.24
Demirtaş - Babacık	Demirtaş Kaynağı	98.00	46.00	650.00	50.00	16.00		198.00	-423.02	-394.97	-362.63	-268.85	177.79	-110.64	Hesaplanmadı	155.87	191.87
	Babacık	65.00	113.00	860.00	266.00	74.00		136.00	-295.62	-292.26	-287.79	-266.90	202.30	-111.02	Hesaplanmadı	220.31	202.02
Buldan - Efe	Efe Maden Suyu	25.00		100.10	100.20	55.90		18.00	-303.74	-299.09	-292.96	-227.78	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı



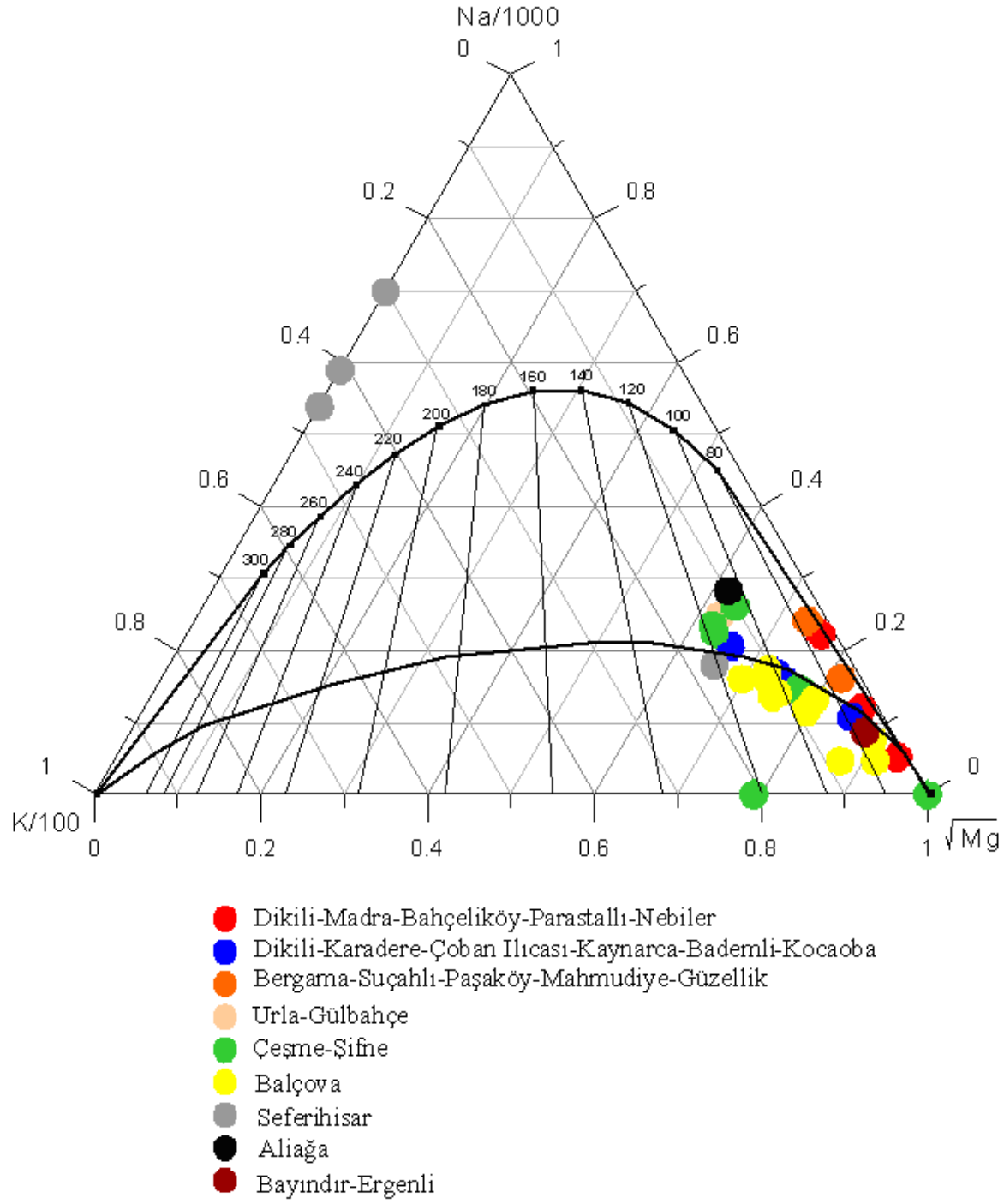
Şekil D.11: Denizli İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.

Çizelge D.8: İzmir İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

		T (°C)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C
	Kaynak veya Kuyu Adı								Adyabatik	Kondüktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	Na-K ANN Model No:3
Dikili-Madra- Bahçeliköy- Parastallı- Nebiler	Dikili-Madra Çayı	32.00	2.20	293.00	16.10	1.00			Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	13.80	80.29	80.29	Hesaplanmadı	18.03	158.44
	Dikili-Parastalı		4.20	265.00	12.00	3.60			Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	48.83	107.33	-166.13	Hesaplanmadı	52.92	169.03
	Dikili- Bahçeliköy	25.00	3.50	184.00	16.00	11.00			Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	58.73	107.82	25.00	Hesaplanmadı	62.75	171.69
	Dikili Bergama Kaynarca Kaynağı	80.00	35.00	540.00	25.00	3.00		175.00	161.89	170.81	147.71	145.11	175.97	87.56	Hesaplanmadı	148.06	190.46
Dikili- Karadere- Çoban İlçası- Kaynarca- Bademli- Kocaoba	Dikili İlçası	51.00	33.00	562.00	12.00	7.30		92.00	129.96	132.56	104.04	136.52	177.94	-142.54	Hesaplanmadı	139.62	188.89
	Dikili Bergama Çoban İlçası	42.00	33.00	575.00	10.00	6.10		85.00	126.35	128.31	99.28	134.58	178.75	-119.50	Hesaplanmadı	137.71	188.53
	Dikili Bergama Kocaoba İlçası	70.00	11.00	310.00	118.00	6.10		80.00	123.63	125.10	95.72	97.68	126.46	108.86	Hesaplanmadı	101.32	181.04
	Dikili Bergama Güzellik İlçası	35.00	5.40	375.00	10.00	3.60		51.00	104.52	102.84	71.25	43.86	109.25	-189.14	Hesaplanmadı	47.98	167.64
Bergama- Sucanlı- Paşaköy- Mahmudiye- Güzellik	Bergama Dömbek Mvk Sıcak Su Sondajı	60.00	3.60	360.00	16.00	1.20		100.00	133.83	137.15	109.19	26.29	92.42	70.91	Hesaplanmadı	30.50	162.44
	Gölbahçe kaynağı	34.00	592.00	11790.00	1084.00	883.00			Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	123.61	183.78	34.00	Hesaplanmadı	126.91	186.42
Çeşme-Şifne	Çeşme İlca-1 Sondajı	56.00	388.00	10075.00	1551.00	609.00		47.00	101.25	99.07	67.16	103.48	163.90	-216.41	Hesaplanmadı	107.06	182.30
	İzmir Çeşme FY-1		580.00	10.00	160.30	486.00	0.40	21.00	71.78	65.52	31.43	-1217.39	185.64		457.23	-1305.38	332.03
	Çeşme- Karadağ KD-1				1118.00	888.00		5.00	29.37	18.68	-16.55	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı		Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı
	Çeşme Yıldızburnu Kaynağı	40.00	794.00	12440.00	962.00	1218.00		0.50	-20.47	-34.32	-68.33	143.75	199.59	40.00	Hesaplanmadı	146.73	190.22
	Çeşme V Kamp	40.00	712.00	11940.00	1075.00	1000.00		0.50	-20.47	-34.32	-68.33	137.84	193.76	40.00	Hesaplanmadı	140.91	189.14
	Çeşme Topan İlca Kaynağı	55.00	378.00	6733.70	1202.30	1384.40		13.00	56.35	48.28	13.52	132.72	178.74	55.00	Hesaplanmadı	135.88	188.18
	Şifne İlca Kaynağı	42.00	460.20	8262.00	1136.00	1878.60		12.00	53.90	45.57	10.73	132.07	182.53	42.00	Hesaplanmadı	135.24	188.06
	Balçova BD-1 Sondajı		24.00	395.00	27.00	2.70	1.50	270.00	186.44	200.96	183.35	139.45	166.51	86.17	223.80	142.50	189.43
Balçova	Balçova Kaynağı		41.30	239.00	19.20	19.50			Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	255.08	219.93	-260.27	Hesaplanmadı	255.45	206.66
	Balçova (B-1) Kuyusu	114.00	20.00	235.00	36.00	21.00	1.00	87.00	127.40	129.55	100.67	170.78	172.50	-269.94	231.60	173.25	194.85
	Balçova (B-3) Kuyusu	111.00	30.00	345.00	61.00	3.60	1.30		Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	172.94	175.75	132.38	223.28	175.37	195.20
	Balçova (B-4) Kuyusu	112.00	31.00	390.00	29.00	4.40	1.50		Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	164.05	179.77	39.56	224.66	166.66	193.74
	Balçova (B-5) Kuyusu	114.00	28.00	400.00	12.00	7.00	1.60		Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	152.06	181.31	-151.98	227.33	154.89	191.69
	Balçova (B-6) Kuyusu	93.00	23.00	450.00	12.00	7.30	1.20	77.00	121.93	123.11	93.51	125.03	166.80	-188.63	201.05	128.31	186.70
	Balçova (B-7) Kuyusu	115.00	32.00	420.00	10.00	8.50	1.60	124.00	144.18	149.47	123.13	159.98	188.58	-190.25	224.02	162.66	193.06
	Balçova (B-9) Kuyusu	122.00	31.00	440.00	8.00	4.00	1.70	109.00	137.91	141.99	114.65	152.65	187.15	-54.67	224.97	155.47	191.80
	Balçova (S-1) Kuyusu	124.00	37.20	417.00	1.40	3.30	1.50	156.00	155.82	163.46	139.18	175.54	217.43	-35.37	220.17	177.91	195.62
	Narlıdere N-1 sondajı	84.00	15.00	400.00	12.00	21.90	0.90	100.00	133.83	137.15	109.19	101.58	149.68	84.00	190.84	105.18	181.89
	Seferihisar	Doğanbey Burnu Kaynağı	62.00	366.00	8500.00	800.00		35.00	89.90	86.05	53.15	111.69	172.39	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	115.16	184.03
	Karaköç İlçası	65.00	90.00	1290.00	180.00			54.00	106.84	105.53	74.18	151.75	177.83	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	154.59	191.64

Çizelge D.8 (devam): İzmir İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

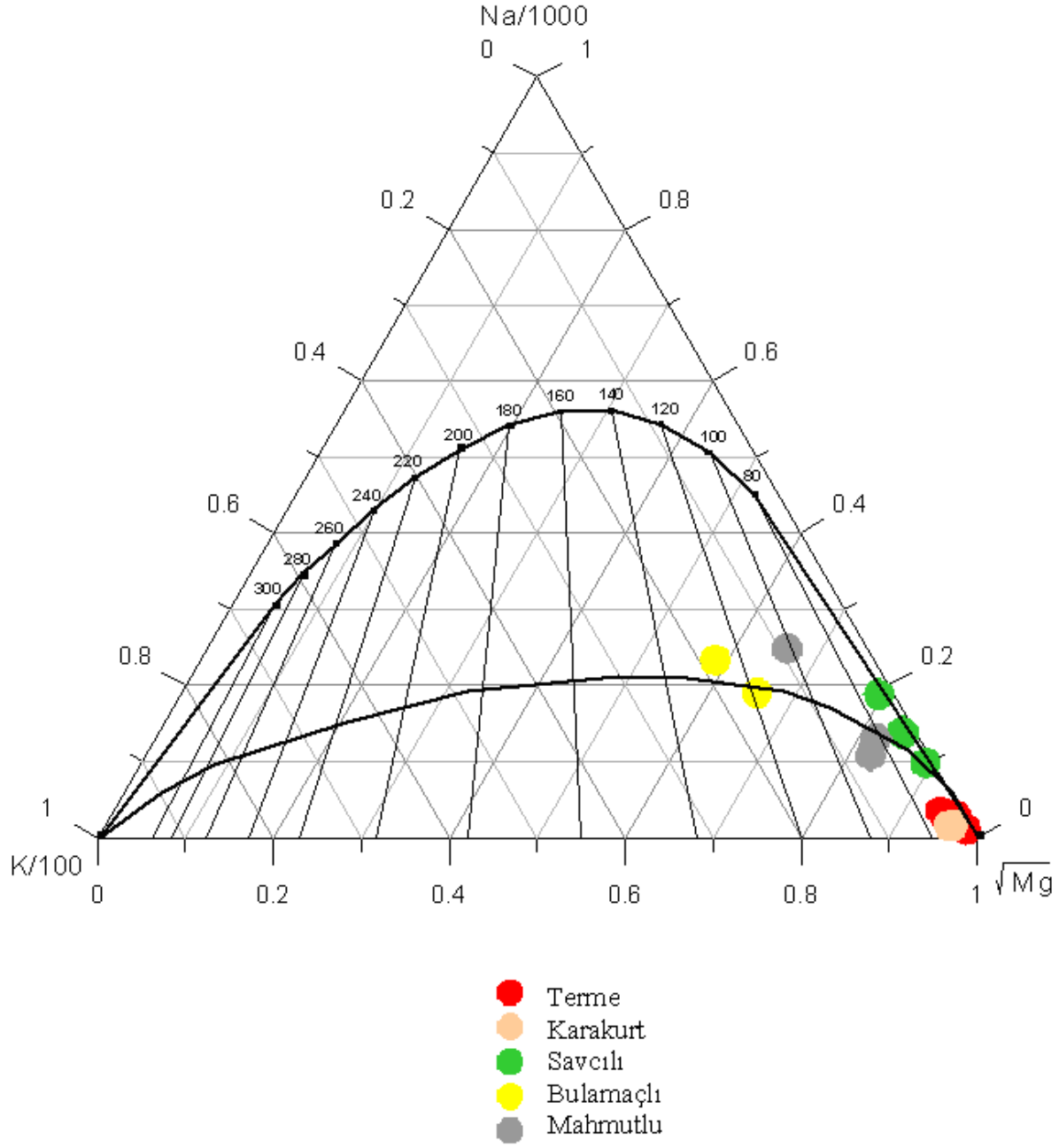
		T (°C)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C
	Kaynak veya Kuyu Adı								Adyabatik	Konduktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	Na-K ANN Model No:3
Seferihisar	Doğanbey Kaynağı	86.00	155.00	1810.00	418.00			49.00	102.91	100.98	69.23	171.40	187.55	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	173.86	194.95
	Seferihisar (D-1) Kaynağı	78.00	254.00	2750.00	235.00	100.00	3.20	93.00	130.45	133.15	104.70	179.12	205.64	-148.00	155.05	181.42	196.18
Aliğa	Aliğa Ilıcaburun Sondajı	56.00	450.00	13000.00	534.00	807.00		3.00	16.69	4.99	-30.18	95.96	171.90	56.00	Hesaplanmadı	99.62	180.66
Bayındır- Ergenli	Bayındır Dereköy Ilıcası (Fatma Hanım)	48.00	9.00	240.00	51.00	6.00		58.00	109.79	108.94	77.90	101.58	131.14	9.78	Hesaplanmadı	105.18	181.89



Şekil D.12: İzmir İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.

Çizelge D.9: Kırşehir İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

		T (°C)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C
	Kaynak veya Kuyu Adı								Adyabatik	Kondüktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	ANN Model No:3
Terme	Terme 1 Sondajı	49.00	13.00	174.00	304.00	53.00	0.30	34.00	88.82	84.82	51.84	158.12	143.79	-71.42	175.69	160.84	192.74
	Terme 5 Sondajı	57.00	15.00	213.00	174.00	34.00	0.20	39.00	93.99	90.72	58.16	152.61	148.48	-88.85	144.57	155.43	191.79
	Terme 3 Sondajı	37.00	7.70	100.00	240.00	35.00	0.20	27.00	80.47	75.32	41.74	160.99	138.58	-39.07	184.01	163.65	193.23
	Terme 6 Sondajı	56.00	6.40	190.00	265.00	39.00	0.20	47.00	101.25	99.07	67.16	94.08	112.25	-46.91	150.09	97.77	180.25
	Terme 7 Sondajı	45.00	11.00	160.00	242.00	37.00	0.05	37.00	91.99	88.43	55.70	150.41	140.46	-46.32	97.99	153.27	191.40
Karakurt	Kayabaşı T 8 Sondajı	32.00	3.90	55.00	95.00	30.00	0.05	42.00	96.84	93.99	61.67	153.24	132.97	-202.01	143.04	156.05	191.90
	Karakurt Kaplıca Kaynağı	50.00	9.00	69.00	188.00	17.00	0.05	44.00	98.65	96.07	63.92	218.04	159.43	49.17	132.58	219.43	201.90
	Karakurt Türbe Kaynağı	31.00	8.00	68.00	192.00	17.00	0.05	47.00	101.25	99.07	67.16	205.72	154.00	50.11	133.24	207.42	200.17
	Karakurt 1 Sondajı	51.00	11.00	72.00	135.00	19.50	0.05	52.00	105.31	103.75	72.24	238.19	170.96	-23.27	130.67	239.05	204.56
Savcılı	Karakurt Yarma Kaynağı	32.00	8.00	75.00	188.00	17.00	0.03	47.00	101.25	99.07	67.16	194.58	151.05	46.16	100.43	196.54	198.55
	Savcılı Büyükbaba Kaynağı	34.80	1.00	110.00	6.00	1.00		60.00	111.20	110.58	79.70	22.02	81.25	-61.00	Hesaplanmadı	26.23	161.10
	SB2 Kuyusu	34.50	1.00	106.00	4.40	0.20		51.00	104.52	102.84	71.25	23.66	83.80	83.80	Hesaplanmadı	27.88	161.62
	SB3 Kuyusu	25.00	1.10	104.00	13.00	0.40		47.00	101.25	99.07	67.16	28.87	81.38	81.38	Hesaplanmadı	33.06	163.23
	SB4 Kuyusu	19.00	1.30	114.00	5.60	0.50		50.00	103.72	101.92	70.25	32.39	89.73	49.51	Hesaplanmadı	36.57	164.30
Bulamaçlı	SB5 Kuyusu	20.00	1.00	106.00	4.40	0.20		51.00	104.52	102.84	71.25	23.66	83.80	83.80	Hesaplanmadı	27.88	161.62
	Bulamaçlı Kaynağı	47.00	98.80	1215.00	97.00	17.50	1.50	81.00	124.18	125.76	96.45	166.27	190.87	11.83	158.04	168.83	194.11
Mahmutlu	Bulamaçlı CB 1 Sondajı	41.00	104.20	1346.00	195.40	11.40	6.10	71.00	118.37	118.95	88.90	161.50	183.51	138.85	236.02	164.16	193.31
	Mahmutlu Küçük Hamam	68.00	50.80	819.00	242.00	39.00	0.50	58.00	109.79	108.94	77.90	141.24	161.38	-35.49	125.02	144.26	189.76
	Mahmutlu Büyük Hamam Doğu Kaynağı	62.00	38.40	1044.00	258.00	7.70	0.50	57.00	109.07	108.11	76.99	100.20	139.97	139.97	114.77	103.82	181.59
	Mahmutlu Büyük Hamam Batı Kaynağı		35.80	940.00	260.00	35.00	0.40	58.00	109.79	108.94	77.90	102.68	139.90	-14.57	109.98	106.27	182.13



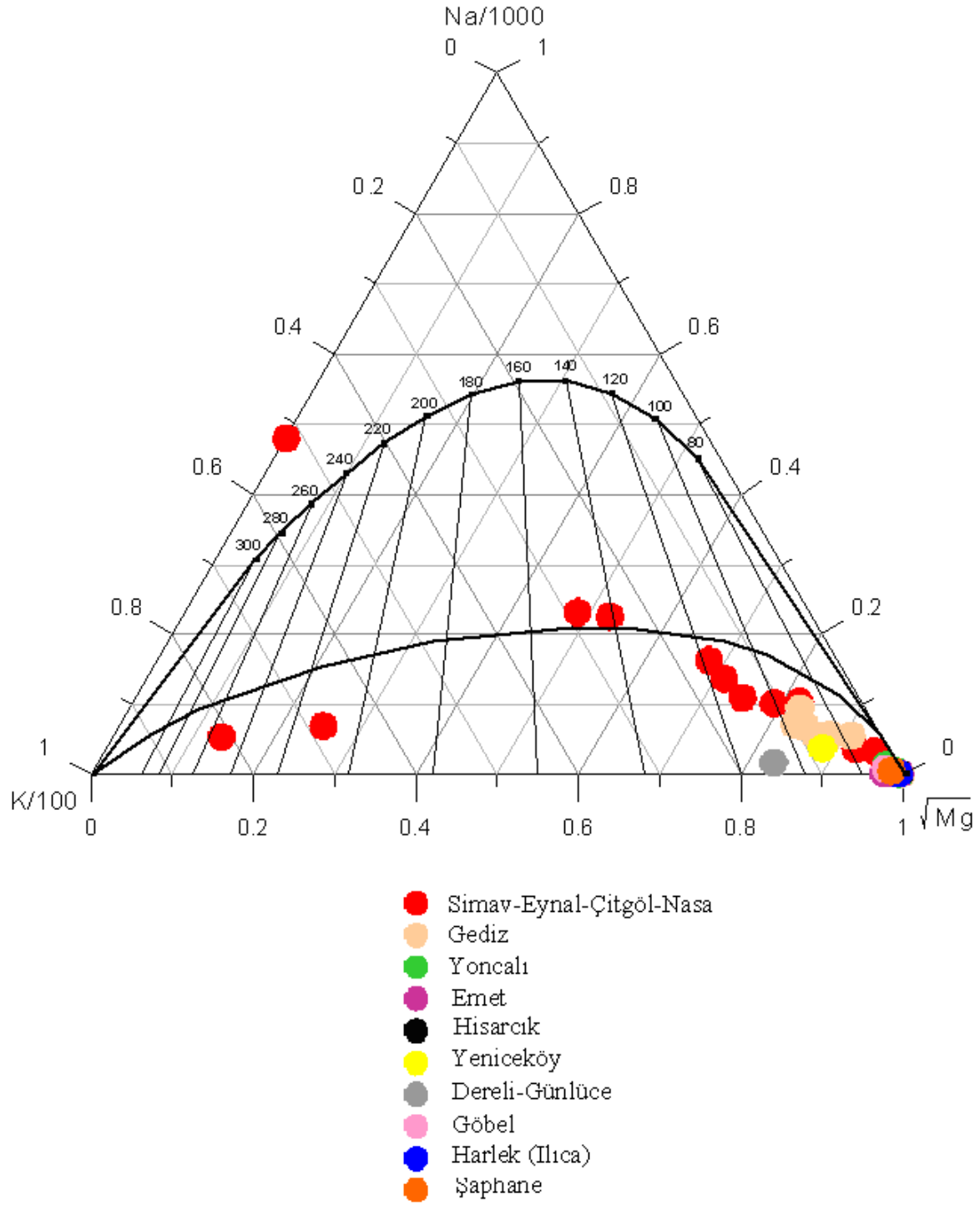
Şekil D.13: Kırşehir İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.

Çizelge D.10: Kütahya İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

	Kaynak veya Kuyu Adı	T (°C)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C
									Adyabatik	Konduktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	Na-K ANN Model No:3
Simav-Eynal- Çitgöl-Nasa	Eynal Kaynağı	60.00	54.00	490.00	5.50	1.30	0.80	131.00	146.90	152.73	126.85	198.23	219.80	172.99	172.71	200.10	199.09
	Eynal 3 Kaynağı	63.00	59.00	480.00	2.90	1.00	0.80	97.00	132.41	135.46	107.29	210.87	233.56	233.56	173.84	212.44	200.90
	Çitgöl 3 Kaynağı	83.00	44.00	340.00	34.00	5.30	0.00	151.00	154.13	161.41	136.82	217.07	203.40	56.29	Hesaplanmadı	218.49	201.76
	Nasa Kaynağı	64.00	42.00	395.00	39.00	9.40	0.80	123.00	143.78	148.99	122.59	194.23	193.47	-37.07	184.73	196.19	198.50
	Eynal 2 Kuyusu	158.00	51.00	470.00	6.00	0.00		50.00	103.72	101.92	70.25	196.49	217.00	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	198.41	198.83
	Eynal 3 Kuyusu	149.00	48.00	500.00	20.00	4.30		46.00	100.40	98.08	66.09	183.16	198.56	49.47	Hesaplanmadı	185.38	196.82
	Eynal 7 Kuyusu	52.00	28.80	397.00	32.00	9.70		234.00	178.04	190.57	170.94	155.36	174.32	-102.09	Hesaplanmadı	158.13	192.27
	Eynal 8 Kuyusu	92.00	612.00	409.00	33.00	1.00	2.60	165.00	158.76	167.01	143.30	980.90	423.51	423.51	261.17	931.53	246.62
	EJ 3 Kuyusu	93.00	393.00	400.00	5.60	2.10	2.80	165.00	158.76	167.01	143.30	716.02	406.96	406.96	268.79	691.17	238.32
	TRGM 1 Kuyusu	52.00	23.00	213.00	27.60	28.20		19.00	68.44	61.78	27.51	195.94	185.96	52.00	Hesaplanmadı	197.87	198.75
Gediz	Çitgöl 1 Kuyusu	105.10	35.00	315.00	49.00	2.70	0.20	56.00	108.34	107.26	76.06	199.15	189.51	153.38	126.72	201.01	199.22
	Nasa 1 Kuyusu	42.00	7.00	126.00	56.00	13.00	0.00	28.00	81.76	76.78	43.29	131.85	138.27	-123.90	Hesaplanmadı	135.03	188.01
	Gediz İlçası	75.00	68.80	483.00	79.40	57.20		76.40	121.58	122.71	93.06	229.06	207.72	-272.53	Hesaplanmadı	230.17	203.38
	GI-1/A Kuyusu	78.00	30.00	470.00	163.00	58.00		73.00	119.58	120.36	90.47	143.75	156.92	-204.33	Hesaplanmadı	146.73	190.22
	GI-2 Kuyusu	97.00	47.00	569.00	222.00	24.00		68.00	116.51	116.77	86.50	167.81	170.50	37.37	Hesaplanmadı	170.34	194.36
	GI-3 Kuyusu	78.00	80.00	586.00	160.00	46.00		71.00	118.37	118.95	88.90	223.68	202.01	-111.55	Hesaplanmadı	224.93	202.66
	Gediz Abide Yenikaynak 1	74.00	76.00	580.00	104.00	46.00	0.30	68.00	116.51	116.77	86.50	218.60	203.65	-182.94	117.96	219.98	201.97
	Gediz Abide Buldanlı Sarıkız	74.00	74.00	580.00	100.00	51.00	1.70	71.00	118.37	118.95	88.90	215.35	202.44	-212.92	206.93	216.81	201.53
	Gediz Abide Yenikaynak 2	74.00	80.00	640.00	96.00	63.00	1.80	71.00	118.37	118.95	88.90	212.88	203.59	-257.94	204.34	214.40	201.18
	Gediz Abide Hamamboğazı	65.00	70.00	500.00	75.00	56.00	1.80	60.00	111.20	110.58	79.70	226.86	207.95	-274.94	220.23	228.02	203.08
	Gediz Abide Fatmanım	63.00	66.00	440.00	126.00	66.00	1.20	66.00	115.23	115.28	84.85	235.77	204.31	-235.13	202.43	236.69	204.25
	Gediz Abide Çamaşırhane	65.00	66.00	480.00	106.00	69.00	1.70	71.00	118.37	118.95	88.90	224.58	202.56	-272.78	219.14	225.81	202.78
	Gediz Uyuz Hamamı	27.00	2.00	4.60	270.00	54.00	0.30	3.00	16.69	4.99	-30.18	428.72	-12.37	-12.37	536.16	422.27	222.96
	Gediz Murat Dağı	27.00	2.40	5.40	453.00	60.00	0.30	30.00	84.24	79.60	46.28	434.26	-14.31	-14.31	508.46	427.54	223.36
	Buğlarca	70.00	54.00	510.00	141.00	60.30	1.40	64.02	113.93	113.76	83.19	193.76	185.94	-212.95	202.83	195.74	198.43
Yoncalı	Aşağı Yoncalı Kaynağı		3.20	10.20	299.00	49.00	0.00	36.00	90.95	87.25	54.44	355.62	0.18	0.18	Hesaplanmadı	352.45	217.07
	Yoncalı 1 Sondajı	42.00	2.60	19.00	90.00	43.00	0.05	28.00	81.76	76.78	43.29	223.98	147.01	-289.13	200.24	225.22	202.70
	Yoncalı 2 Sondajı	41.50	2.40	20.00	120.00	41.00		32.00	86.59	82.27	49.12	208.03	139.60	-219.51	Hesaplanmadı	209.68	200.50
	Yoncalı 3 Sondajı	40.00	3.00	28.00	135.00	25.00	0.05	30.00	84.24	79.60	46.28	195.07	138.66	-87.07	177.63	197.02	198.62
	Yoncalı 5 Sondajı	41.00	6.90	59.00	76.80	19.40		9.00	45.42	36.21	1.15	205.03	158.84	-139.03	Hesaplanmadı	206.74	200.07

Çizelge D.10 (devam): Kütahya İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

		T (°C)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C
	Kaynak veya Kuyu Adı								Adyabatik	Konduktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	Na-K ANN Model No.3
Emet	Emet 1 Kuyusu	47.00	8.70	10.30	58.50	23.50	0.05	29.00	83.01	78.21	44.80	646.24	243.65	-194.73	240.94	626.66	235.40
	Emet 2 Kuyusu	47.00	10.60	11.90	73.00	20.00	0.05	35.00	89.90	86.05	53.15	669.62	248.23	-112.83	230.72	648.33	236.42
	Emet 3 Kuyusu	44.00	11.00	12.20	79.00	25.00	0.05	26.00	79.13	73.81	40.15	675.13	248.75	-143.32	229.00	653.43	236.66
	Emet Yeşilhamamı	44.00	2.60	15.00	75.00	26.00	0.05	0.05	-56.22	-71.03	-102.72	255.51	155.95	-214.75	215.16	255.87	206.71
	Emet Kaynarca	47.00	1.60	10.00	57.00	25.00	0.05	17.00	64.81	57.70	23.27	244.40	147.88	-270.29	243.08	245.08	205.34
Hisarcık	Emet Sefaköy 1	51.00	2.40	12.00	157.00	38.00	0.05	23.50	75.62	69.84	35.96	276.63	4.09	4.09	230.14	276.33	209.17
	Emet Sefaköy 2	40.00	2.40	12.00	152.00	33.00	0.05	26.00	79.13	73.81	40.15	276.63	4.53	4.53	230.14	276.33	209.17
	Emet Hamamköy	44.00	4.00	18.50	224.00	43.00	0.05	15.00	60.81	53.24	18.64	288.85	161.29	-88.19	201.87	288.16	210.52
	Emet Y. Yoncağaç 1	46.00	2.80	12.00	287.00	51.00	0.05	27.00	80.47	75.32	41.74	301.34	-0.85	-0.85	230.14	300.22	211.84
	Emet Y. Yoncağaç 2	46.00	2.80	12.00	287.00	48.60	0.05	27.00	80.47	75.32	41.74	301.34	-0.85	-0.85	230.14	300.22	211.84
Yeniceköy	Yeniceköy Hamamı	43.00	71.00	340.00	204.00	61.00	2.00	30.00	84.24	79.60	46.28	283.33	214.42	-127.74	255.19	282.82	209.91
Dereli- Günlüce	Günlüce Kaplıcası	39.00	96.00	110.00	139.00	28.00	0.30	13.00	56.35	48.28	13.52	660.48	296.26	21.30	202.43	639.87	236.03
Göbel	Göbel Kaynağı	33.00	1.80	10.00	78.00	1.00	0.00	9.60	47.28	38.26	3.24	260.92	150.96	150.96	Hesaplanmadı	261.12	207.35
Ilıca (Harlek)	Harlek Açık havuz	41.00	3.30	13.90	55.20	55.50		46.00	100.40	98.08	66.09	304.26	173.13	41.00	Hesaplanmadı	303.03	212.15
	Harlek Erkekler Hamamı	41.00	5.30	17.60	68.50	45.20		62.40	112.85	112.50	81.80	347.51	188.37	41.00	Hesaplanmadı	344.66	216.34
	Erkekler Hamamı Harlek (Kızılşın)	41.00	5.00	10.00	60.90	74.90	0.05	35.70	90.64	86.89	54.06	465.50	208.18	41.00	243.08	457.19	225.53
	Gökürme Harlek (Kızılşın)	41.00	4.90	1.30	77.70	79.20	0.05	46.30	100.65	98.38	66.41	2771.18	13.35	13.35	451.56	2388.51	265.83
	Kadınlar Hamamı Harlek (Kızılşın)	30.00	3.10	9.00	56.10	53.20	0.05	36.70	91.68	88.08	55.33	374.94	185.25	30.00	250.86	370.96	218.74
Şaphane	KŞ 2 Kuyusu	28.00	4.40	26.00	43.20	16.00	0.05	5.00	29.37	18.68	-16.55	252.14	168.51	-216.85	181.79	252.60	206.30



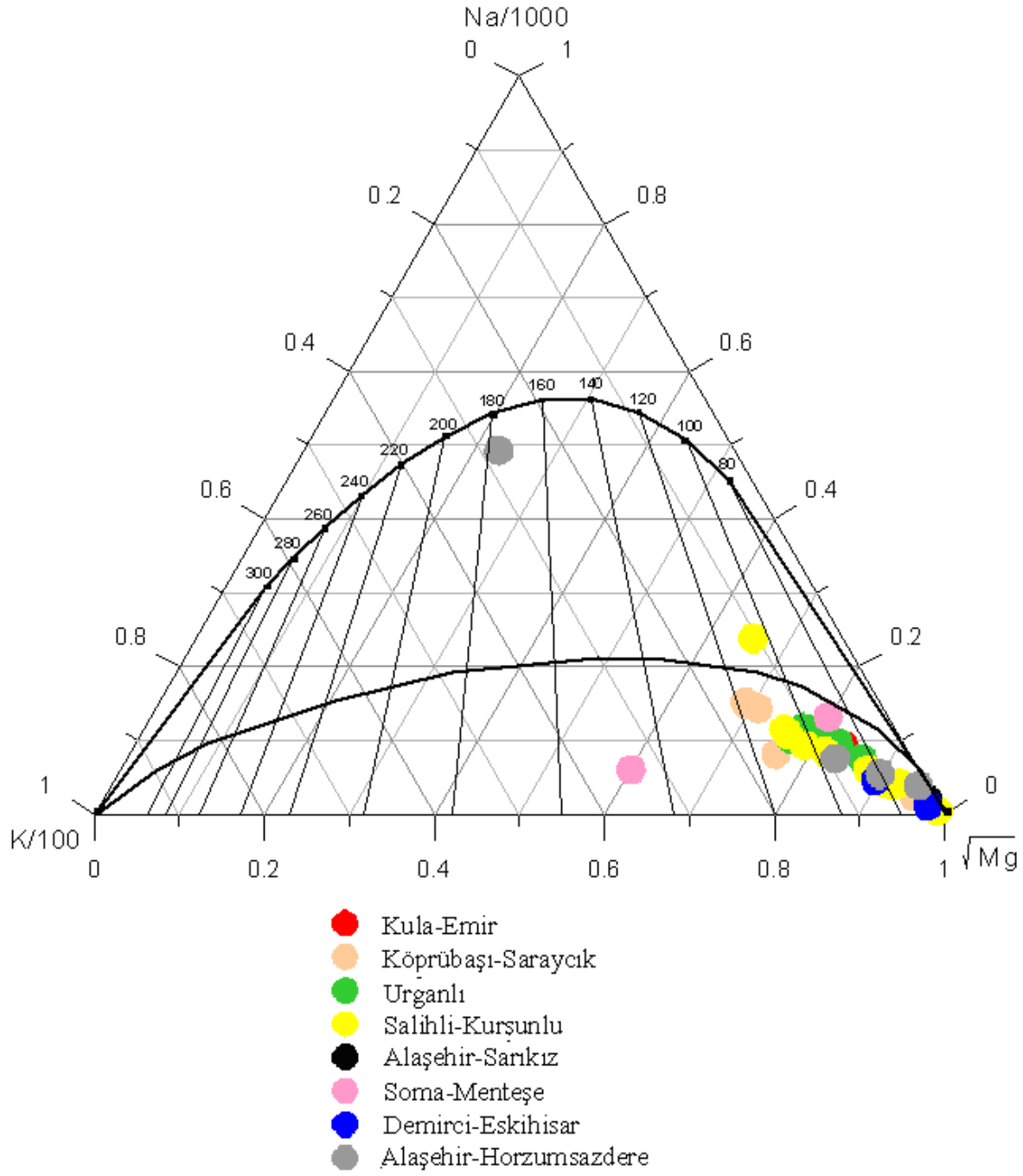
Şekil D.14: Kütahya İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.

Çizelge D.11: Manisa İli’ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

	Kaynak veya Kuyu Adı	T (°C)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C
									Adyabatik	Kondüktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	Na-K ANN Model No:3
Kula- Emir	Kula Şehitler Kaplıcası	55	75	950	32	75		100	133.83	137.15	109.19	163.39	195.07	55.00	Hesaplanmadı	166.01	193.63
	E 1	65	100	863	114	88		91	129.45	131.97	103.38	203.96	203.30	-287.89	Hesaplanmadı	205.70	199.92
	E 2	65	112	975	179	58		94	130.95	133.73	105.35	202.95	200.73	-126.72	Hesaplanmadı	204.72	199.78
	Şehitli Kaynağı	45	84	1020	26	65		82	124.73	126.40	97.16	167.51	200.95	45.00	Hesaplanmadı	170.05	194.31
Köprübaşı-Saraycık	Saraycık-Kaptaj-Sar-1	49	104	950	69	75	2.2	73	119.58	120.36	90.47	197.48	206.85	49.00	192.54	199.37	198.98
	Saraycık-Eskihamamüstü-Kaptaj-Sar-2	40	108	1020	16	22	2.3	128	145.75	151.35	125.27	193.76	221.49	-166.68	190.97	195.74	198.43
	Saraycık-Dereici-Sar-3	55	108	550	40	27	2.3	132	147.28	153.19	127.37	273.83	238.79	-140.25	230.39	273.62	208.85
	Saraycık-Dereici-Sar-4	55	108	1040	65	27	2.3	150	153.78	161.00	136.34	191.62	206.08	-106.15	189.83	193.65	198.11
	Saraycık Mermer Galerisi-Sar-5	51	106	1020	60	24	2.3	150	153.78	161.00	136.34	191.70	206.54	-92.24	190.97	193.73	198.12
	Demirci-Sar-7	30	18	165	130	49	0.5	21	71.78	65.52	31.43	197.09	168.16	-217.00	209.03	198.99	198.92
Urganlı	Urganlı Anakaynak	64	46	520	12	16		62	112.58	112.19	81.46	174.68	199.52	-255.95	Hesaplanmadı	177.07	195.48
	Urganlı Hamamkaynağı	57	48	520	23	12		64	113.92	113.75	83.17	179.06	195.67	-135.02	Hesaplanmadı	181.36	196.17
	Urganlı Sera kaynakları	48	48	530	7	19		56	108.34	107.26	76.06	177.09	206.68	-310.84	Hesaplanmadı	179.43	195.86
	Urganlı Musulcalı	77	43	530	22	21		51	104.52	102.84	71.25	166.05	189.09	-272.80	Hesaplanmadı	168.61	194.07
	Urganlı Uyuz hamamı	53	48	560	19	18		64	113.92	113.75	83.17	171.49	194.66	-240.23	Hesaplanmadı	173.95	194.96
	Urganlı Adsız Kaynak	52	48	510	13	18		52.5	105.69	104.20	72.73	181.08	202.02	-267.56	Hesaplanmadı	183.34	196.49
	Urganlı Kuru Kaldıran	38	48	540	15	18		40	94.95	91.83	59.35	175.17	198.36	-258.63	Hesaplanmadı	177.56	195.56
	Urganlı Garkın Pınarı	73	65	503	44	14.8		53	106.08	104.64	73.21	216.90	208.61	-72.46	Hesaplanmadı	218.32	201.74
	Urganlı U -1 Sondajı	62	41.8	509	16.7	35.8		31	85.43	80.95	47.71	167.24	191.61	62.00	Hesaplanmadı	169.78	194.27
Salihli-Kurşunlu	Kurşunlu Deresi Sağ Kaynak	63.5	54	419	78	13		242	179.99	192.97	173.80	216.57	199.07	8.65	Hesaplanmadı	218.00	201.69
	Havuz Aka	85	32	316	32	22		220	174.51	186.23	165.80	188.88	188.35	-262.93	Hesaplanmadı	190.97	197.69
	İçme	40	5	25	390	64		47	101.25	99.07	67.16	276.63	157.83	-58.35	Hesaplanmadı	276.33	209.17
	Kükürtlü	40	8	98	292	5	0.5	30	84.24	79.60	46.28	166.65	139.43	139.43	244.55	169.20	194.17
	Çelikli	34.5	39	342	218	70		154	155.14	162.64	138.24	202.11	178.74	-173.98	Hesaplanmadı	203.90	199.66
	Kurşunlu	62	65	1445	32	16		270.2	186.49	201.01	183.42	115.01	171.84	-138.28	Hesaplanmadı	118.43	184.71
	Kurşunlu K1	96	47	410	40	7.3	3.45	149	153.44	160.58	135.87	202.72	198.31	21.71	283.97	204.49	199.74
	K2	96	50	410	18	8.5	3.55	138	149.52	155.87	130.45	209.94	210.02	-75.71	286.40	211.53	200.77
	K3	96	42	355	10	12.1	2.9	128	145.75	151.35	125.27	206.37	211.23	-217.40	281.47	208.05	200.27
	Sart Kaplıcaları	50	24	198	29	20		72	118.98	119.66	89.69	209.22	190.62	-274.87	Hesaplanmadı	210.83	200.67
Alaşehir-Sarıköz	Sarıköz	27	13	240	39	154		27	80.47	75.32	41.74	129.76	149.73	27.00	Hesaplanmadı	132.96	187.62
Soma-Menteşe	Menteşe 1	57	21	390	38	5.6		73	119.58	120.36	90.47	129.27	157.42	5.88	Hesaplanmadı	132.48	187.52

Çizelge D.11 (devam): Manisa İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

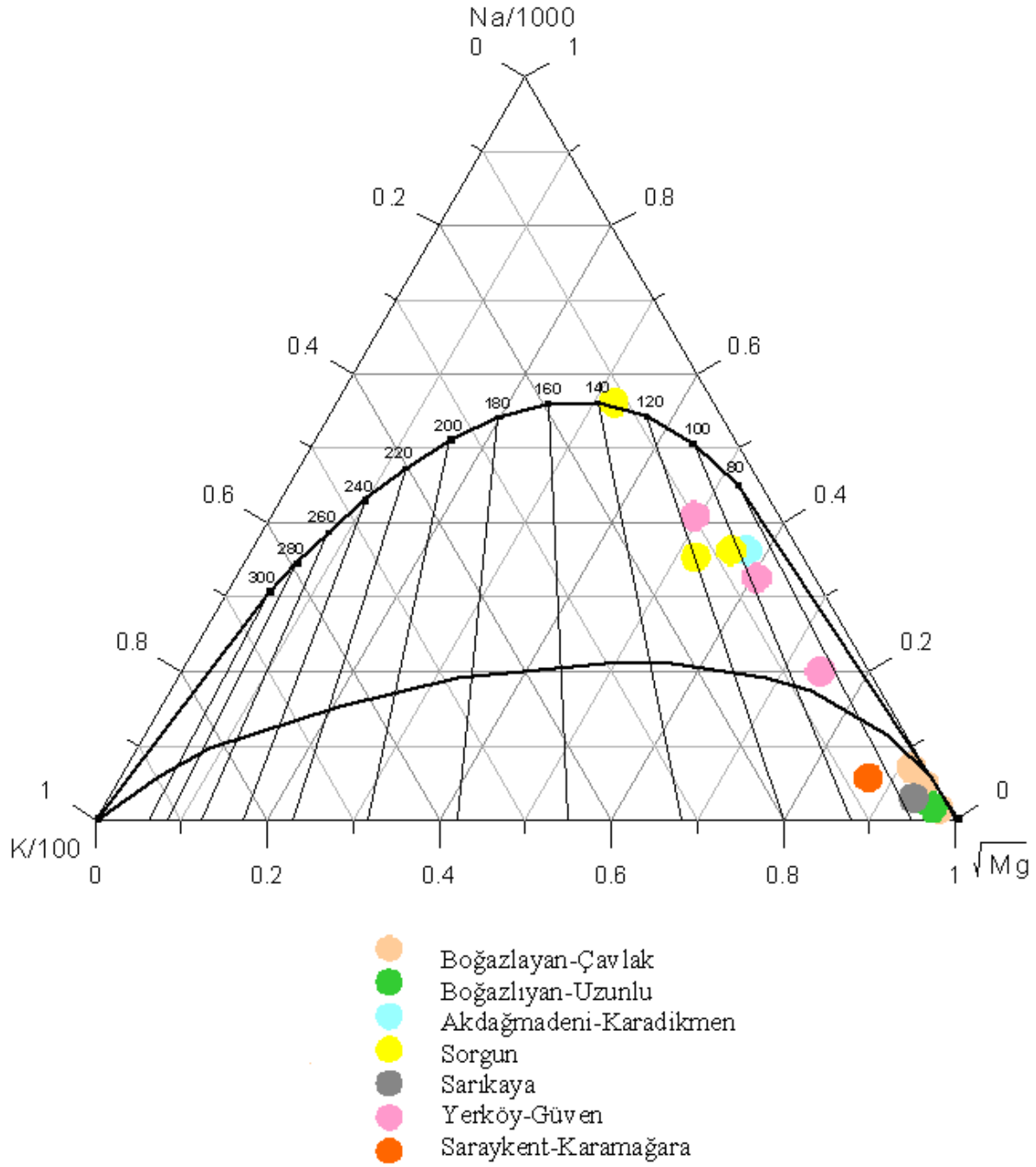
		T (°C)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C
	Kaynak veya Kuyu Adı								Adyabatik	Konduktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	Na-K ANN Model No:3
Soma-Menteşe	Menteşe 2	56	178	310	42	10		72	118.98	119.66	89.69	505.91	307.25	147.78	Hesaplanmadı	495.38	228.09
Demirci-Eskihisar	Eskihisar	29	44	330	147	44		53	106.08	104.64	73.21	220.74	190.34	-142.65	Hesaplanmadı	222.07	202.26
	Demirci Hisarköy AS 3	36	9.8	68	109	42			Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	Hesaplanmadı	230.56	168.80	-226.54	Hesaplanmadı	231.63	203.57
Alaşehir-Horzum-sazdere	Horsumsazdere Maden Suyu	25	56	610	21	106		58	109.79	108.94	77.90	178.49	199.35	25.00	Hesaplanmadı	180.80	196.08
	Horsumsazdere KD Kaynağı	34	85	690	49	60		89	128.44	130.77	102.03	211.13	211.05	34.00	Hesaplanmadı	212.70	200.94
	KG 1		86.2	1520	5.4	0.5	4.8	174	161.58	170.44	147.28	133.57	202.25	202.25	211.66	136.72	188.34
	KD-1	38	8.6	280	108	51	0.1	43	97.75	95.04	62.81	87.87	119.69	-293.64	103.08	91.63	178.84



Şekil D.15: Manisa İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.

Çizelge D.12: Yozgat İli'ne ait kaynakların kimyasal analiz değerleri ile jeotermometre sıcaklıkları.

	Kaynak veya Kuyu Adı	T (°C)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Li (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	CT1, °C	CT2, °C	CT3, °C	CT4, °C	CT5, °C	CT6, °C	CT7, °C	CT8, °C	CT9, °C
									Adyabatik	Kondüktif	Kalsedonya	Na-K	Na-K-Ca	Na-K-Ca-Mg	Na-Li	Na-K	Na-K ANN Model No:3
Boğazlayan- Çavlak	Çavlak	40.50	14.00	600.00	286.00	60.00		46.00	100.40	98.08	66.09	70.56	112.38	-116.70	Hesaplanmadı	74.48	174.71
	Boğazlıyan Çavlak BB-1 Sondajı	32.00	10.00	125.00	132.00	66.00	0.30	28.00	81.76	76.78	43.29	164.67	148.29	-293.33	194.66	167.27	193.84
	Boğazlıyan Çavlak BB-2 Sondajı	46.00	11.00	410.00	289.00	63.00	0.50	30.00	84.24	79.60	46.28	79.14	112.81	-126.05	157.42	82.99	176.80
Boğazlıyan - Uzunlu	Uzunlu Kaynağı	30.00	10.30	104.00	160.00	34.00	0.10	39.00	93.99	90.72	58.16	186.48	153.99	-106.72	145.71	188.62	197.33
	Boğazlıyan Uzunlu UZ-3 Sondajı	30.00	10.80	99.00	128.00	35.00	0.05	37.00	91.99	88.43	55.70	197.09	159.72	-156.31	116.97	198.99	198.92
Akdağ Madeni- Karadikmen	Karadikmen Kaynağı	39.00	8.20	488.00	294.00	0.60	0.60	49.00	102.91	100.98	69.23	51.94	97.25	97.25	157.83	56.01	169.88
Sorgun	Sorgun YS-1 Kuyusu	75.00	17.00	480.00	120.00	0.50	11.00	73.00	119.58	120.36	90.47	97.55	132.49	132.49	384.19	101.19	181.01
	Sorgun Kaplıcası	61.00	8.00	390.00	112.00	0.05	2.10	77.00	121.93	123.11	93.51	63.00	107.88	107.88	248.53	66.99	172.80
	Sorgun Kaplıcası	61.00	10.00	460.00	120.00	0.50	2.10	78.00	122.50	123.78	94.25	66.37	111.81	111.81	236.54	70.33	173.66
Sarıkaya	Sarıkaya Kaynağı	48.00	8.10	70.00	100.00	5.00		33.00	87.72	83.56	50.49	203.80	158.95	123.23	Hesaplanmadı	205.54	199.90
Yerköy- Güven	Yerköy Uyuz (Güven) Çamur Kaynağı	45.00	70.00	2900.00	1222.00	12.20	3.10	22.00	73.36	67.30	33.29	72.60	125.22	125.22	150.85	76.51	175.22
	Uyuz (Güven) Aslanazarı Kaynağı	44.00	39.00	1878.00	681.00	12.20	2.45	29.00	83.01	78.21	44.80	63.71	117.11	117.11	160.86	67.69	172.98
	Yerköy Güven Kaplıcası YK-1 Sondajı	47.00	60.00	2100.00	821.00	61.00	2.27	30.00	84.24	79.60	46.28	83.15	130.62	69.82	151.39	86.95	177.75
Saraykent (Karamağara)	Karamağara Sondajı	71.00	62.90	487.00	71.90	57.10		104.00	135.68	139.34	111.65	216.83	202.98	-293.89	Hesaplanmadı	218.26	201.73



Şekil D.16: Yozgat İli'ne ait örneklenen sıcak suların Na-K-Mg diyagramı.

EK E. Elektrik Üretimine Uygun Jeotermal Sahaların Tahmini Üretilabilir Güç Hesabı İçin Seçilen Parametre Değerleri ve Dağılım Tipleri

Çizelge E.1: Alaşehir-Sarıköz Sahası'nın tahmini üretilabilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				904.07
Sıcaklık, °C	Üçgen	125	165	200	163.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Üçgen	2.00E+06	4.00E+06	6.00E+06	4.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	250		500	375
Üretilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliliği	Bağımlı D.				0.13
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E. 2: Atça (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilabilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				928.18
Sıcaklık, °C	Düzgün	125		150	137.50
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Üçgen	5.70E+08	6.60E+08	9.70E+08	7.33E+08
Üretilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliliği	Bağımlı D.				0.11
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.3: Balçova Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Düzgün	2600		2700	2650
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.			934.75	934.75
Sıcaklık, °C	Üçgen	110	135	145	130
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Kalınlık, m	Üçgen	250	350	1000	533.33
Alan, m ²	Üçgen	6.00E+05	1.00E+06	2.50E+06	1.37E+06
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.10
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.4: Caferbeyli 1 (Kurşunlu Kaplıcasını içeren saha) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				925.94
Sıcaklık, °C	Düzgün	130		150	140
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.06	0.08	0.06
Hacim, m ³	Düzgün	1.5E+09		2.20E+09	1.85E+9
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.11
Yük Faktörü	Üçgen	0.8	0.9	1.00	0.9
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.5: Caferbeyli 2 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				877.16
Sıcaklık, °C	Düzgün	180		200	190
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.06	0.08	0.06
Hacim, m ³	Düzgün	6.00E+09		1.32E+10	9.60E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.15
Yük Faktörü	Üçgen	0.8	0.9	1.00	0.9
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.6: Dikili Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				913.66
Sıcaklık, °C	Üçgen	110	130	220	153.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Üçgen	1.50E+09	4.50E+09	6.00E+09	4.00E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.12
Yük Faktörü	Üçgen	0.8	0.9	1.00	0.9
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.7: Germencik Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				845.01
Sıcaklık, °C	Üçgen	205	220	235	220
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.075	0.125	0.07
Alan, m ²	Üçgen	3.00E+06	4.50E+06	7.00E+06	4.83E+06
Kalınlık, m	Üçgen	750	1500	2000	1416.67
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.18
Yük Faktörü	Üçgen	0.8	0.9	1.00	0.9
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.8: Gümüşköy (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.9	0.95	0.9
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.333
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				936.8989
Sıcaklık, °C	Düzgün	105		150	127.5
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.125	0.065
Hacim, m ³	Üçgen	1.00E+10	1.70E+10	8.20E+10	3.63E+10
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.095947
Yük Faktörü	Üçgen	0.8	0.9	1.00	0.9
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.9: Hıdırbeyli Kuzey (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				922.93
Sıcaklık, °C	Üçgen	120	140	170	143.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.08	0.13	0.07
Alan, m ²	Üçgen	4 E+06	6.00E+06	8.00E+06	6.00E+06
Kalınlık, m	Üçgen	750	1000	1500	1083.33
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.11
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.10: Hıdırbeyli Güney (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				897.52
Sıcaklık, °C	Üçgen	140	170	200	170
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.08	0.13	0.07
Alan, m ²	Üçgen	5.00E+06	7.00E+06	8.00E+06	6.67E+06
Kalınlık, m	Üçgen	750	1000	1250	1000
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.14
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.11: İmamköy-Yılmazköy Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit				4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				885.76
Sıcaklık, °C	Üçgen	145	180	220	181.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Üçgen	1.20E+10	2.00E+10	3.20E+10	2.13E+10
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.15
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.12: Kavaklıdere Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit				4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				854.10
Sıcaklık, °C	Üçgen	180	215	240	211.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.06	0.08	0.06
Hacim, m ³	Üçgen	2.00E+10	4.00E+10	6.00E+10	4.00E+10
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.17
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.13: Kızıldere 1 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit				4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				861.29
Sıcaklık, °C	Üçgen	195	205	215	205
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.08	0.13	0.07
Alan, m ²	Üçgen	2.80E+06	3.10E+06	3.50E+06	3.13E+06
Kalınlık, m	Üçgen	900	1067	1200	1055.67
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.17
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.14: Kızıldere 2 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit				100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit				4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2800	2950	2811
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				824.65
Sıcaklık, °C	Üçgen	230	240	245	238.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.04	0.07	0.04
Alan, m ²	Üçgen	3.50E+06	3.60E+06	4.50E+06	3.87E+06
Kalınlık, m	Üçgen	1600	1700	1800	1700
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.20
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+8

Çizelge E.15: Nazilli (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				894.19
Sıcaklık, °C	Üçgen	140	180	200	173.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Düzgün	2.00E+09		3.00E+09	2.50E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.14
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+8

Çizelge E.16: Ortakçı (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				916.78
Sıcaklık, °C	Düzgün	135		165	150
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.08	0.13	0.07
Alan, m ²	Üçgen	1.00E+06	2.00E+06	3.00E+06	2.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.12
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.17: Pamukören 1 (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				877.16
Sıcaklık, °C	Düzgün	180		200	190
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Sabit			1.50E+09	1.50E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.15
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.18: Pamukören 2 (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				855.90
Sıcaklık, °C	Düzgün	200		220	210
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Sabit			2.00E+09	2.00E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.17
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.19: Salihli Kuzey Doğu (Manisa) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				897.52
Sıcaklık, °C	Sabit			170	170
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Üçgen	2.00E+06	2.50E+06	3.50E+06	2.67E+06
Kalınlık, m	Sabit			500	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.14
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.20: Salihli Doğu (Manisa) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				907.30
Sıcaklık, °C	Düzgün	150		170	160
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Düzgün	2.75E+09		8.50E+09	5.63E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.13
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.21: Umurlu Güney (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				907.30
Sıcaklık, °C	Düzgün	150		170	160
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Düzgün	1.05E+09		3.90E+09	2.48E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.13
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.22: Salavatlı Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				885.76
Sıcaklık, °C	Üçgen	145	170	230	181.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Üçgen	9.00E+09	1.60E+10	5.40E+10	2.63E+10
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.15
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.23: Seferihisar 1 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				923.68
Sıcaklık, °C	Düzgün	130		155	142.50
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.06	0.08	0.06
Hacim, m ³	Sabit			2.50E+09	2.50E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.11
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.24:. Seferihisar 2 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				943.19
Sıcaklık, °C	Düzgün	110		130	120
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.06	0.08	0.06
Hacim, m ³	Sabit				1.25E+10
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.09
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.25: Simav (Kütahya) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				870.16
Sıcaklık, °C	Üçgen	160	200	230	196.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.06	0.08	0.06
Hacim, m ³	Üçgen	4.00E+09	6.00E+09	1.00E+10	6.67E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.16
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.26: Tekkehamam 1 (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				925.94
Sıcaklık, °C	Üçgen	120	140	160	140
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Sabit			8.00E+06	8.00E+06
Kalınlık, m	Sabit			200	200
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.11
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.27: Tekkehamam 2 (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				894.19
Sıcaklık, °C	Üçgen	140	180	200	173.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Sabit			4.00E+06	4.00E+06
Kalınlık, m	Sabit			200	200
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.14
Yük Faktörü	Üçgen	0.8	0.9	1.00	0.9
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.28: Tekkehamam 3 (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				897.52
Sıcaklık, °C	Üçgen	140	170	200	170
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Sabit			2.00E+06	2.00E+06
Kalınlık, m	Sabit			1000	1000
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.14
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.29: Tuzla (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				866.63
Sıcaklık, °C	Üçgen	170	200	230	200
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.06	0.08	0.06
Alan, m ²	Üçgen	1.45E+06	2.20E+06	3.00E+06	2.22E+06
Kalınlık, m	Üçgen	200	500	1000	566.67
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.16
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.30: Umurlu (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				907.30
Sıcaklık, °C	Düzgün	150		170	160
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Düzgün	5.00E+09		1.50E+10	1.00E+10
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.13
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.31: Ercis- Zilan (Van) Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			100	100
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				923.53
Sıcaklık, °C	Üçgen	120	140	168	142.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Üçgen	1.50E+06	2.50E+06	4.50E+06	2.83E+06
Kalınlık, m	Düzgün	300		500	400
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Bağımlı D.				0.11
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.32: Alaşehir-Sarıköz Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				904.07
Sıcaklık, °C	Üçgen	125	165	200	163.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Üçgen	2.00E+06	4.00E+06	6.00E+06	4.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	250		500	375
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E. 33: Atça (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				928.18
Sıcaklık, °C	Düzgün	125		150	137.50
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Üçgen	5.70E+08	6.60E+08	9.70E+08	7.33E+08
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.34: Balçova Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Düzgün	2600		2700	2650
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.			934.75	934.75
Sıcaklık, °C	Üçgen	110	135	145	130
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	6.00E+05	1.00E+06	2.50E+06	1.37E+06
Kalınlık, m	Üçgen	250	350	1000	533.33
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.35: Caferbeyli 1 (Kurşunlu Kaplıcasını içeren saha) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				925.94
Sıcaklık, °C	Düzgün	130		150	140
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.06	0.08	0.06
Hacim, m ³	Düzgün	1.5E+09		2.20E+09	1.85E+9
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.8	0.9	1.00	0.9
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.36: Caferbeyli 2 Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				877.16
Sıcaklık, °C	Düzgün	180		200	190
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.06	0.08	0.06
Hacim, m ³	Düzgün	6.00E+09		1.32E+10	9.60E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.8	0.9	1.00	0.9
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.37: Dikili Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				913.66
Sıcaklık, °C	Üçgen	110	130	220	153.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Üçgen	1.50E+09	4.50E+09	6.00E+09	4.00E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.8	0.9	1.00	0.9
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.38: Germencik Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				845.01
Sıcaklık, °C	Üçgen	205	220	235	220
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.075	0.125	0.07
Alan, m ²	Üçgen	3.00E+06	4.50E+06	7.00E+06	4.83E+06
Kalmık, m	Üçgen	750	1500	2000	1416.67
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.8	0.9	1.00	0.9
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.39: Gümüşköy (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.9	0.95	0.9
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.333
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				936.8989
Sıcaklık, °C	Düzgün	105		150	127.5
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.125	0.065
Hacim, m ³	Üçgen	1.00E+10	1.70E+10	8.20E+10	3.63E+10
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.8	0.9	1.00	0.9
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.40: Hıdırbeyli Kuzey (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				922.93
Sıcaklık, °C	Üçgen	120	140	170	143.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.08	0.13	0.07
Alan, m ²	Üçgen	4.00E+06	6.00E+06	8.00E+06	6.00E+06
Kalınlık, m	Üçgen	750	1000	1500	1083.33
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.41: Hıdırbeyli Güney (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				897.52
Sıcaklık, °C	Üçgen	140	170	200	170
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.08	0.13	0.07
Alan, m ²	Üçgen	5.00E+06	7.00E+06	8.00E+06	6.67E+06
Kalınlık, m	Üçgen	750	1000	1250	1000
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.42: İmamköy-Yılmazköy Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit				4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				885.76
Sıcaklık, °C	Üçgen	145	180	220	181.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Üçgen	1.20E+10	2.00E+10	3.20E+10	2.13E+10
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.43: Kavaklıdere Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit				4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				854.10
Sıcaklık, °C	Üçgen	180	215	240	211.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.06	0.08	0.06
Hacim, m ³	Üçgen	2.00E+10	4.00E+10	6.00E+10	4.00E+10
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.44: Kızıldere 1 Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit				4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				861.29
Sıcaklık, °C	Üçgen	195	205	215	205
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.08	0.13	0.07
Alan, m ²	Üçgen	2.80E+06	3.10E+06	3.50E+06	3.13E+06
Kalınlık, m	Üçgen	900	1067	1200	1055.67
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.45: Kızıldere 2 Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit				4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2800	2950	2811
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				824.65
Sıcaklık, °C	Üçgen	230	240	245	238.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.04	0.07	0.04
Alan, m ²	Üçgen	3.50E+06	3.60E+06	4.50E+06	3.87E+06
Kalınlık, m	Üçgen	1600	1700	1800	1700
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+8

Çizelge E.46: Nazilli (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				894.19
Sıcaklık, °C	Üçgen	140	180	200	173.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Düzgün	2.00E+09		3.00E+09	2.50E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+8

Çizelge E.47: Ortakçı (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				916.78
Sıcaklık, °C	Düzgün	135		165	150
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.08	0.13	0.07
Alan, m ²	Üçgen	1.00E+06	2.00E+06	3.00E+06	2.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.48: Pamukören 1 (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				877.16
Sıcaklık, °C	Düzgün	180		200	190
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Sabit			1.50E+09	1.50E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.49: Pamukören 2 (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				855.90
Sıcaklık, °C	Düzgün	200		220	210
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Sabit			2.00E+09	2.00E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.50: Salihli Kuzey Doğu (Manisa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				897.52
Sıcaklık, °C	Sabit			170	170
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Üçgen	2.00E+06	2.50E+06	3.50E+06	2.67E+06
Kalınlık, m	Sabit			500	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.51: Salihli Doğu (Manisa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				907.30
Sıcaklık, °C	Düzgün	150		170	160
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Düzgün	2.75E+09		8.50E+09	5.63E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.52: Umurlu Güney (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısıl güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				907.30
Sıcaklık, °C	Düzgün	150		170	160
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Düzgün	1.05E+09		3.90E+09	2.48E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.53: Salavatlı Sahası'nın tahmini üretilebilir ısıl güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				885.76
Sıcaklık, °C	Üçgen	145	170	230	181.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Üçgen	9.00E+09	1.60E+10	5.40E+10	2.63E+10
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.54: Seferihisar 1 Sahası'nın tahmini üretilebilir elektrik ısıl hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				923.68
Sıcaklık, °C	Düzgün	130		155	142.50
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.06	0.08	0.06
Hacim, m ³	Sabit			2.50E+09	2.50E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.55: Seferihisar 2 Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				943.19
Sıcaklık, °C	Düzgün	110		130	120
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.06	0.08	0.06
Hacim, m ³	Sabit				1.25E+10
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.56: Simav Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				870.16
Sıcaklık, °C	Üçgen	160	200	230	196.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.06	0.08	0.06
Hacim, m ³	Üçgen	4.00E+09	6.00E+09	1.00E+10	6.67E+09
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.57: Tekkehamam 1 (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				925.94
Sıcaklık, °C	Üçgen	120	140	160	140
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Sabit			8.00E+06	8.00E+06
Kalınlık, m	Sabit			200	200
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.58: Tekkehamam 2 (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısıl güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				894.19
Sıcaklık, °C	Üçgen	140	180	200	173.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Sabit			4.00E+06	4.00E+06
Kalınlık, m	Sabit			200	200
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.8	0.9	1.00	0.9
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.59: Tekkehamam 3 (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısıl güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				897.52
Sıcaklık, °C	Üçgen	140	170	200	170
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Sabit			2.00E+06	2.00E+06
Kalınlık, m	Sabit			1000	1000
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.60: Tuzla Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				866.63
Sıcaklık, °C	Üçgen	170	200	230	200
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.06	0.08	0.06
Alan, m ²	Üçgen	1.45E+06	2.20E+06	3.00E+06	2.22E+06
Kalınlık, m	Üçgen	200	500	1000	566.67
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.61: Umurlu (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2700	2900	2666.67
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				907.30
Sıcaklık, °C	Düzgün	150		170	160
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Hacim, m ³	Düzgün	5.00 E+09		1.50E+10	1.00 E+10
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge E.62: Ercis- Zilan (Van) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				923.53
Sıcaklık, °C	Üçgen	120	140	168	142.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Üçgen	1.50E+06	2.50E+06	4.50E+06	2.83E+06
Kalınlık, m	Düzensiz	300		500	400
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.80	0.90	1.00	0.90
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

EK F. Bölgesel Isıtma Uygulaması Yapılabilecek Jeotermal Sahaların Tahmini Üretilabilir Isıl Güç Hesabı İçin Seçilen Parametre Değerleri ve Dağılım Tipleri

Çizelge F.1: Ömer- Gecek (Afyon) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısıl güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Düzgün	2600		2700	2650
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				965.31
Sıcaklık, °C	Üçgen	75	86	112	91
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.15	0.08
Hacim, m ³	Sabit			3.60E+09	3.60E+09
Üretilabilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge F.2: Armutlu (Yalova) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısıl güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				960.55
Sıcaklık, °C	Üçgen	66	77	150	97.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	5.00E+05		1.00E+06	7.50E+05
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilabilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge F.3: Bergama (İzmir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				974.82
Sıcaklık, °C	Üçgen	60	70	100	76.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	2.00E+06		5.00E+06	3.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	200		600	400
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge F.4: Diyardin (Ağrı) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				966
Sıcaklık, °C	Üçgen	70	90	110	90
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Üçgen	1.50E+06	2.50E+06	6.00E+06	3.33E+06
Kalınlık, m	Üçgen	200	500	1000	566.67
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge F.5: Edremit (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				963.67
Sıcaklık, °C	Üçgen	60	90	130	93.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Üçgen	5.00E+05	1.00E+06	1.60E+06	1.03E+06
Kalınlık, m	Düzgün	300		500	400
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge F.6: Gönen (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				952.27
Sıcaklık, °C	Üçgen	60	100	166	108.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Üçgen	5.00E+05	7.50E+05	1.50E+06	9.17E+05
Kalınlık, m	Üçgen	300	600	1000	633.33
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge F.7: Güre (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				977.90
Sıcaklık, °C	Üçgen	55	60	100	71.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Üçgen	1.00E+06	1.50E+06	3 E+06	1.83E+06
Kalınlık, m	Düzgün	200		500	350
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge F.8: Hisarköy (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Sabit				962.48
Sıcaklık, °C	Üçgen	57	98	130	95
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	2.00E+05		1.00E+06	6.00E+05
Kalınlık, m	Düzgün	100		1000	550
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge F.9: Kırşehir Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				979.88
Sıcaklık, °C	Üçgen	45	60	100	68.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.07	0.10	0.07
Alan, m ²	Üçgen	3.00E+05	6.50E+05	1.10E+06	6.83E+05
Kalınlık, m	Sabit			500	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge F.10: Kızılcahamam (Ankara) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				955.85
Sıcaklık, °C	Üçgen	76	90	146	104
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.10	0.06
Hacim, m ³	Üçgen	3.00E+08	7.50E+08	1.50E+09	8.50E+08
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge F.11: Kozaklı (Nevşehir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				959.33
Sıcaklık, °C	Üçgen	80	93	125	99.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	2.00E+06		4.00E+06	3.00E+06
Kalınlık, m	Üçgen	200	500	1000	566.67
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge F.12: Kuzuluk (Sakarya) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				942.64
Sıcaklık, °C	Üçgen	82	120	160	120.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	5.00E+05		1.00E+06	7.50E+05
Kalınlık, m	Üçgen	200	500	1000	566.67
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge F.13: Salihli (Manisa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				962.48
Sıcaklık, °C	Üçgen	80	95	110	95
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Üçgen	5.00E+05	1.00E+06	1.50E+06	1.00E+06
Kalınlık, m	Üçgen	300	500	1000	600
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge F.14: Sandıklı (Afyon) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				967.61
Sıcaklık, °C	Üçgen	68	80	115	87.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	2.50E+06		8.00E+06	5.25E+06
Kalınlık, m	Düzgün	250		500	375
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge F.15: Sorgun (Yozgat) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				951.23
Sıcaklık, °C	Üçgen	70	120	140	110
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Sabit			1.00E+06	1.00E+06
Kalınlık, m	Üçgen	250	500	1000	583.33
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge F.16: Yerköy (Yozgat) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				969.41
Sıcaklık, °C	Üçgen	45	80	130	85
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	5.00E+05		1.00E+06	7.50E+05
Kalınlık, m	Düzgün	250		500	375
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

**EK G. Doğrudan Kullanıma Uygun Diğer Jeotermal Sahaların Tahmini
Üretilebilir Isıl Güç Hesabı İçin Seçilen Parametre Değerleri ve Dağılım Tipleri**

Çizelge G.1: Akçaağıl (Sivas) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				956.60
Sıcaklık, °C	Üçgen	60	132	146	103
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.2: Akdağmadeni (Yozgat) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				978.90
Sıcaklık, °C	Üçgen	40	70	100	70
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	1.50E+06		2.50E+06	2.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.10	0.18	0.24	0.17
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.3: Aliğa (İzmir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.			956.35	956.35
Sıcaklık, °C	Üçgen	60	100	150	103.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Bağımlı D.				7.65E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.4: Atkaracalar-Çavundur (Çankırı) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Düzgün	0.80		0.90	0.85
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.			976.06	976.06
Sıcaklık, °C	Üçgen	54	64	106	74.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	3.00E+06	6.00E+06	2.40E+07	1.10E+07
Kalınlık, m	Düzgün	250		750	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.5: Ayaş (Ankara) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.			975.03	975.03
Sıcaklık, °C	Üçgen	30	69	130	76.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	1.00E+06	2.00E+06	6.00E+06	3.00E+06
Kalınlık, m	Üçgen	250	500	750	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.6: Ayder (Rize) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Düzgün	0.80		0.90	0.85
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.			974.61	974.61
Sıcaklık, °C	Üçgen	55	76	100	77
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.50E+06		2.50E+06	2.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	300		500	400
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.7: Balya-Şamlı (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				972.48
Sıcaklık, °C	Üçgen	60	76	105	80.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	5.00E+05		1.00E+06	7.50E+05
Kalınlık, m	Düzgün	200		500	350
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.8: Banaz (Uşak) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Bağımlı D.			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Sabit			969.41	969.41
Sıcaklık, °C	Düzgün	70		100	85
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	1.00E+06	2.00E+06	3.00E+06	2.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.9: Bayındır (İzmir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				969.41
Sıcaklık, °C	Üçgen	45	80	130	85
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	300		500	400
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.10: Bayramiç (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.			978.50	978.50
Sıcaklık, °C	Üçgen	35	62	115	70.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	1.50E+06	2.50E+06	3.00E+06	2.33E+06
Kalınlık, m	Düzgün	250		500	375
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.11: Biga-Kırkgeçit (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.			973.12	973.12
Sıcaklık, °C	Üçgen	60	73	105	79.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.12: Billoris (Siirt) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				984.58
Sıcaklık, °C	Düzgün	30		90	60
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	3.00E+06		5.00E+06	4.00E+06
Kalınlık, m	Sabit			500	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.13: Bodrum (Muğla) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.			992.11	992.11
Sıcaklık, °C	Düzgün	30		60	45
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	300		500	400
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.14: Boğazköprü (Kayseri) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				977.09
Sıcaklık, °C	Düzgün	38		108	73
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.07	0.10	0.07
Alan, m ²	Üçgen	5.00E+05	1.00E+06	1.50E+06	1.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.15: Bölmekaya (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				962.24
Sıcaklık, °C	Üçgen	36	100	150	95.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.16: Bulamaçlı (Kırşehir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				961.28
Sıcaklık, °C	Üçgen	40	90	160	96.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.07	0.10	0.07
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün			500	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.17: Çaldıran (Van) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				978.30
Sıcaklık, °C	Üçgen	43	70	100	71
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Düzgün	1.25E+06		2.00E+06	1.63E+06
Kalınlık, m	Sabit			500	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.18: Çan (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				970.52
Sıcaklık, °C	Üçgen	45	80	125	83.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	1.00E+06	1.50E+06	2.50E+06	1.67E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.19: Çan-Bardakçılar (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				969.41
Sıcaklık, °C	Üçgen	60	90	105	85
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Sabit				500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.20: Çan-Etili (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				968.29
Sıcaklık, °C	Üçgen	50	80	130	86.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	2.00E+06		3.00E+06	2.50E+06
Kalınlık, m	Sabit				500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.21: Çekirge (Bursa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				984.58
Sıcaklık, °C	Düzgün	50		70	60
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	200		500	350
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.22: Çeşme (İzmir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				982.65
Sıcaklık, °C	Düzgün	57		70	63.50
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	4.00E+06		8.00E+06	6.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		750	625
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.23: Cihanbeyli (Konya) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				986.36
Sıcaklık, °C	Üçgen	30	50	90	56.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	2.00E+06		3.00E+06	2.50E+06
Kalınlık, m	Sabit			500	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.24: Çobanhamamı (Ankara) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				975.03
Sıcaklık, °C	Üçgen	30	69	130	76.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	2.00E+06	4.00E+06	8.00E+06	4.67E+06
Kalınlık, m	Üçgen	250	500	750	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.25: Davutlar (Aydın) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				978.30
Sıcaklık, °C	Üçgen	43	70	100	71
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	2.00E+06		4.00E+06	3.00E+06
Kalınlık, m	Sabit			500	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.26: Demirci (Manisa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				977.90
Sıcaklık, °C	Üçgen	42	73	100	71.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.60E+05		5.00E+05	3.30E+05
Kalınlık, m	Üçgen	350	500	1000	616.67
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.27: Derdin (Düzce) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Düzgün	0.80		0.90	0.85
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				968.06
Sıcaklık, °C	Üçgen	31	100	130	87
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	5.00E+05		1.00E+06	7.50E+05
Kalınlık, m	Düzgün	300		500	400
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.28: Diyarbakır Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				981.23
Sıcaklık, °C	Düzgün	51		81	66
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.29: Dömbüldek (Bursa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Düzgün	0.80		0.90	0.85
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.			975.55	975.55
Sıcaklık, °C	Düzgün	45		106	75.50
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06	2.00E+06	3.00E+06	2.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.30: Efteni (Düzce) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Düzgün	0.80		0.90	0.85
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				969.41
Sıcaklık, °C	Düzgün	40		130	85
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	2.00E+06		4.00E+06	3.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.31: Emet (Kütahya) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				980.37
Sıcaklık, °C	Düzgün	45		90	67.50
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	2.00E+06	3.00E+06	4.00E+06	3.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.32: Gazlıgöl (Afyon) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Düzgün	0.80		0.90	0.85
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Düzgün	2600		2700	2650
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				966
Sıcaklık, °C	Üçgen	70	80	120	90
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.15	0.08
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.33: Gediz Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.			961.28	961.28
Sıcaklık, °C	Üçgen	80	100	110	96.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	2.00E+06	3.00E+06	5.00E+06	3.33E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500	700	1000	733.33
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.34: Gölemezli (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgöl Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				955.09
Sıcaklık, °C	Üçgen	70	90	140	105
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Üçgen	500	750	1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.35: Güneyyolu (İçel) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				971.18
Sıcaklık, °C	Üçgen	37	60	150	82.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Sabit			500	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.36: Güzelyurt- Ilısu (Aksaray) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				967.15
Sıcaklık, °C	Üçgen	35	100	130	88.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	5.00E+05		1.00E+06	7.50E+05
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.37: Güzelyurt- Sivrihisar (Aksaray) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				971.83
Sıcaklık, °C	Üçgen	30	94	120	81.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Sabit			1.00E+06	1.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.38: Hamamat (Hatay) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				990.22
Sıcaklık, °C	Düzgün	38		60	49
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	200		500	350
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.39: Harlek (Kütahya) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				983.49
Sıcaklık, °C	Üçgen	40	66	80	62
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.50E+06		3.00E+06	2.25E+06
Kalınlık, m	Sabit			500	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.40: Havran (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				972.70
Sıcaklık, °C	Üçgen	50	70	120	80
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Üçgen	1.00E+06	1.50E+06	2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.41: Havza (Samsun) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Düzgün	0.80		0.90	0.85
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				967.15
Sıcaklık, °C	Üçgen	55	70	140	88.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.42: Heybeli (Afyon) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				979.88
Sıcaklık, °C	Üçgen	50	60	95	68.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	5.00E+05	1.50E+06	4.50E+06	2.17E+06
Kalınlık, m	Üçgen	150	300	500	316.67
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.43: Hıdırlar (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				954.32
Sıcaklık, °C	Üçgen	84	104	130	106
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	1.25E+06	2.00E+06	2.50E+06	1.92E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.44: Hisaralan (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				951.23
Sıcaklık, °C	Düzgün	100		120	110
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	1.00E+06	2.00E+06	3.00E+06	2.00E+06
Kalınlık, m	Sabit			1000	1000
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.45: Hisarcık (Kütahya) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				981.80
Sıcaklık, °C	Üçgen	45	70	80	65
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	2.00E+06	3.00E+06	5.00E+06	3.33E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.46: Horasan (Erzurum) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				969.41
Sıcaklık, °C	Üçgen	45	100	110	85
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	5.00E+05		1.00E+06	7.50E+05
Kalınlık, m	Düzgün	250		500	375
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.47: Ilıca (Erzurum) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Düzgün	0.80		0.90	0.85
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				960.79
Sıcaklık, °C	Üçgen	40	115	137	97.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	7.00E+05	2.00E+06	3.00E+06	1.90E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.48: Ilıpınar (Bingöl) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				995.82
Sıcaklık, °C	Düzgün	29		44	36.50
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.49: Karahayıt-Pamukkale (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				982.93
Sıcaklık, °C	Düzgün	50		76	63
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	4.00E+06	1.00E+07	1.50E+07	9.67E+06
Kalınlık, m	Üçgen	200	300	500	333.33
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.50: Kepekler (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				969.63
Sıcaklık, °C	Üçgen	60	84	110	84.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	200		500	350
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.51: Kesenözü (Bolu) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Düzgün	0.80		0.90	0.85
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				953.17
Sıcaklık, °C	Düzgün	70		145	107.50
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.06E+06		2.00E+06	1.53E+06
Kalınlık, m	Düzgün	200		500	350
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.52: Kestanbol (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				957.35
Sıcaklık, °C	Üçgen	76	100	130	102
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	3.00E+06	6.00E+06	2.40E+07	1.10E+07
Kalınlık, m	Düzgün	300		500	400
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.53: Kızılınler (Eskişehir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				985.92
Sıcaklık, °C	Düzgün	45		70	57.50
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.10	0.06
Alan, m ²	Üçgen	2.00E+06	4.00E+06	6.00E+06	4.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.54: Köprübaşı-Saraycık (Manisa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Düzgün	0.80		0.90	0.85
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				974.82
Sıcaklık, °C	Üçgen	65	75	90	76.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	3.00E+06		5.00E+06	4.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.55: Kös (Bingöl) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				973.12
Sıcaklık, °C	Üçgen	45	80	113	79.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	2.00E+06	3.00E+06	8.00E+06	4.33E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500			500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.56: Köşkünler (Erzurum) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Düzgün	0.80		0.90	0.85
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				961.28
Sıcaklık, °C	Üçgen	31	111	148	96.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	4.00E+06	6.00E+06	8.00E+06	6.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.57: Köyceyiz (Muğla) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2750	2950	2783.33
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				866.63
Sıcaklık, °C	Üçgen	40	90	150	93.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Düzgün	3.00E+06		4.50E+06	3.75E+06
Kalınlık, m	Düzgün	300		500	400
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.58: Kükürtlü (Bursa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				962.48
Sıcaklık, °C	Düzgün	80		110	95
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	2.00E+06		3.00E+06	2.50E+06
Kalınlık, m	Üçgen	250	500	750	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.59: Kula (Manisa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				958.84
Sıcaklık, °C	Üçgen	65	100	135	100
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	1.00E+06	2.00E+06	3.00E+06	2.00E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.60: Kuşadası (İzmir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				974.82
Sıcaklık, °C	Üçgen	50	75	105	76.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Sabit			500	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.61: Mahmutlu (Kırşehir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				954.32
Sıcaklık, °C	Üçgen	70	108	140	106
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.07	0.10	0.07
Alan, m ²	Üçgen	1.50E+06	2.00E+06	2.50E+06	2.00E+06
Kalınlık, m	Sabit			500	500
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.62: Melikşah (Ankara) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				984.94
Sıcaklık, °C	Üçgen	40	60	78	59.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.06E+06		2.00E+06	1.53E+06
Kalınlık, m	Düzgün	1000			1000
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.63: Niğde-Çiftelhan (Niğde) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit	0.80		0.90	0.85
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				966
Sıcaklık, °C	Üçgen	50	100	120	90
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	5.00E+05		1.00E+06	7.50E+05
Kalınlık, m	Düzgün	300		500	400
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.64: Orhaneli-Sadağ (Bursa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Düzgün	0.80		0.90	0.85
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				966.35
Sıcaklık, °C	Üçgen	65	90	114	89.50
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	5.00E+05		1.00E+06	7.50E+05
Kalınlık, m	Düzgün	250		500	375
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.65: Özalp (Van) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				944.83
Sıcaklık, °C	Üçgen	90	104	160	118
Gözeneklilik	Üçgen	0.01	0.06	0.13	0.07
Alan, m ²	Üçgen	7.50E+05	1.50E+06	2.00E+06	1.42E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.66: Pamukçu (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				956.35
Sıcaklık, °C	Üçgen	60	110	140	103.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.67: Pasinler (Erzurum) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				951.23
Sıcaklık, °C	Üçgen	50	130	150	110
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	1.00E+06	3.00E+06	6.00E+06	3.33E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.68: Reşadiye (Tokat) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				978.90
Sıcaklık, °C	Düzgün	50		90	70
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	5.00E+05		1.00E+06	7.50E+05
Kalınlık, m	Düzgün	250		500	375
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.69: Şaphane (Kütahya) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				947.53
Sıcaklık, °C	Üçgen	100	110	134	114.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	2.00E+06	3.00E+06	4.00E+06	3.00E+06
Kalınlık, m	Üçgen	750	1250	1500	1166.67
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.70: Savcılı (Kırşehir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				979.88
Sıcaklık, °C	Üçgen	35	70	100	68.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.07	0.10	0.07
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	200		500	350
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.71: Sıcakçermik (Sivas) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				983.21
Sıcaklık, °C	Düzgün	45		80	62.50
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	2.00E+06		3.00E+06	2.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.72: Sulusaray (Tokat) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				962.48
Sıcaklık, °C	Üçgen	50	106	140	95
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.50E+06	1.75E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.73: Termal (Yalova) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				988.25
Sıcaklık, °C	Düzgün	40		66	53
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	300		500	400
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.74: Topaklar (Çanakkale) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				970.41
Sıcaklık, °C	Üçgen	67		100	83.50
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	5.00E+05		1.00E+06	7.50E+05
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.75: Urganlı (Manisa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				962.48
Sıcaklık, °C	Üçgen	75	90	120	95
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	1.00E+06	2.25E+06	3.50E+06	2.25E+06
Kalınlık, m	Düzgün	400		1000	700
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.76: Yardımcıkaraali (Urfa) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				989.74
Sıcaklık, °C	Sabit			50	50
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		1.50E+06	1.25E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.77: Yenice (Denizli) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				967.04
Sıcaklık, °C	Düzgün	67		110	88.50
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	1.50E+06	2.00E+06	3.00E+06	2.17E+06
Kalınlık, m	Düzgün	200		500	350
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.78: Yıldız (Balıkesir) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				954.07
Sıcaklık, °C	Üçgen	75	104	140	106.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.79: Yıldızeli (Sivas) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı güç hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Üçgen	0.85	0.90	0.95	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2400	2500	2600	2500
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				969.19
Sıcaklık, °C	Üçgen	30	100	126	85.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.05	0.08	0.12	0.08
Alan, m ²	Düzgün	5.00E+05		1.00E+06	7.50E+05
Kalınlık, m	Düzgün	250		500	375
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.80: Yoncalı (Kütahya) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				986.36
Sıcaklık, °C	Üçgen	40	50	80	56.67
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Düzgün	1.00E+06		2.00E+06	1.50E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

Çizelge G.81: Ziga (Aksaray) Sahası'nın tahmini üretilebilir ısı gücü hesabı için kullanılan parametreler.

Parametreler	Tip	En Düşük	En Olası	En Yüksek	Dağılım
Terk Etme Sıcaklığı, °C	Sabit			15	15
Kayaç Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			0.90	0.90
Akışkan Özgül Isısı, kJ/kg °C	Sabit			4.18	4.18
Kayaç Yoğunluğu, kg/m ³	Üçgen	2650	2700	2750	2700
Akışkan Yoğunluğu, kg/m ³	Bağımlı D.				977.49
Sıcaklık, °C	Üçgen	50	67	100	72.33
Gözeneklilik	Üçgen	0.03	0.05	0.07	0.05
Alan, m ²	Üçgen	1.50E+06	2.00E+06	3.00E+06	2.17E+06
Kalınlık, m	Düzgün	500		1000	750
Üretilebilirlik Faktörü	Üçgen	0.07	0.18	0.24	0.16
Dönüşüm Verimliği	Üçgen	0.70	0.85	0.90	0.82
Yük Faktörü	Üçgen	0.40	0.50	0.60	0.50
Santral Yüğü, sn	Üçgen	6.31E+08	7.88E+08	9.46E+08	7.88E+08

EK H. Türkiye Yeraltı Sıcaklık Dağılımı Haritası İçin Kullanılan Derin Kuyu Verileri

Mihçakan vd. (2006) çalışmasındaki veriler ile birlikte bu veri setindeki 12 adet değerin güncellenerek ve de 12 adet yeni verilerin eklenmesi ile yeniden oluşturularak hazırlanmış toplamda 420 adet derin kuyuya ait boylam, enlem, gradyan ve hesaplanan sıcaklık değerleri Çizelge H.1’de sunulmaktadır.

Çizelge H.1: 420 adet derin kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
1	Abalar 1	26.71	41.53	0.028	29.20	43.40
2	Abdülaziz 1	39.88	38.32	0.018	24.00	33.00
3	Adıyaman 4	41.62	37.77	0.028	28.80	42.60
4	Adıyaman 31*	37.21	37.80	0.029	29.40	43.80
5	Adıyaman 51*	38.21	37.79	0.064	47.05	79.10
6	Afjet 1 ^x	30.32	38.45	0.093	61.50	108.00
7	Ahmetbey 1	27.60	41.45	0.033	31.65	48.30
8	Akbaş 1	26.87	41.57	0.033	31.50	48.00
9	Akçeli 1	38.77	37.82	0.028	29.05	43.10
10	Akıncılar 1	27.64	41.49	0.034	31.80	48.60
11	Akköy 1	40.94	37.74	0.020	25.15	35.30
12	Akpınar 1*	38.77	37.90	0.036	33.00	51.00
13	Akpınar 5*	38.83	37.91	0.036	33.00	51.00
14	Akpınar 15	38.82	37.58	0.028	28.90	42.80
15	Aksaray 1	33.99	38.34	0.030	29.90	44.80
16	Aksu 1	30.91	36.95	0.022	25.80	36.60
17	Aktaş 1/A	33.20	39.21	0.026	28.20	41.40
18	Akveren-1	34.74	41.81	0.019	24.35	33.70
19	Akyar 2	35.12	37.09	0.020	24.75	34.50
20	Akyazı ⁺	30.63	40.68	0.054	42.08	69.17
21	Alacaoğlu 1	27.28	41.30	0.037	33.35	51.70
22	Alaşehir 1 ^x	28.53	38.38	0.132	81.00	147.00
23	Alcık 2	40.30	38.17	0.038	34.00	53.00
24	Aliğa ^x	26.55	38.47	0.085	57.50	100.00
25	Alipaşa	28.17	41.08	0.039	34.45	53.90
26	Altınyayla 1-A	29.49	37.02	0.017	23.55	32.10
27	Amasra-1	32.38	41.68	0.020	24.75	34.50
28	Anbarcık 101	40.80	37.75	0.014	21.80	28.60
29	Araban 2	37.66	37.41	0.023	26.65	38.30
30	Araplı 1	41.63	37.15	0.022	25.80	36.60
31	Ardahan -1	42.68	41.12	0.026	28.15	41.30
32	Ardıç 1	28.16	41.19	0.037	33.55	52.10
33	Arizbaba 1	26.93	41.63	0.032	31.20	47.40
34	Armutlu ⁺	28.83	40.52	0.080	55.00	95.00
35	Aşkale 1	40.70	39.92	0.029	29.25	43.50
36	Atça-Salavatlı ⁺	28.22	37.89	0.105	67.50	120.00
37	Avşar 1	38.62	37.24	0.025	27.55	40.10

Çizelge H.1 (devam): 420 adet derin kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
38	Babaeski 1	26.98	41.46	0.026	27.95	40.90
39	Badut-1	36.00	41.62	0.029	29.35	43.70
40	Bağlıca 1	37.75	37.49	0.025	27.25	39.50
41	Bahçedere 1	27.77	41.34	0.032	31.15	47.30
42	Bakacak 1	38.85	37.72	0.026	27.80	40.60
43	Bakıcık 1	41.58	37.13	0.019	24.25	33.50
44	Bakraçlı 1	38.62	37.64	0.052	41.20	67.40
45	Bağcıva ⁺	27.05	38.39	0.208	119.00	223.00
46	Ballı 1	26.96	40.84	0.028	29.10	43.20
47	Bartın 1	32.27	41.49	0.021	25.70	36.40
48	Batı Avıran 1-A	40.35	38.23	0.026	27.90	40.80
49	Batı Azıklı 3	39.72	38.09	0.047	38.45	61.90
50	Batı Darabi 1	41.25	38.01	0.033	31.30	47.60
51	Batı Fırat 4 [*]	38.94	37.87	0.038	34.05	53.10
52	Batı Fırat 9 [*]	38.92	37.87	0.038	34.05	53.10
53	Batı Fırat 20 [*]	38.93	37.87	0.038	34.05	53.10
54	Batı Hazro 1	40.58	38.28	0.021	25.50	36.00
55	Batı Karabağ 1	37.47	37.35	0.018	24.05	33.10
56	Batı Kentalan 4	41.60	37.90	0.009	19.40	23.80
57	Batı Kozluca 15 [*]	41.72	37.13	0.040	35.05	55.10
58	Batı Kozluca 1 [*]	41.71	37.13	0.040	35.05	55.10
59	Batı Migo 3	39.71	38.12	0.036	32.80	50.60
60	Batı Raman M/1 [*]	41.20	37.69	0.044	36.80	58.60
61	Batı Raman 257 [*]	41.11	37.80	0.044	36.80	58.60
62	Batı Raman 317 [*]	41.09	37.81	0.044	36.80	58.60
63	Batı Raman 320	41.24	38.21	0.029	29.40	43.80
64	Batı Raman 184 [*]	41.21	37.80	0.044	36.80	58.60
65	Batı Raman 154/A [*]	41.14	37.80	0.044	36.80	58.60
66	Batı Raman 91 [*]	41.19	37.81	0.044	36.80	58.60
67	Batı Selmo 3	41.24	38.22	0.028	29.05	43.10
68	Bayramdere 1	27.33	41.63	0.035	32.35	49.70
69	Bayramlı 1	26.25	41.31	0.043	36.40	57.80
70	Belasa 3-A	41.17	38.31	0.024	27.15	39.30
71	Beşikli 2 [*]	38.87	37.75	0.041	35.65	56.30
72	Beşikli 9	38.85	37.75	0.029	29.35	43.70
73	Beşikli 10 [*]	38.85	37.76	0.041	35.65	56.30
74	Beşikli 14 [*]	38.87	37.76	0.041	35.65	56.30
75	Beşikli 17 [*]	38.88	37.75	0.041	35.65	56.30
76	Beşyamaç 9	39.20	37.94	0.027	28.70	42.40
77	Beşyol 1	41.88	38.02	0.020	25.00	35.00
78	Beybuni 1	40.34	38.20	0.026	27.90	40.80
79	Beyciler 1	28.13	41.21	0.040	34.90	54.80
80	Beyçayır 1	41.39	38.00	0.025	27.50	40.00
81	Beykan	39.91	38.10	0.020	25.00	35.00
82	Bezirci -1	33.58	38.13	0.029	29.35	43.70
83	Boğaz 1	39.39	38.06	0.027	28.65	42.30
84	Bolis 1	40.65	38.21	0.020	25.00	35.00

Çizelge H.1 (devam): 420 adet derin kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
85	Boyabat 4	34.90	41.56	0.015	22.45	29.90
86	Boyluca 1	41.67	38.25	0.032	31.10	47.20
87	Bölükyayla	38.46	37.89	0.028	28.95	42.90
88	Bucak 1	39.07	37.88	0.029	29.50	44.00
89	Budak 1	40.84	38.38	0.019	24.55	34.10
90	Büyük Pirin 1	38.30	37.80	0.028	29.00	43.00
91	Büyük Yoncalı 1	27.93	41.37	0.038	34.10	53.20
92	Büyükalın 1	29.66	37.19	0.021	25.40	35.80
93	Çamurlu 1*	41.60	37.12	0.028	29.20	43.40
94	Çamurlu 102*	41.61	37.12	0.028	29.20	43.40
95	Çamurlu 108*	41.56	37.14	0.028	29.20	43.40
96	Çaylarbaşı 4*	39.06	37.70	0.047	38.40	61.80
97	Çaylarbaşı 5*	39.01	37.72	0.047	38.40	61.80
98	Çaylarbaşı 6*	39.01	37.71	0.047	38.40	61.80
99	Celaliye 1*	27.33	41.54	0.035	32.25	49.50
100	Çelikli 12*	41.64	38.10	0.033	31.30	47.60
101	Çelikli 20*	41.65	38.10	0.033	31.30	47.60
102	Çemberlitaş 8*	38.36	37.81	0.035	32.70	50.40
103	Çemberlitaş 38*	38.34	37.82	0.035	32.70	50.40
104	Çemberlitaş 35*	38.36	37.82	0.035	32.70	50.40
105	Çemberlitaş 41*	38.35	37.82	0.035	32.70	50.40
106	Çemberlitaş 50*	38.33	37.81	0.035	32.70	50.40
107	Cendere 10	38.64	37.90	0.030	29.90	44.80
108	Cengiz 1-A	26.95	40.85	0.034	31.85	48.70
109	Cepkenli 1-A	43.62	37.84	0.015	22.65	30.30
110	Cevizköy 1	27.63	41.54	0.044	36.95	58.90
111	Çilesiz 1	41.58	37.15	0.010	20.15	25.30
112	Coskunsel 2	38.82	37.89	0.028	29.15	43.30
113	Cumalar 1	36.32	37.22	0.024	27.10	39.20
114	Cağla 1	39.01	37.63	0.031	30.35	45.70
115	Çamlık 1	35.41	36.96	0.018	23.95	32.90
116	Çınar 1	35.70	36.43	0.018	24.15	33.30
117	Çınarcık 1	38.17	37.80	0.034	32.05	49.10
118	Çınarlı 1	40.85	38.42	0.013	21.55	28.10
119	Çobanpınar 1	38.86	37.92	0.020	25.20	35.40
120	Çorlu 2*	27.88	41.10	0.037	33.35	51.70
121	Çorlu 3/A*	27.96	41.40	0.037	33.35	51.70
122	Çukurtaş	38.56	37.87	0.032	31.05	47.10
123	Dara 1	41.00	37.16	0.025	27.55	40.10
124	Değirmencik 1	27.17	41.59	0.029	29.45	43.90
125	Değirmenköy 1*	28.07	41.17	0.042	36.20	57.40
126	Değirmenköy 2*	28.08	41.17	0.042	36.20	57.40
127	Delen 1	27.73	41.37	0.025	27.65	40.30
128	Demre 1	29.88	36.30	0.031	30.35	45.70
129	Destek 1	39.13	37.78	0.032	31.00	47.00
130	Deveçatağı 5	27.32	41.61	0.038	33.80	52.60
131	Dicle 1	40.95	37.83	0.016	22.85	30.70

Çizelge H.1 (devam): 420 adet derin kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
132	Didan 1	40.89	38.01	0.025	27.50	40.00
133	Dikili J ^x	26.88	39.07	0.115	72.50	130.00
134	Dikmetaş 1	38.84	37.82	0.026	28.10	41.20
135	Dodan 7/M*	41.81	38.08	0.030	29.90	44.80
136	Dodan 15/S*	41.79	38.08	0.030	29.90	44.80
137	Doğu Beşikli	38.93	37.73	0.038	33.75	52.50
138	Doğu Beşikli 1*	38.92	37.74	0.043	36.25	57.50
139	Doğu Beşikli 3*	38.93	37.73	0.043	36.25	57.50
140	Doğu Beşikli 8*	38.97	37.74	0.043	36.25	57.50
141	D. Bölükyayla 1A	38.52	37.89	0.024	26.95	38.90
142	Doğu Çamurlu 1	41.65	37.13	0.016	23.20	31.40
143	Doğu Kavakdere 1	27.30	41.75	0.034	32.00	49.00
144	Doğu Malabadi 1	41.28	38.11	0.026	27.85	40.70
145	Doğu Raman 2	41.42	37.75	0.028	28.85	42.70
146	Doruk 1	40.24	38.19	0.019	24.35	33.70
147	Dumrul 2	40.33	38.20	0.024	26.90	38.80
148	Edirne 1	26.59	41.71	0.038	34.10	53.20
149	Ekinveren 1	34.62	41.60	0.018	24.00	33.00
150	Elbeyi 1	38.78	37.74	0.031	30.25	45.50
151	Elbeyli 1	37.55	36.73	0.025	27.35	39.70
152	Emelcik 1	35.16	37.24	0.031	30.70	46.40
153	Emirali	27.53	41.48	0.036	33.20	51.40
154	Erbin 1	41.85	37.99	0.025	27.55	40.10
155	Ereğli 1	31.63	41.36	0.021	25.45	35.90
156	Erfelek-1	35.01	41.82	0.023	26.65	38.30
157	Ertuğrul 1	27.47	41.57	0.028	29.15	43.30
158	Esence 1	38.31	37.87	0.023	26.70	38.40
159	Eskipolatlı-1	32.28	39.50	0.037	33.50	52.00
160	Esmekaya-1	33.41	38.23	0.028	28.75	42.50
161	Esmeli 1	39.07	37.78	0.039	34.60	54.20
162	Fasilli -1	34.68	41.82	0.027	28.70	42.40
163	Filyos 1	32.08	41.60	0.018	23.75	32.50
164	Foca 1	26.64	38.69	0.028	29.00	43.00
165	G. Adıyaman 2*	38.23	37.76	0.040	35.20	55.40
166	G. Adıyaman 7*	38.23	37.75	0.040	35.20	55.40
167	G. Sarıcak 3*	40.24	38.17	0.031	30.25	45.50
168	G. Sarıcak 5*	40.26	38.17	0.031	30.25	45.50
169	G. Şahaban 11*	40.20	38.12	0.032	31.05	47.10
170	G. Şahaban 15*	40.19	38.11	0.032	31.05	47.10
171	Garzan 94	41.48	37.88	0.025	27.50	40.00
172	Geckinli 1	26.88	41.73	0.040	34.90	54.80
173	Gedik 2	39.00	37.96	0.032	30.80	46.60
174	Gediz-Kütahya ⁺	29.39	38.99	0.085	57.50	100.00
175	Geğendere 1	32.52	41.61	0.019	24.35	33.70
176	Gelibolu 1	26.59	40.36	0.030	30.15	45.30
177	Gercus 2	41.26	37.58	0.018	23.75	32.50
178	Germencik J ^x	27.80	37.80	0.215	122.50	230.00

Çizelge H.1 (devam): 420 adet derin kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
179	Germik 2*	41.38	37.92	0.031	30.60	46.20
180	Germik 20*	41.39	37.93	0.031	30.60	46.20
181	Gilbaş 1	35.37	37.21	0.015	22.60	30.20
182	Girmeli 1	41.44	37.11	0.020	24.80	34.60
183	Gökdere 5*	36.14	37.01	0.044	36.75	58.50
184	Gökdere 6*	36.18	37.00	0.044	36.75	58.50
185	Göldere	27.52	41.53	0.042	35.75	56.50
186	Gölemezli+	29.02	38.00	0.085	57.50	100.00
187	Görümlü 1	42.57	37.33	0.019	24.70	34.40
188	Göztepe 1	41.52	37.01	0.023	26.40	37.80
189	Güney Azıklı 1	39.76	38.09	0.028	29.00	43.00
190	Güney Bakuk 1	41.45	37.16	0.013	21.65	28.30
191	Güney Dincer	41.71	37.16	0.026	28.00	41.00
192	Güney Dincer 1*	41.70	37.16	0.027	28.65	42.30
193	Güney Dincer 38*	41.74	37.17	0.027	28.65	42.30
194	Güney Dincer 101*	41.70	37.17	0.027	28.65	42.30
195	Güney Hazro 1	40.76	38.24	0.024	27.10	39.20
196	Güney Karakus 2	38.62	37.83	0.042	35.95	56.90
197	Güney Kayakoy 1	40.25	38.00	0.023	26.50	38.00
198	Güney Kayakoy ?	41.24	38.14	0.024	27.15	39.30
199	Güney Kınık 1	38.46	37.81	0.025	27.70	40.40
200	Güngormez 1	39.03	37.87	0.024	27.20	39.40
201	Günyayla 1	41.54	38.01	0.031	30.40	45.80
202	Gürbüz 1	39.68	38.09	0.025	27.25	39.50
203	Güven 1	38.94	37.84	0.029	29.30	43.60
204	Güzelsu 1*	38.92	37.88	0.039	34.45	53.90
205	Güzelsu 2*	38.90	37.89	0.039	34.45	53.90
206	Güzeltepe 1	41.52	37.02	0.023	26.40	37.80
207	Habibler 2	26.70	41.66	0.034	32.10	49.20
208	Halof 1	38.54	37.92	0.020	24.90	34.80
209	Hamitabat 28*	27.29	41.49	0.045	37.55	60.10
210	Hamitabat 15*	27.28	41.51	0.045	37.55	60.10
211	Hançerli 2*	39.87	38.13	0.038	34.20	53.40
212	Hançerli 3*	39.87	38.12	0.038	34.20	53.40
213	Havsa 1	26.82	41.51	0.035	32.65	50.30
214	Hayat 1	41.52	38.00	0.030	30.15	45.30
215	Haznemir West 1	41.22	37.95	0.046	38.00	61.00
216	Hisaralan	28.32	39.27	0.107	68.60	122.20
217	Histur 1	38.71	37.96	0.021	25.70	36.40
218	Hosan 1	39.84	38.21	0.025	27.35	39.70
219	İğneada 1	28.54	41.84	0.025	27.35	39.70
220	İkizce 1*	38.83	37.79	0.042	35.95	56.90
221	İkizce 5*	38.84	37.79	0.042	35.95	56.90
222	İkiztepe Sp3*	41.58	37.10	0.032	31.10	47.20
223	İkiztepe CI*	41.57	37.10	0.032	31.10	47.20
224	İmamköy J ^x	27.50	37.50	0.125	77.50	140.00
225	İnece 1	27.03	41.66	0.033	31.40	47.80

Çizelge H.1 (devam): 420 adet derin kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
226	İpek 1	41.68	37.16	0.022	25.80	36.60
227	İpsala 1	26.41	40.87	0.030	30.10	45.20
228	İskenderun 2	35.92	36.45	0.032	30.90	46.80
229	K.Karakuş 6*	38.62	37.89	0.038	33.95	52.90
230	Karakuş 9*	38.56	37.84	0.037	33.70	52.40
231	Karakuş 3*	38.57	37.84	0.037	33.70	52.40
232	Karakuş 30*	38.58	37.84	0.037	33.70	52.40
233	Karakuş 32*	38.59	37.84	0.037	33.70	52.40
234	K.Karakuş 11*	38.65	37.88	0.038	33.95	52.90
235	Kadıköy	28.36	41.14	0.024	27.15	39.30
236	Kaldırı 1	39.82	37.95	0.027	28.70	42.40
237	Kanun 1	27.12	37.36	0.011	20.45	25.90
238	Karaağac	27.49	41.56	0.022	25.80	36.60
239	Karaali 3	41.06	38.06	0.024	26.85	38.70
240	Karabağ 1	41.69	38.06	0.028	28.80	42.60
241	Karacaoğlu 1	27.08	41.56	0.031	30.35	45.70
242	Karacali 2	27.92	41.19	0.035	32.25	49.50
243	Karadut 1	38.81	37.93	0.027	28.65	42.30
244	Karagöl 1	37.36	37.35	0.017	23.65	32.30
245	Karakavak 1	27.06	41.32	0.036	33.20	51.40
246	Karakuyu 1	35.15	37.07	0.025	27.60	40.20
247	Karapınar 1	39.65	37.93	0.023	26.35	37.70
248	Karasu-1	34.84	41.97	0.028	29.00	43.00
249	Kas 1	29.77	36.24	0.017	23.35	31.70
250	Kastel 3*	40.58	38.00	0.034	32.20	49.40
251	Kastel 6*	40.59	38.01	0.034	32.20	49.40
252	Kartaltepe 1	38.37	38.17	0.024	26.90	38.80
253	Kartaltepe 8	38.17	40.37	0.030	29.80	44.60
254	Kavakdere 3	27.28	41.59	0.038	33.90	52.80
255	Kayabağlar 1	41.66	37.97	0.025	27.70	40.40
256	Kayadibi 1	41.44	38.26	0.023	26.60	38.20
257	Kayakoy N.4*	40.25	38.10	0.034	31.95	48.90
258	Kayakoy N.1*	40.29	38.18	0.034	31.95	48.90
259	Kayayolu 1	40.59	38.09	0.022	25.85	36.70
260	Kepirtepe 2	27.41	41.37	0.029	29.35	43.70
261	Kınık 1	38.43	37.82	0.031	30.65	46.30
262	Kiran 1	40.81	38.49	0.043	36.25	57.50
263	Kırcaoğlu 1	36.58	36.37	0.022	26.10	37.20
264	Kırıklı 1	38.16	37.82	0.044	36.85	58.70
265	Kırklareli 1	27.19	41.65	0.025	27.65	40.30
266	Kırkpınar 1	29.88	37.16	0.019	24.55	34.10
267	Kızılcahamam ⁺	32.65	40.47	0.046	37.81	60.63
268	Kızılçıkdere 1	27.26	41.64	0.035	32.30	49.60
269	Kızıldere ^x	28.26	37.96	0.200	115.00	215.00
270	Kızkaparı 1	37.24	37.29	0.034	32.15	49.30
271	Kırtepe 1	39.99	38.14	0.023	26.25	37.50
272	Kocadere 1	27.41	41.56	0.033	31.45	47.90

Çizelge H.1 (devam): 420 adet derin kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
273	Kozluk 2	41.50	38.17	0.027	28.25	41.50
274	Kulecik 1	37.05	37.16	0.023	26.65	38.30
275	Kuleli 1	26.92	41.48	0.031	30.25	45.50
276	Kuleli 2	26.90	41.49	0.029	29.60	44.20
277	Kumrular 2	27.22	41.49	0.035	32.65	50.30
278	Kumrular 4	27.22	41.51	0.036	32.85	50.70
279	Kurşunlu (Salihli) J	28.15	38.47	0.126	77.85	140.70
280	Kurtalan 1	41.55	37.98	0.034	32.20	49.40
281	Kurtdere 1	27.78	41.41	0.032	31.10	47.20
282	Kuyubaşı 1	30.65	37.37	0.010	19.90	24.80
283	Kuzey Abalar 1	26.74	41.59	0.033	31.70	48.40
284	Kuzey Adıyaman 4	38.23	37.80	0.026	28.15	41.30
285	Kuzey Akçeli 1	38.74	37.84	0.033	31.45	47.90
286	Kuzey Dinçer 1	41.70	37.18	0.021	25.40	35.80
287	Kuzey Esmeli 1	39.09	37.83	0.027	28.30	41.60
288	Kuzey Halof 1	38.54	37.93	0.020	25.15	35.30
289	Kuzey Hamitabat 1	27.27	41.53	0.033	31.45	47.90
290	Kuzey Karadut 1	39.04	37.95	0.029	29.40	43.80
291	Kuzey Kaya 1	37.47	37.31	0.023	26.70	38.40
292	Kuzey Magrip 2	41.62	37.95	0.026	28.15	41.30
293	Kuzey Magrip	41.63	37.95	0.036	32.75	50.50
294	Kuzey Marmara 1	28.29	40.68	0.029	29.45	43.90
295	Kuzey Marmara ?	28.16	41.07	0.035	32.50	50.00
296	Kuzey Migo 3	39.73	38.12	0.031	30.60	46.20
297	Kuzey Migo?	39.76	38.13	0.040	35.15	55.30
298	Kuzey Osmancık 1	27.36	41.58	0.032	31.15	47.30
299	Kuzey Pirin 1	38.31	37.79	0.034	31.95	48.90
300	Kuzey Raman 4	41.31	37.80	0.027	28.70	42.40
301	Kuzey Suvarlı	37.61	37.57	0.032	30.75	46.50
302	Magrip 45	41.62	37.93	0.030	29.95	44.90
303	Malabadi 1	41.25	38.12	0.026	27.90	40.80
304	Malahermo 9	41.11	38.18	0.023	26.40	37.80
305	Manavgat 1	31.46	36.77	0.019	24.55	34.10
306	Manavgat 2	31.49	36.76	0.013	21.50	28.00
307	Mehmetdere 1*	40.41	38.22	0.030	30.00	45.00
308	Melişşah J	33.50	40.23	0.036	33.00	51.00
309	Mercan 1	41.34	38.09	0.034	32.15	49.30
310	Meriç 1	26.67	41.45	0.029	29.70	44.40
311	Meriç 2	26.66	41.48	0.043	36.50	58.00
312	Minnetler 1/A	27.03	41.42	0.039	34.25	53.50
313	Miyadin 1	39.91	38.13	0.020	25.10	35.20
314	Mollacabahr	40.51	37.89	0.025	27.30	39.60
315	Muratcalı 1	26.63	41.80	0.042	36.15	57.30
316	Mutlu 1	38.55	37.89	0.028	29.05	43.10
317	Narlı 1	37.21	37.40	0.028	29.15	43.30
318	Nasrettin 1	38.82	37.66	0.033	31.30	47.60
319	Nazar 1	41.39	37.98	0.025	27.45	39.90

Çizelge H.1 (devam): 420 adet derin kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
320	Niğde Aksaray	33.60	38.34	0.072	51.10	87.20
321	O. Sungurlu 2*	38.82	37.93	0.035	32.55	50.10
322	Ocaklı 1	41.79	37.14	0.021	25.40	35.80
323	Oluklu 3	38.22	37.83	0.027	28.50	42.00
324	Osmancık 12	27.36	41.59	0.038	33.75	52.50
325	Oyuktaş 1	41.50	38.06	0.029	29.50	44.00
326	Ördekli 1	39.18	37.81	0.029	29.50	44.00
327	Örensu 1	41.46	38.01	0.060	44.80	74.60
328	Özgüner 1	41.63	37.23	0.019	24.25	33.50
329	Özpınar 1	36.22	38.01	0.017	23.25	31.50
330	Pamukören ⁺	28.54	37.92	0.165	97.50	180.00
331	Pancarköy 1	27.14	41.39	0.030	29.85	44.70
332	Papur 1	41.45	38.24	0.027	28.35	41.70
333	Pehlivan köy 1	26.85	41.31	0.032	31.00	47.00
334	Perdeso 2	37.97	38.97	0.053	41.70	68.40
335	Piyanko 4	38.98	37.85	0.031	30.70	46.40
336	Raman 234*	41.33	37.76	0.039	34.50	54.00
337	Raman B-1/A*	41.33	37.77	0.039	34.50	54.00
338	S. Garzan	41.47	37.88	0.034	31.75	48.50
339	Salavatlı 1 J ^x	28.15	37.88	0.155	92.50	170.00
340	Salavatlı 2 J ^x	28.10	37.53	0.155	92.50	170.00
341	Sarıcak 9	40.25	38.18	0.020	25.10	35.20
342	Sarık 2	39.66	38.08	0.028	29.20	43.40
343	Sarıkaya 2	38.70	37.93	0.023	26.45	37.90
344	Sarı kız 1 ^x	28.50	38.35	0.083	56.50	98.00
345	S. Sinan	41.00	37.85	0.026	27.90	40.80
346	S. Sinan 2	41.34	38.05	0.025	27.60	40.20
347	Savaştepe-1	33.59	38.16	0.024	27.15	39.30
348	Seferihisar ⁺	26.84	38.19	0.270	150.00	285.00
349	Sevinçli 2	35.56	37.28	0.026	27.95	40.90
350	Seyhamamı J	32.65	40.48	0.047	38.55	62.10
351	Seymen 2	28.17	40.16	0.049	39.50	64.00
352	Sezgin 1	41.36	37.83	0.025	27.35	39.70
353	Silivri 1	28.34	41.12	0.028	29.15	43.30
354	Silvanka 1*	41.36	38.04	0.035	32.60	50.20
355	Silvanka 4*	41.38	38.04	0.035	32.60	50.20
356	Silvanka 7*	41.34	38.05	0.035	32.60	50.20
357	Simav J ^x	28.58	39.05	0.145	87.50	160.00
358	Sinekli 1	28.19	41.23	0.031	30.70	46.40
359	Sivritepe 1	40.24	38.13	0.021	25.30	35.60
360	Sobutepe 1	30.49	37.87	0.006	18.10	21.20
361	Sofular 1	26.63	41.76	0.039	34.65	54.30
362	Soğuksu-1	34.90	41.74	0.019	24.40	33.80
363	Soğuktepe 1*	39.70	38.11	0.038	33.95	52.90
364	Subaşı 1	43.79	37.68	0.027	28.65	42.30
365	Sultanhanı-1	33.59	38.09	0.020	25.15	35.30
366	Susamış 2	41.15	38.27	0.031	30.70	46.40

Çizelge H.1 (devam): 420 adet derin kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
367	Suvarlı 3	37.87	37.49	0.027	28.55	42.10
368	Suloğlu 1	26.91	41.73	0.034	32.15	49.30
369	Sütlüce 2	27.53	41.52	0.025	27.30	39.60
370	Şahankaya 1	27.22	41.60	0.034	32.15	49.30
371	Şelmo 104	41.28	38.19	0.028	29.20	43.40
372	Serbetli 2	38.14	40.04	0.023	26.40	37.80
373	Talan 1	41.36	38.25	0.019	24.40	33.80
374	Taskapı 1	39.08	37.91	0.033	31.55	48.10
375	Taşlık 1	38.92	37.79	0.030	29.75	44.50
376	Tekkehamam ⁺	29.12	37.92	0.168	99.17	183.33
377	Telhasan 1	41.49	37.13	0.019	24.50	34.00
378	Tepecik 1	40.23	38.20	0.023	26.35	37.70
379	Terzili 2	27.09	41.53	0.027	28.60	42.20
380	Tokaris 2	38.84	37.76	0.029	29.65	44.30
381	Tuğrul 1	40.33	38.22	0.020	24.85	34.70
382	Tura 1	41.19	37.93	0.029	29.30	43.60
383	Turgutlu-Urganlı ⁺	27.84	38.53	0.094	61.88	108.75
384	Tuzla (Çanakkale) J ^x	26.24	40.09	0.159	94.50	174.00
385	Tümay 1	38.45	37.84	0.030	29.75	44.50
386	Tütün 1	41.74	38.04	0.032	31.10	47.20
387	Ulaş 4	39.83	38.09	0.022	25.80	36.60
388	Ulus 1	32.58	41.46	0.028	28.95	42.90
389	Umur 1	26.83	41.72	0.035	32.35	49.70
390	Umurca 01 [*]	27.43	41.42	0.033	31.70	48.40
391	Umurca 1 [*]	27.44	41.42	0.033	31.70	48.40
392	Umurca 2	29.69	37.12	0.025	27.70	40.40
393	Umurca 3 [*]	27.44	41.41	0.033	31.70	48.40
394	Umurlu ⁺	27.97	37.85	0.090	60.00	105.00
395	Uzunçayır 1	41.31	38.10	0.019	24.65	34.30
396	Uzunköprü 1	26.59	41.30	0.041	35.30	55.60
397	Uzunpınar 1	39.14	37.98	0.032	31.20	47.40
398	Üçtaş 1	39.70	37.97	0.024	27.20	39.40
399	Ünsaldı 1	41.45	38.06	0.040	35.20	55.40
400	Üzümcük 1-A	39.24	37.80	0.027	28.40	41.80
401	Varınca 1	40.75	38.21	0.026	27.90	40.80
402	Yakacık 1	37.53	36.90	0.025	27.65	40.30
403	Yananköy 1 [*]	37.23	36.71	0.039	34.50	54.00
404	Yasince 1	40.55	37.90	0.020	25.10	35.20
405	Yatık 2	40.34	38.19	0.022	26.00	37.00
406	Yeniceoba-1	33.06	39.02	0.026	28.20	41.40
407	Yeniköy 7 [*]	40.42	38.20	0.033	31.30	47.60
408	Yeniköy 8 [*]	40.40	38.20	0.033	31.30	47.60
409	Yenimahalle 1	27.12	41.58	0.028	29.05	43.1
410	Yeşilgöl 1	27.35	41.54	0.036	32.9	50.8
411	Yolağan 1	41.90	37.16	0.022	25.9	36.8
412	Yuvalı 1	28.04	41.42	0.039	34.7	54.4
413	Yüzyıl Alakır 1	30.21	36.40	0.022	25.75	36.5

Çizelge H.1 (devam): 420 adet derin kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
414	Yüzyıl Alakır 2	30.21	36.40	0.008	18.75	22.5
415	Zey 1	38.21	37.82	0.028	28.75	42.5
416	B/D 1	38.10	40.00	0.019	24.3	33.6
417	Milos (Yunanistan) J	24.42	36.73	0.263	146.7	278.4
418	Nisiros (Yunanistan) J	27.10	36.40	0.226	128.1	241.2
419	Santoroni (Yunanistan)	25.40	36.40	0.160	95	175
420	Lesvos (Yunanistan) J	26.23	39.33	0.098	64	113

* Birden fazla derinlikteki sıcaklık değerleri ölçülmüş kuyuların temsili gradyan değerleri.

+ Kişisel görüşmeler yapılarak (Mıhçakan vd. 2006 çalışmasında olmayan) güncellenen derin kuyulara ait değerler.

x Mıhçakan vd. 2006 çalışmasındaki verilerin kişisel görüşmeler yapılarak değişiklik yapılan (güncellenen) değerleri.

EK I. Türkiye Yeraltı Sıcaklık Dağılımı Haritası İçin Kullanılan Sığ Kuyu Verileri

1995-2005 döneminde yürütülen araştırmalar süresince 100-150 m ye kadar olan eski sığ sondajlarda yeni sıcaklık logları alınmış ve gradyanlar hesaplanmıştır. Veriler İlkışık (2008)'den elde edilmiştir. Toplam 555 adet sığ kuyuya ait boylam enlem, gradyan ve sıcaklık değerleri Çizelge I.1'de sunulmaktadır.

Çizelge I.1: 555 adet sığ kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
1	19 Mayıs Üniver.	36.23	41.33	0.032	31	47
2	Aa.şehirören	34.42	41.36	0.0199	25	35
3	Aydoğmus	30.25	38.08	0.002	16	17
4	Abditolu	32.75	37.73	0.0174	24	32
5	Abide	29.31	38.94	0.0633	47	78
6	Acıağaç	32.85	41.45	0.0104	20	25
7	Ağacık	26.94	39.4	0.0068	18	22
8	Afyon	30.48	38.78	0.0765	53	92
9	Ağayeri	26.93	41.46	0.033	32	48
10	Ağıllı	34.52	38.46	0.042	36	57
11	Ağın	38.71	38.94	0.0158	23	31
12	Ağzıkara	30.56	38.59	0.0656	48	81
13	Ahatlar	32.41	40.49	0.03	30	45
14	Ahiboz	32.84	39.6	0.038	34	53
15	Ahmetli	39.88	38.19	0.0009	15	16
16	Ak Petrol	41.41	39.96	0.028	29	43
17	Akbaba	29.12	41.16	0.019	25	34
18	Akçakale	39.35	36.71	0.0272	29	42
19	Akçakoca	31.04	41.08	0.0163	23	31
20	Akcal	27.54	39.6	0.027	29	42
21	Akçavakıf	33.57	40.68	0.049	40	64
22	Akfırat	29.4	40.94	0.0181	24	33
23	Akharım	29.33	40.42	0.013	22	28
24	Akıncı	37.27	36.68	0.011	21	26
25	Akkoç	36.43	40.66	0.014	22	29
26	Akköy	35.02	38.35	0.016	23	31
27	Akkoyunlu	30.06	37.93	0.0112	21	26
28	Akman	34.32	38.01	0.0019	16	17
29	Akören	30.42	38.99	0.0032	17	18
30	Akpınar	36.4	39.64	0.011	21	26
31	Akyazı	35.77	40.45	0.014	22	29
32	Alabancı	28.91	38.36	0.032	31	47
33	Alaca	41.23	37.85	0.0013	16	16
34	Alacaatlı	28.04	39.25	0.0271	29	42
35	Alacabük	31.72	41.27	0.018	24	33

Çizelge I.1 (devam): 555 adet sığ kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
36	Alahıdır	27.93	38.47	0.0335	32	49
37	Alayunt	30.1	39.4	0.0015	16	17
38	Alçıtepe	26.23	40.09	0.054	42	69
39	Aleyinli	35.85	38.62	0.0034	17	18
40	Alifaki	34.99	36.88	0.0197	25	35
41	Alihan	38.7	38.2	0.085	58	100
42	Alınca	39.53	37.41	0.0466	38	62
43	Alpi	32.6	41.61	0.0209	25	36
44	Altunelma	36.89	38.35	0.002	16	17
45	An.Lisesi	27.93	39.68	0.035	33	50
46	Argıthanı	31.69	38.3	0.0151	23	30
47	Armutlu	28.82	40.52	0.0268	28	42
48	Armutlu	28.82	40.51	0.046	38	61
49	As.Vet.	29.11	40.4	0.0085	19	24
50	As.Vet.	29.09	40.39	0.0537	42	69
51	Asarağaç Mah.	36.4	41.23	0.027	29	42
52	Atışalanı	28.9	41.04	0.026	28	41
53	Atlı	40.14	37.19	0.0042	17	19
54	Avdan	32.3	37.28	0.0064	18	21
55	Avdan	32.52	40.54	0.065	48	80
56	Aydınlar	31.57	41.28	0.0236	27	39
57	Aydınlı	31.7	39.06	0.0454	38	60
58	Aydınoglu	36.06	36.94	0.026	28	41
59	Aynalı	39.46	38.08	0.0357	33	51
60	Azimli	27.63	38.78	0.0318	31	47
61	B.Burnagil	34.59	39.09	0.092	61	107
62	B.Çamlıca Tep.	29.07	41.03	0.008	19	23
63	B.haşlama	33.12	37.66	0.0055	18	21
64	B.Kılıçlı	28.18	41.17	0.0426	36	58
65	B.oba	32.03	38.53	0.0084	19	23
66	B.yanık	30.44	41.09	0.028	29	43
67	Babayağmur Bel	35.48	39.36	0.018	24	33
68	Bacak	41.24	38.16	0.054	42	69
69	Bademli	28.08	38.05	0.0217	26	37
70	Bağlıca	38.74	38.39	0.0189	24	34
71	Bakırcılar	32.98	41.56	0.023	27	38
72	Balaban	38.31	38.57	0.0072	19	22
73	Balat	27.25	37.48	0.0122	21	27
74	Balcı	27.59	40.05	0.024	27	39
75	Ballı	33.72	39.92	0.069	50	84
73	Balat	27.25	37.48	0.0122	21	27
74	Balcı	27.59	40.05	0.024	27	39
75	Ballı	33.72	39.92	0.069	50	84
76	Ballıseyh	33.74	39.91	0.051	41	66
77	Bandırma	27.94	40.3	0.0255	28	41
78	Bardat	33.11	36.45	0.009	20	24

Çizelge I.1 (devam): 555 adet sığ kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
79	Başkaya	37.68	38.56	0.0053	18	20
80	Başören	31.6	41.13	0.0041	17	19
81	Başören	31.87	40.2	0.015	23	30
82	Bayır	28.02	36.68	0.0214	26	36
83	Bayramlı	39.09	37.43	0.0103	20	25
84	Belediye	37.46	36.67	0.019	25	34
85	Belenli	38.73	37.67	0.023	27	38
86	Belisırma	34.29	38.26	0.0642	47	79
87	Belli	40.82	37.91	0.0383	34	53
88	Belpınar	36.07	39.92	0.015	23	30
89	Bergama	27.21	39.09	0.0225	26	38
90	Beşiktepe	26.87	39.25	0.0417	36	57
91	Beyağaç	28.93	37.21	0.0014	16	16
92	Beyaztepe	39.35	37.3	0.0102	20	25
93	Beydili	37.67	37.51	0.023	27	38
94	Beykışla	30.84	39.43	0.0036	17	19
95	Beyler	39.56	38.95	0.008	19	23
96	Biga	27.16	40.25	0.027	29	42
97	Bingöl	40.52	38.9	0.025	28	40
98	Boğaköy	35.71	40.63	0.0095	20	25
99	Böğrek	40.19	37.36	0.0072	19	22
100	Bolalan	42.45	38.47	0.053	42	68
101	Boyacılar	30.67	40.26	0.0031	17	18
102	Boyalı	28.13	38.79	0.0393	35	54
103	Boyalı	32.28	40.17	0.085	58	100
104	Boylu	38.64	39.12	0.04	35	55
105	Bozan	31.07	39.76	0.0052	18	20
106	Bozburun	38.33	38.6	0.0037	17	19
107	Bozca	35	38.74	0.011	21	26
108	Bulutluçeşme	26.84	39.28	0.0053	18	20
109	Bulutoğlu	36.78	37.65	0.027	29	42
110	Büyükeçeli	33.55	36.17	0.0016	16	17
111	By.Bıyıklı	33.48	39.25	0.043	37	58
112	C.Pınar	29.98	38.48	0.0138	22	29
113	Çakırhöyük	36.74	37.56	0.002	16	17
114	Çalıköy	26.6	41.29	0.029	30	44
115	Çalışlar	30.04	38.81	0.0164	23	31
116	Çalkaya	33.15	41.61	0.008	19	23
117	Çaltı	32.55	37.22	0.0068	18	22
118	Çamköy	28.5	39.61	0.0118	21	27
119	Çamlıca	29.08	41.03	0.0123	21	27
120	Çanakçı	32.08	39.45	0.021	26	36
121	Çank.İl Jand.	33.6	40.62	0.014	22	29
121	Çank.İl Jand.	33.6	40.62	0.014	22	29
122	Çardaklı	33.14	40.81	0.039	35	54
123	Çarık	27.83	40.26	0.0443	37	59
124	Çat	34.61	38.66	0.017	24	32

Çizelge I.1 (devam): 555 adet sığ kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
125	Çataloluk	28.49	38.86	0.0614	46	76
126	Çatalpınar	35.58	36.83	0.0205	25	36
127	Çatalyazı	33.63	41.18	0.0036	17	19
128	Çatkuyu	30.28	38.87	0.0037	17	19
129	Çavdarlı	34.88	38.1	0.0201	25	35
130	Çavuş	31.91	37.61	0.0029	16	18
131	Çavusköy	27.24	40.24	0.0363	33	51
132	Çayırbaşı	42.62	40.87	0.041	36	56
133	Çayırhisar	27.91	39.62	0.04	35	55
134	Çaytepe	40.59	38.27	0.0277	29	43
135	Çayyüzü	28	37.85	0.1086	69	124
136	Çebekoğlu	37.95	37.39	0.0281	29	43
137	Celiloğlu	30.13	38.39	0.0149	22	30
138	Cendik	30.16	37.66	0.0186	24	34
139	Çerkes	32.89	40.8	0.0706	50	86
140	Çesni	28.48	38.33	0.129	80	144
141	Çiftlikköy	26.29	38.25	0.0636	47	79
142	Çiğiltepe	30.27	38.57	0.0349	32	50
143	Çiller	34.13	37.6	0.0222	26	37
144	Çimento Fab.	34.98	40.57	0.052	41	67
145	Çınar	38.18	37.58	0.005	18	20
146	Çobanlı	42.7	41.1	0.023	27	38
147	Çöçelli	37.12	37.28	0.003	17	18
148	Çoğullu	32.2	40.71	0.0105	20	26
149	Çolaklı	38.53	38.36	0.0189	24	34
150	Çomak	38.36	37.06	0.0355	33	51
151	Çorlu-1	27.88	41.1	0.0271	29	42
152	Çukuraluç	34.47	41.13	0.0006	15	16
153	Çukurhisar	30.3	39.82	0.0405	35	56
154	Çukurkuyu	34.14	38	0.0335	32	49
155	Cumali	29.93	40.29	0.0224	26	37
156	Dargeçit	41.73	37.54	0.0001	15	15
157	Darıca	29.87	39.64	0.05	40	65
158	Davulğa	29.89	38.59	0.0001	15	15
159	Dayılar	42.54	38.04	0.0033	17	18
160	Ddavulga	31.42	39.01	0.003	17	18
161	Dedeler	35.56	37.06	0.0175	24	33
162	Dedepınar	35.48	36.92	0.0023	16	17
163	Değirmen	39.81	37.44	0.0019	16	17
164	Demirkapı	33.46	36.91	0.0229	26	38
165	Demirli	33.97	39.32	0.032	31	47
166	Demirtaş	29.06	40.27	0.013	22	28
167	Denizköy	26.85	38.99	0.1303	80	145
168	Derbent	31	38.94	0.0249	27	40
169	Derbent	31.92	37.98	0.0178	24	33
170	Dereköy	40.66	38.76	0.015	23	30
171	Deresenek	31.16	38.56	0.0141	22	29

Çizelge I.1 (devam): 555 adet sığ kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
172	Dicle	40.1	38.34	0.0046	17	20
173	Doğanhisar	31.68	38.17	0.0146	22	30
174	Doğanlar	27.5	39.79	0.0013	16	16
174	Doğanlar	27.5	39.79	0.0013	16	16
175	Doğantepe	35.61	40.61	0.019	25	34
176	Doğruca	28.04	40.3	0.1073	69	122
177	Doğucanakçı	40.39	37.97	0.0134	22	28
178	Doğumevi	42.27	38.52	0.0512	41	66
179	Dudullu	29.22	41.04	0.02	25	35
180	Duluk	37.38	37.18	0.061	46	76
181	Durak	44.54	37.39	0.025	28	40
182	Duraklı	44.37	37.56	0.01	20	25
183	Duraklı Yay.	43.34	40.68	0.019	25	34
184	Düzce	41.31	37.18	0.0023	16	17
185	Düzenli	39.21	37.19	0.0257	28	41
186	Ekinci	38.82	37.85	0.037	34	52
187	Ekinlikada	27.49	40.55	0.0311	31	46
188	Elbaşı	35.96	38.67	0.012	21	27
189	Elciler	33.79	41.61	0.026	28	41
190	Elibüyük	38.48	40.11	0.033	32	48
191	Elmağaç	32.27	37.12	0.0238	27	39
192	Elmacık	30.09	37.47	0.019	25	34
193	Eminekin	31.12	39.34	0.0084	19	23
194	Erikli	38.01	37.28	0.0252	28	40
195	Ertuğrul	28.92	40.2	0.045	38	60
196	Es.Kılıç	42.86	41.3	0.062	46	77
197	Esatlar	29.6	39.34	0.0385	34	54
198	Esentepe	32.03	41.48	0.0238	27	39
199	Eskakören	31.32	39.16	0.0029	16	18
200	Eskiyapar	34.77	40.15	0.026	28	41
201	Eycelli	28.31	37.93	0.0294	30	44
202	Eyerce	29.82	40.33	0.0199	25	35
203	Fındıklı	30.44	40.94	0.0213	26	36
204	Fındıklı	30.43	40.94	0.016	23	31
205	Fosfat İş.	40.34	37.49	0.0135	22	29
206	Gap Id.	38.82	37.18	0.0388	34	54
207	Gaybryan	40.41	38.36	0.0069	18	22
208	Gayda	42.4	38.17	0.0178	24	33
209	Gebeler	32.51	40.63	0.0099	20	25
210	Gedik	32.45	39.39	0.013	22	28
211	Gerçe	34.79	39.11	0.069	50	84
212	Geyikli	26.2	39.81	0.054	42	69
213	Göbekli	38.54	37.14	0.0155	23	31
214	Gobu	32.29	41.52	0.0311	31	46
215	Goçerusağı	38.24	38.97	0.042	36	57
216	Gödel	33.71	41.26	0.0381	34	53
217	Gökçebağ	32.32	40.1	0.052	41	67

Çizelge I.1 (devam): 555 adet sığ kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
218	Gökçebel	35.33	40.67	0.009	20	24
219	Göktepe	40.36	37.69	0.0076	19	23
220	Göktürk	28.89	41.19	0.027	29	42
221	Gölcük	29.81	40.71	0.0152	23	30
222	Göllü	34.29	39.44	0.015	23	30
223	Göllü	34.3	39.45	0.018	24	33
224	Gölpınarı	39.46	39.68	0.0228	26	38
225	Gönen	27.66	40.18	0.065	48	80
226	Gözlühöyük	36.79	37.11	0.054	42	69
227	Güllü	38.11	37.04	0.0244	27	39
228	Gülören	39.06	36.74	0.0276	29	43
229	Gültepe	36.47	36.54	0.0004	15	15
230	Gümüşkol	29.17	38.46	0.0497	40	65
231	Gümüşkyy	29.76	39.5	0.0353	33	50
232	Gümüşlü	38.37	38.66	0.011	21	26
233	Günbaşı	32.71	40.21	0.068	49	83
234	Güneli	30.95	39.73	0.0056	18	21
235	Günören	41.55	37.32	0.0022	16	17
236	Güntaşı	39.35	38.58	0.0355	33	51
237	Gürbüzler	31.96	41.13	0.0257	28	41
238	Gürle	29.29	40.43	0.0891	60	104
239	Güzelce	28.45	41.05	0.034	32	49
240	Güzelcehisar	32.19	41.64	0.0387	34	54
241	H.m.usağı	33.93	38.72	0.0164	23	31
242	Hacıhasan	33.05	40.59	0.0212	26	36
243	Hacıhasan	32.74	39.74	0.061	46	76
244	Hacılar	35.46	38.62	0.012	21	27
245	Hacılar	38.28	37.35	0.0131	22	28
246	Hacısungur	27.05	41.04	0.048	39	63
247	Hadım	32.44	36.98	0.0123	21	27
248	Haliller	28.28	38.16	0.0468	38	62
249	Haliören	40.04	38	0.0014	16	16
250	Hallaçlı	28.11	41.33	0.028	29	43
251	Hallaçlı	33.91	40.29	0.007	19	22
252	Hamurkesen	38.85	37.36	0.0261	28	41
253	Hamurköy	30.13	38.93	0.0081	19	23
254	Hanmağra	38.9	37.58	0.0308	30	46
255	Hanpazarı	40.54	38.02	0.033	32	48
256	Hanyıkığı	33.44	37.79	0.0091	20	24
257	Hasanaslan	33.05	40.11	0.0323	31	47
258	Hasanoğlu	37.85	37.38	0.018	24	33
259	Havran	27.04	39.57	0.0037	17	19
260	Haydarkulu	38.53	38.51	0.0249	27	40
261	Haydarlı	37.52	37.6	0.007	19	22
262	Hayırbey	36.78	39.67	0.02	25	35
263	Hkhisar	31.71	39.47	0.0326	31	48
264	Hocahacıp	33.64	41.24	0.0427	36	58

Çizelge I.1 (devam): 555 adet sığ kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
265	Horozlu	30.5	40.72	0.024	27	39
266	İbrahimpasha	34.85	38.59	0.095	63	110
267	İbrahimşehir	37.63	37.07	0.052	41	67
268	İğciler	32.07	39.55	0.031	31	46
269	İğdır	29.93	37.77	0.0089	19	24
270	İkizköy	38.26	37.21	0.035	33	50
271	İlgarlı	39.01	39.71	0.0145	22	30
272	İlgaz	33.63	40.92	0.0013	16	16
273	İlica	32.23	39.31	0.023	27	38
274	İlica	41.11	39.95	0.094	62	109
275	İlica	41.11	39.95	0.051	41	66
276	İlica	33.13	41.66	0.076	53	91
277	İmişehir	30.76	39.68	0.0012	16	16
278	İncirtepe	40.5	37.71	0.0084	19	23
279	İnecik	27.21	40.96	0.051	41	66
280	İnegöl	29.44	40.2	0.0445	37	60
281	İnkaya	27.94	39.51	0.05	40	65
282	İnönü	30.14	39.82	0.0125	21	28
283	İntepe	26.34	40.02	0.0641	47	79
284	İşıklar	29.86	39.05	0.0073	19	22
285	İşıkören	30.93	39.63	0.0121	21	27
286	İski Ars.Tes.	29.3	40.83	0.027	29	42
287	İski Sos.Tes.	28.32	41.06	0.045	38	60
288	J.Bl.Kom.	41.45	40.49	0.0201	25	35
289	J.İkm.M.Kom.	29.19	40.94	0.022	26	37
290	Jandarma	33.73	39.91	0.0414	36	56
291	K.Belen	27.26	38.75	0.0705	50	86
292	K.Karıştırın	27.52	41.33	0.02	25	35
293	K.Köseler	27.97	39.67	0.032	31	47
294	K.Sanayi	43.4	39.01	0.0064	18	21
295	Kabakca	28.37	41.23	0.038	34	53
296	Kadıkoy	30.92	38.64	0.0333	32	48
297	Kale	33.41	41.15	0.0249	27	40
298	Kale	34.52	36.77	0.0045	17	20
299	Kale	33.67	40.95	0.03	30	45
300	Kalkantepe	38.95	38.69	0.0168	23	32
301	Kandamış-1	27.23	41.12	0.0142	22	29
302	Kapaklı	33.19	41.45	0.0007	15	16
303	Kapi	35.19	36.64	0.0131	22	28
304	Kapıkaya	39.23	37.9	0.0429	36	58
305	Karaağaç	32.39	37.68	0.047	39	62
306	Karaağaç	28.58	41.12	0.04	35	55
307	Karaağaç	30.73	38.89	0.0474	39	62
308	Karaarkaç	34.62	39.25	0.038	34	53
309	Karaburun	44.21	39.55	0.014	22	29
310	Karacaören	34.28	39.22	0.0385	34	54
311	Karadın	29.81	39.26	0.008	19	23

Çizelge I.1 (devam): 555 adet sığ kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
312	Karagöz	38.35	38.29	0.0019	16	17
313	Karahan	38.14	38.41	0.0224	26	37
314	Karahüyük	34.42	38.87	0.036	33	51
315	Karakol Bah.	40.07	38.05	0.0245	27	40
316	Karakurt	34.02	39.19	0.0375	34	53
317	Karakuyu	29.11	38.77	0.0926	61	108
318	Karakuyu	35.14	37.02	0.014	22	29
319	Karaman	32.62	41.83	0.0392	35	54
320	Karamürsel	34.04	40.41	0.05	40	65
321	Karapürcek-1	26.98	41.23	0.0205	25	36
322	Karavelet	41.48	39.92	0.033	32	48
323	Kargılı	28.01	37.58	0.062	46	77
324	Karlık	29.6	38.7	0.0402	35	55
325	Kars	43.11	40.61	0.017	24	32
326	Kast.Khz bl.	33.79	41.41	0.034	32	49
327	Kayabeyi	43.14	41.18	0.008	19	23
328	Kayakent	31.8	39.32	0.0139	22	29
329	Kayapa	27.44	39.49	0.03	30	45
330	Kaygisuz	40.33	38.28	0.0021	16	17
331	Kayi	30.51	37.8	0.0059	18	21
332	Kaymakamlık	38.62	37.78	0.035	33	50
333	Kaymaz	30.27	40.91	0.0177	24	33
334	Kaymaz	31.15	39.49	0.0119	21	27
335	Kazıklı	29.16	40.26	0.03	30	45
336	Kaziktepe	40.29	37.79	0.0005	15	16
337	Kc.Bıyıklı	33.45	39.29	0.033	32	48
338	Kefeli	35.13	36.79	0.0069	18	22
339	Keklik Kayası	39.44	39.78	0.008	19	23
340	Kemer	35.36	38.87	0.0004	15	15
341	Kepenekli	27.54	41.11	0.0226	26	38
342	Kerimli	36.54	37.52	0.013	22	28
343	Kesik	35.44	36.68	0.0148	22	30
344	Khasan	31.96	38.8	0.021	26	36
345	Khz Bak Evi	35.46	38.4	0.0034	17	18
346	Khz Bak Evi	34.87	39.23	0.025	28	40
347	Khz Bak. Evi	38.27	38.78	0.013	22	28
348	Khz Sos.Tes.	40.46	37.19	0.0063	18	21
349	Kiran	40.45	38.72	0.042	36	57
350	Kirazlı	41.67	40.59	0.048	39	63
351	Kırlangıç	33.78	39.88	0.0924	61	107
352	Kisirm	28.85	41.22	0.0261	28	41
353	Kite	28.87	40.2	0.026	28	41
354	Kite	28.88	40.2	0.0319	31	47
355	Kıyıcak	38.63	38.43	0.044	37	59
356	Kızılavlu	28.33	38.54	0.0435	37	59
357	Kızılay	30.33	39.61	0.2172	124	232
358	Kızılca	34.12	39.24	0.01	20	25

Çizelge I.1 (devam): 555 adet sığ kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
359	Kızılca	41.03	39.62	0.024	27	39
360	Kızılhöyük	36.76	39.16	0.007	19	22
361	Kocabahçe	43.1	40.39	0.042	36	57
362	Koldere	38.97	38.31	0.012	21	27
363	Koltaş	38.2	36.94	0.0108	20	26
364	Konaklı Belediy.	35.22	40.62	0.0024	16	17
365	Köprüçek	29.33	39.34	0.028	29	43
366	Koren	29.83	37.93	0.0257	28	41
367	Korucak	41.48	39.95	0.003	17	18
368	Koyunağılı	31.64	39.97	0.0236	27	39
369	Kozluca	30.11	37.49	0.019	25	34
370	Kucuksapcı	27.32	39.61	0.0034	17	18
371	Kurfalli	27.08	38.99	0.0259	28	41
372	Kurse	28.07	39.77	0.03	30	45
373	Kursunlu	29.11	40.4	0.0328	31	48
374	Kurtalan	41.71	37.94	0.0082	19	23
375	Kurtlugelik	33.11	41.56	0.009	20	24
376	Kurtpınar	35.93	36.92	0.0222	26	37
377	Kuruca	41.47	39.53	0.012	21	27
378	Kurucuova	38.17	37.99	0.0045	17	20
379	Kuruyaka	42.77	39.29	0.0182	24	33
380	Kuşaklı	36.67	36.27	0.0212	26	36
381	Kuşcular	32.85	40.52	0.085	58	100
382	Kuşsarayı	38.67	38.44	0.0038	17	19
383	Kuştepe	38.42	37.74	0.002	16	17
384	Kusura	30.24	38.38	0.0218	26	37
385	Kuyucak	31.116	37.93	0.0105	20	26
386	Kuyucakm	28.27	37.06	0.023	27	38
387	Kuzuören	30.91	39.18	0.0082	19	23
388	Kuzviran	30.63	39.01	0.0436	37	59
389	Leylekli	31.52	38.82	0.0064	18	21
390	Lice	40.67	38.45	0.0173	24	32
391	Linyit	28.6	40.25	0.0133	22	28
392	Linyitleri	28.96	40.25	0.0251	28	40
393	M.K.Pasa	28.47	40.05	0.032	31	47
394	Mahmatlı	32.89	39.55	0.032	31	47
395	Mahmutlu	39.99	38.86	0.0092	20	24
396	Maliköy	32.39	39.78	0.039	35	54
397	Mavikent	30.33	36.32	0.015	23	30
398	Maziköy	34.85	38.47	0.053	42	68
399	Mecidiye	29.69	40.36	0.01	20	25
400	Merkez	26.31	40.23	0.036	33	51
401	Merkez	28.85	41.03	0.041	36	56
402	Merkez	37.95	38.82	0.015	23	30
403	Merkez	34.78	38.21	0.035	33	50
404	Mesudiye	30.93	39.51	0.0173	24	32

Çizelge I.1 (devam): 555 adet sığ kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
405	Mmaltepe-1	26.71	41.02	0.0201	25	35
406	Mtayardım	32.8	39.9	0.017	24	32
407	Mudurnu	31.21	40.48	0.0359	33	51
408	Musalla	38.26	37.72	0.069	50	84
409	Musellim	27.55	41.13	0.046	38	61
410	Naneli	38.6	36.85	0.0046	17	20
411	Nitrosan	33.54	39.84	0.0332	32	48
412	O.Sanayi	34.21	39.12	0.014	22	29
413	Oduncular	42.17	38.57	0.0113	21	26
414	Okcular	29.2	39.7	0.0125	21	28
415	Oncupinar	37.13	36.67	0.042	36	57
416	Örenci	38.85	39.02	0.002	16	17
417	Orhaniye	30.89	38.49	0.0066	18	22
418	Ortakci	28.75	37.88	0.0286	29	44
419	Örtülüce	27.21	40.37	0.0273	29	42
420	Osmaniye	30.92	39.34	0.1614	96	176
421	Ovacık	26.86	38.25	0.0377	34	53
422	Ovacık	27.81	39.72	0.0541	42	69
423	Ovacık	24.42	39.21	0.0113	21	26
424	Oycalı yay.mah	33.05	41.3	0.041	36	56
425	Oymağaç	35.4	38.79	0.045	38	60
426	Oz.Harekat	41.35	40.06	0.009	20	24
427	Pamukova	30.05	40.48	0.01	20	25
428	Panlı	34.75	38.79	0.0004	15	15
429	Pasinler	41.64	39.94	0.028	29	43
430	Pazarkaya	31.63	38.54	0.0054	18	20
431	Pazarköy	27.38	39.86	0.0508	40	66
432	Pazaryolu	40.76	40.42	0.049	40	64
433	Pınarbaşı	37.66	37.51	0.027	29	42
434	Pınarbaşı	38.38	38.36	0.0094	20	24
435	Pınarbaşı	35.29	40.68	0.0003	15	15
436	Pınarlı	28.31	37.68	0.066	48	81
437	Pürsünler	28.2	39.22	0.0236	27	39
438	Sallar	32.74	40.96	0.0444	37	59
439	Salmanbeyli	35.22	36.83	0.004	17	19
440	Salmanlar	29.57	38.56	0.0375	34	53
441	Samanpazarı	30.75	40.59	0.045	38	60
442	Sapca	31.96	41.42	0.0049	17	20
443	Sapcidede	29.33	39.59	0.037	34	52
444	Saray	44.16	38.51	0.083	57	98
445	Saray	44.16	39.51	0.119	75	134
446	Saraycık	31.74	40.75	0.0805	55	96
447	Sarıcalar	27.48	39.2	0.0289	29	44
448	Sarıcalar	32.61	38.09	0.0375	34	53
449	Sarıköy	31.8	37.79	0.0281	29	43
450	Sarımsaklı T.Is.	27.17	41.41	0.017	24	32
451	Savuca	27.36	37.7	0.0629	46	78

Çizelge I.1 (devam): 555 adet sığ kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
452	Sazlıpınar	33.19	37.68	0.0041	17	19
453	Selimiye	27.9	39.47	0.0976	64	113
454	Selimiye	28.69	38.2	0.0304	30	45
455	Selman	40.17	38.2	0.0001	15	15
456	Senirkent	30.51	38.09	0.007	19	22
457	Serenli	39.76	40.02	0.006	18	21
458	Seyrek	27.01	38.55	0.0443	37	59
459	Seyyar	38.65	37.04	0.0224	26	37
460	Sivas H.alanı	36.9	39.78	0.006	18	21
461	Sivrihisar	31.45	39.44	0.0176	24	33
462	Sofular	35.02	38.68	0.013	22	28
463	Soğuksu	29.45	40.2	0.0215	26	37
464	Söğüt	37.8	38.08	0.0074	19	22
465	SSK	29	40.22	0.06	45	75
466	Subaşı	35.19	38.55	0.035	33	50
467	Sükyan	40.97	38.83	0.002	16	17
468	Sulakyurt	33.7	40.15	0.035	33	50
469	Süphan	42.89	38.81	0.0038	17	19
470	Susuz	40.93	38.17	0.0031	17	18
471	Sutaşı	36.01	36.08	0.004	17	19
472	Sütlüce	27.59	41.5	0.019	25	34
473	T.Sökmen	36.33	36.25	0.0298	30	45
474	Tanıktepe	43.92	39.56	0.038	34	53
475	Tarlacık	40.58	37.54	0.0098	20	25
476	Taşağıl	31.89	37.39	0.0058	18	21
477	Tasharman	42.35	38.7	0.065	48	80
478	Task.Jut Is.Fb.	34.2	41.5	0.032	31	47
479	Taşoluk	28.7	41.2	0.026	28	41
480	Taşoluk	28.72	41.2	0.036	33	51
481	Tayakadin	26.64	41.58	0.011	21	26
482	Tekeköy	29.67	41.06	0.015	23	30
483	Tekeler	27.78	37.52	0.031	31	46
484	Tekmen	33.05	36.1	0.0024	16	17
485	Tellioğlu	31.84	41.21	0.0613	46	76
486	Tepeköy	30.33	39.21	0.0188	24	34
487	Tepeköy	34.44	38.87	0.062	46	77
488	Tepeönü	42.83	39.34	0.069	50	84
489	Terken	35.35	40.66	0.0036	17	19
490	Terzialan	27.02	39.95	0.0405	35	56
491	Tigem	32.12	39.15	0.007	19	22
492	Topluca	32.3	41.66	0.0114	21	26
493	Topraklı	42.66	38.4	0.0193	25	34
494	Tozkoparan	39.44	38.92	0.003	17	18
495	Tozluca	39.16	37.9	0.0045	17	20
496	Tulmen	38.64	37.32	0.0214	26	36
497	Turfallar	28.3	39.48	0.044	37	59
498	Turgutlu	30.23	40.51	0.051	41	66

Çizelge I.1 (devam): 555 adet sığ kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
499	Türkmenli	27.85	41.05	0.036	33	51
500	Turkobası	28.52	41.04	0.0263	28	41
501	Turnal	32.39	40.23	0.0205	25	36
502	Tütenocak	41.72	38.15	0.0245	27	40
503	Tüylər	41.47	39.97	0.11	70	125
504	Üçdüt	35.75	37.23	0.0002	15	15
505	Üçgöl	37.69	37.25	0.03	30	45
506	Uğurlua	32.66	40.35	0.032	31	47
507	Uğurlus	30.51	37.31	0.0045	17	20
508	Ulupınar	34.15	38.85	0.012	21	27
509	Un Fab. Yanı	35.79	38.44	0.015	23	30
510	Üzgür	38.36	40.88	0.029	30	44
511	Üzümlü	39.67	39.68	0.011	21	26
512	Uzuntepe	38.5	37.59	0.025	28	40
513	Vakıflar-1	27.66	41.27	0.0246	27	40
514	Velikoy	27.94	41.26	0.0173	24	32
515	Y.Armutcuk	29.67	39.12	0.0151	23	30
516	Y.Çiftlik	44.56	39.86	0.0026	16	18
517	Y.Hacıosmanoğlu	31.92	39.09	0.0044	17	19
518	Y.Kırıklar	27.24	39.19	0.0496	40	65
519	Y.Kulecik	42.89	39.38	0.07	50	85
520	Y.Topraklı	44.43	39.9	0.0024	16	17
521	Yağmur	40.5	37.41	0.0205	25	36
522	Yahyali	35.95	39.07	0.028	29	43
523	Yakakayı	30.77	39.86	0.0052	18	20
524	Yamaç	33.75	37.9	0.0605	45	76
525	Yapıldak	26.55	40.2	0.0074	19	22
526	Yapracık	32.6	39.87	0.031	31	46
527	Yassioören	31.96	41.29	0.0074	19	22
528	Yassıpınar	36.73	39.32	0.021	26	36
529	Yavaşlı	31.89	38.75	0.0137	22	29
530	Yazıtepe	29.9	38.65	0.0196	25	35
531	Yazıtepe	29.87	38.63	0.0253	28	40
532	Yazlık	28.52	41.3	0.045	38	60
533	Yeniköy	39.79	37.89	0.0105	20	26
534	Yeni foça	30.36	39.61	0.1114	71	126
535	Yeniyurt	37.14	36.79	0.036	33	51
536	Yenmiş	27.46	38.46	0.0347	32	50
537	Yeşerti	37.84	36.85	0.024	27	39
538	Yeşerti	37.85	36.85	0.044	37	59
539	Yeşilköy	32.1	41.56	0.0255	28	41
540	Yeşilpınar	38.09	38.69	0.016	23	31
541	Yeşilyurt	28.84	40.97	0.022	26	37
542	Yeşilyurt	35.62	38.8	0.017	24	32
543	Yk.Karlı	33	41.46	0.0104	20	25
544	Yolağzı	26.34	40.32	0.0365	33	52
545	Yoldere	36.69	40.7	0.0015	16	17

Çizelge I.1 (devam): 555 adet sığ kuyulara ait boylam, enlem, gradyan ve sıcaklık (500 ve 1000 m derinlikler için) değerleri.

	Kuyu Adı	Boylam	Enlem	Gradyan, °C/m	500 m Derinlikteki Sıcaklık, °C	1000 m Derinlikteki Sıcaklık, °C
546	Yorguç	27.05	41.04	0.024	27	39
547	Yüksel	39.83	38.17	0.0262	28	41
548	Yumaklı	43.77	38.94	0.015	23	30
549	Yünlüyaylası	32.39	40.63	0.0547	42	70
550	Yurtkur	43.71	37.57	0.005	18	20
551	Yusufdere	27.88	38.18	0.0363	33	51
552	Yüzükbaşı	32.07	39.01	0.005	18	20
553	Zeyköy	31.49	39.59	0.0317	31	47
554	Zeytineli	26.53	38.19	0.0289	29	44
555	Ziraat Fak.	41.23	39.91	0.038	34	53

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: E. Didem Korkmaz Başel

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 30.09.1977

Adres: İstanbul Teknik Üniversitesi, Petrol ve Doğal Gaz
Mühendisliği Bölümü Ayazağa Kampüsü-Maslak-34469
İstanbul

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi, 2001.

Yüksek Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi, 2004.

Yayın Listesi:

- **E. Didem Korkmaz**, Egill Juliusson, Roland N. Horne, “A New Look At Well-To-Well Correlations Using Nonparametric, Nonlinear Regression”, Thirty-Sixth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford University, Stanford, California, January 31-February 2, 2011.
- **E. Didem Korkmaz**, Umrhan Serpen, Abdurrahman Satman, “Turkey Geothermal Resource Assessment”, World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia, April 25-29, 2010.
- **E. Didem Korkmaz**, Abdurrahman Satman, Umrhan Serpen, “Predicted Subsurface Temperature Distribution Maps for Turkey”, World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia, April 25-29, 2010.
- **E. Didem Korkmaz**, Umrhan Serpen, Abdurrahman Satman, “Turkey’s Geothermal Energy Potential: Updated Results”, Thirty-Fifth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford University, Stanford, California, February 1-3, 2010.
- **E. Didem Korkmaz Başel**, Abdurrahman Satman, Umrhan Serpen “Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli”, TMMOB Jeotermal Kongresi ve Sergisi 23-25 Aralık 2009-Ankara.

- **Korkmaz Başel, E.D.**, Serpen, U. ve Satman, A., (2009). Türkiye Jeotermal Kaynaklarının Değerlendirilmesi, *Türkiye 11. Enerji Kongresi*, 21-23 Ekim, İzmir.
- **Korkmaz Başel, E.D.**, Serpen, U. ve Satman, A., (2009). Türkiye'nin Güncel Jeotermal Enerji Potansiyeli, *17. Türkiye Uluslararası Petrol ve Doğal Gaz Kongre ve Sergisi-İpetgas09*, 13-15 Mayıs, Ankara.
- **Korkmaz Başel, E.D.**, Serpen, U. ve Satman, A., (2009). Türkiye Jeotermal Kaynak Potansiyeli, *9. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi-Teskon, Jeotermal Enerji Semineri*, 6-9 Mayıs, İzmir.
- **Korkmaz Başel, E.D.**, Serpen, U. ve Satman, A., (2009). Assessment of Turkey Geothermal Resources, *Proceedings*, 34rd Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 9-11 Şubat, Stanford, CA.
- Serpen, U., Aksoy, N., Öngür, T., **Korkmaz Başel E.D.**, (2009). Geothermal Energy in Turkey: 2008 Update, *Geothermics*, **38**, 227-237.
- **Korkmaz Başel, E.D.**, Serpen, U. ve Satman, A., (2008a). Geothermal Potentials of the Fields Utilized For District Heating Systems in Turkey, *Proceedings*, New Zealand Geothermal Workshop & NZGA Seminar, 11-13 Kasım, New Zealand.
- **Korkmaz Başel, E.D.**, Çakın, K. ve Satman, A., (2008b). Türkiye'nin Yer altı Sıcaklık Haritası ve Tahmini Isı İçeriği, *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, 635-643, 17-19 Aralık, İstanbul.
- Serpen, U., **Korkmaz, E. D.**, Satman, A., (2008). Power Generation Potentials of Major Geothermal Fields In Turkey, *Proceedings*, Thirty-Third Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford University, 28-30 Ocak, Stanford, CA.
- **Korkmaz Başel, E.D.**, (2007). Türkiye'nin Güncel Jeotermal Enerji Kapasitesi, *17. İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Semineri ve Sergisi Bildiriler Kitapçığı*, 7-8 Haziran, İstanbul.
- Satman, A., Serpen, U., **Korkmaz Başel, E.D.**, (2007). An Update of Geothermal Potential of Turkey, *Proceedings*, 32nd Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 22-24 Ocak, 157-165, Stanford, CA.
- Satman, A., Serpen, U., **Korkmaz Başel, E.D.**, (2007). Türkiye'nin Güncel Hidrotermal Enerji Kapasitesi, *Bildiriler Kitabı, IPETGAS07 Türkiye 16. Uluslararası Petrol ve Doğal Gaz Kongresi ve Sergisi*, 29-31 Mayıs, Ankara.

- **Korkmaz, E.D.**, Onur, M., Satman, A., (2006). Sığ ve Derin Rezervuarlardan Oluşan Düşük Sıcaklıklı Sıvının Etken Olduğu Jeotermal Sistemlerde Akifer ve Rezervuar Parametrelerinin Önemi, *VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, 25-27 Mayıs, Isparta.
- Kaya, E., **Korkmaz, E.D.**, Onur, M., Satman, A., (2006). CO₂ İçeren Jeotermal Sistemlerin Davranışı *VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, 25-27 Mayıs, Isparta.
- Satman, A., Sarak, H., Onur, M., **Korkmaz E.D.**, (2005). Modelling of Production/Reinjection Behavior of the Kızıldere Geothermal Field by a Two-Layer Geothermal Reservoir Lumped-Parameter Model, *Proceedings, World Geothermal Congress 2005*, 24-29 Nisan, Antalya.
- Sarak, H., **Korkmaz, E.D.**, Onur, M., Satman, A. (2005). Problems in the Use of Lumped-Parameter Reservoir Models for Low-Temperature Geothermal Fields *Proceedings World Geothermal Congress 2005*, 24-29 Nisan, Antalya.
- **Korkmaz, E.D.**, Sarak, H., Onur, M., Satman, A. (2005). Modelling of Low Temperature Geothermal Systems Consisting of Shallow and Deep Reservoirs, *IPETGAS*, 11-13 Mayıs, Ankara.
- **Korkmaz, E.D.**, Sarak, H., Onur, M., Satman, A. (2004). Modeling of Low Temperature Geothermal Reservoir Behaviors, *5th. National Clear Energy Symposium*, 26-28 Mayıs, İstanbul.
- **Korkmaz, E.D.**, (2004). Sığ ve Derin Rezervuarlardan Oluşan Düşük Sıcaklıklı Jeotermal Sistemlerin Modellenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümü, Şubat, İstanbul.
- **Korkmaz, E.D.**, (2001). Adana-Tarsus Civarındaki Tuz Yataklarında Doğal Gaz Depolaması, *Lisans Tezi*, İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümü, Haziran, İstanbul.

