

BATI ANADOLU'NUN OLASI JEOTERMAL POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

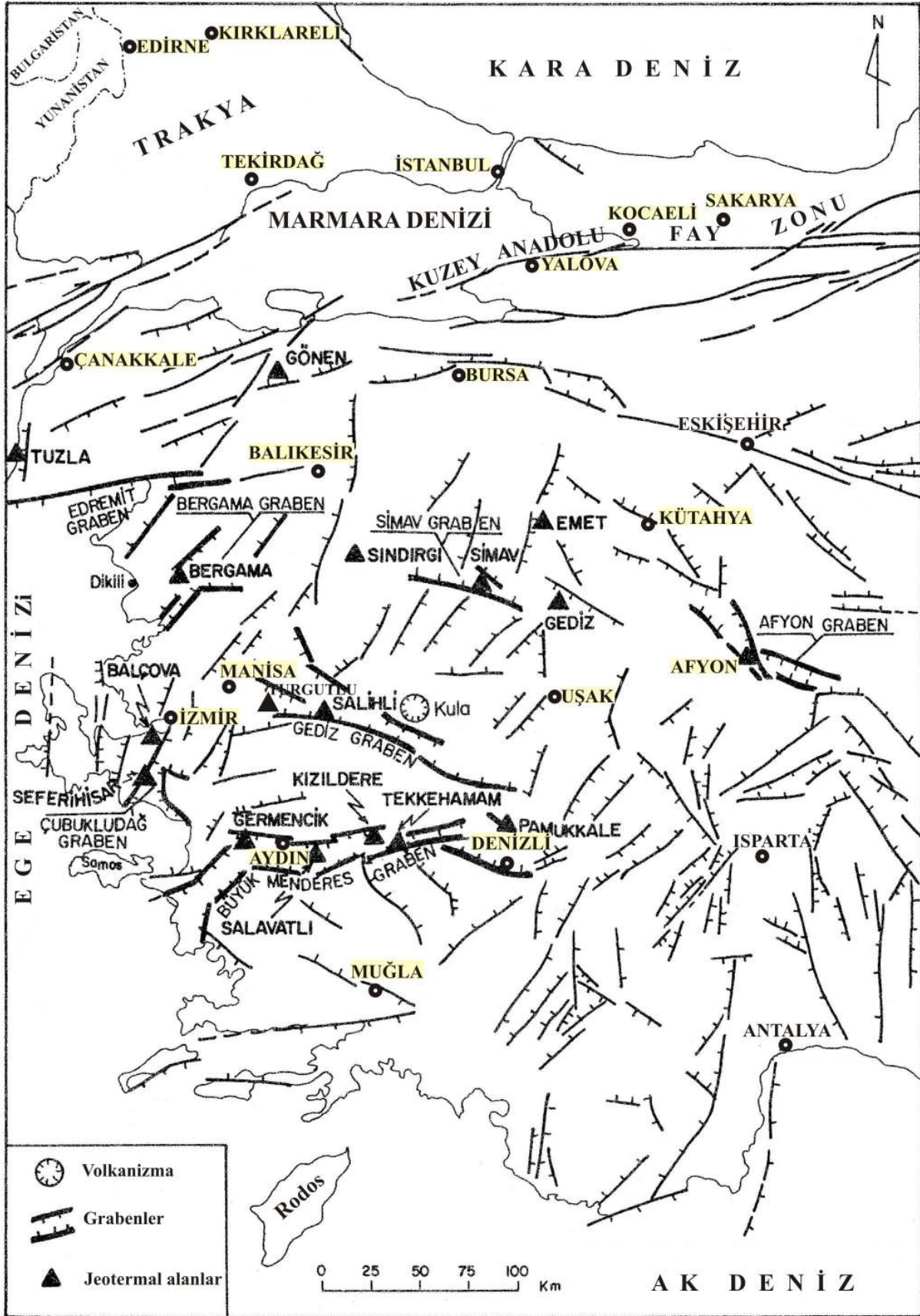
Servet YILMAZER
Gayzer Yerbilimleri Ltd. Şti.

ÖZET

Türkiye jeotermal enerji açısından önemli bir ülkedir. Mevcut potansiyelin artırılmasına yönelik araştırma çalışmaları hızlı bir şekilde devam etmektedir. Diğer taraftan konut ısıtması ve elektrik üretimine yönelik faaliyetlerde sürmektedir. Türkiye'nin muhtemel jeotermal enerji potansiyeli M.T.A tarafından 31500 MW_t olarak hesaplanmıştır. Türkiye jeotermal potansiyelinin yaklaşık %70'lik dilimi Batı Anadolu'da yer alan 11 ilde bulunmaktadır. Türkiye'de yaklaşık 40 yıl önce belirlenen muhtemel jeotermal potansiyelin jeotermal araştırmacılarca yeniden değerlendirilmesi hususunda bir fikir birliği bulunmaktadır. Bu noktadan hareketle bazı parametrelerin kabulü doğrultusunda ve güncel veriler ışığında Batı Anadolu için yeniden olası bir jeotermal potansiyel hesaplaması yapılmıştır. Elde edilen yeni sonuç ülkemiz için de oldukça umut verici görülmektedir.

1. GİRİŞ

Batı Anadolu, Türkiye'nin batısını oluşturan coğrafi bir bölgedir. Bu bölge aynı zamanda jeotermal kaynakların yoğunlaştığı bir kısımdır. Türkiye'nin olası jeotermal enerji potansiyeli bundan 40 yıl önce 31500 MW_t olarak hesaplanmıştır. Geçen zaman içerisinde ülkemizde pek çok araştırma ve sondaj çalışmaları yapılmıştır. Yapılan yeni çalışmalar ışığında görünür jeotermal potansiyelde artışlar gözlenirken, olası jeotermal potansiyel için yeni bir sonuç getirilmemiştir. Bu noktadan hareketle Batı Anadolu'da bulunan 18 il için olası jeotermal potansiyel hesaplamaları yapılmıştır (Şekil 1). Bu illerden özellikle 5 tanesinde ölçülen sıcaklık değerleri 35°C'den düşük olduğu için hiç değerlendirmeye alınmamıştır.



Şekil 1: İnceleme alanı yer buldurur haritası [3]

Batı Anadolu'nun olası jeotermal potansiyelinin hesaplanmasında kullanılan parametreler (alan, ölçülen sıcaklık, kullanılan sıcaklık, rezervuar kalınlığı) her saha için ayrı ayrı titiz bir şekilde belirlenmiştir. Değişkenlerden hiç birisi abartılmadan, çoğu kez gerçek değerinin altında seçilmiştir. Böylece hesaplanan olası potansiyel değerleri ile olabilecek en gerçekçi minimum sonuç vermeye çalışılmıştır.

2. OLASI POTANSİYEL HESAPLAMA YÖNTEMİ

Batı Anadolu'nun olası jeotermal potansiyelinin hesaplanmasında, WEST JEC (West Japan Engineering Consultants, INC) şirketinin Türkiye'de yaptığı (The Feazibility Study on Geothermal and Fresh Water Reseource Survey for İzmir District Heating System and on (Manisa, Salihli, Turgutlu, Balıkesir, Susurluk, Bigadiç) District Heating Systems For Surrounding Municipalities in Turkey, Japon Externol Trade Organization (JETRO) March of international Trade and Industry, WESTJEC (West Japon Engineering İng Consultants, İNC), çalışmalarından yararlanılmıştır (Şekil 2).

A:Area	km ²
TH:Thickness	km
Tr:Reservoir Temperature	°C
Tf:Final Temperature	35 °C
Φ:Porosity	0.1
ρw:Density of geothermal water	900 kg/m ³
ρr:Density of Rock	2600 kg/m ³
Cpw:Specific Heat of geothermal water	4.2 kJ/kg°C
Cpr:Specific Heat of Rock	0.8 kJ/kg°C
RF:Recovery Factor	0.3
CE:Conversion Efficiency	0.95
DP:Development Period	25 years
	0.000.E+00 kJ
STORED HEAT	0.000E+00 kJ
THE CAPACITY OF THE RESERVOIR	0.0 MWth

Şekil 2: WEST JEC tarafından hazırlanan rezervuar kapasite programı [1]

Bu çalışmada, muhtemel potansiyelin (Rezervuar Kapasitesi) hesaplanmasında Şekil-2'de verilen parametreler kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalarda rezervuar kayanın ısı kapasitesi bulunmaktadır. Bu sonuç görünür potansiyele daha yakın bir değer ifade etmekle birlikte muhtemel potansiyel olarak kabul edilmiştir.

Bu araştırmada hesaplama yapılan alanın seçiminde jeoloji, tektonik, hidrotermal alterasyon, jeofizik sonuçlar ve sondajlardan yararlanılmıştır [2]. Bu nedenle hesaplama için seçilen alanlar oldukça gerçekçi olmuştur. Hesaplamalarda gerçek rezervuar sıcaklığı yerine, rezervuar sıcaklığından %20 kadar az olan üretim sıcaklık değerleri alınmıştır. Sıcak suyun son kullanım sıcaklığı ise 35°C olarak seçilmiştir. Rezervuar kalınlığı için akışkanın sondajlarla ekonomik olarak alınabileceği kalınlık değerleri alınmıştır. Rezervuarın porozitesi formülden verildiği şekilde 0.1 olarak alınmıştır (şekil 2). Bu 0.1 olarak alınan porozite değerinden daha küçük kabullerle hesaplamalar tekrarlanmış ancak sonuç çok değişmemiştir.

3. İLLERİN OLASI JEOTERMAL POTANSİYELLERİ

Batı Anadolu'nun olası jeotermal potansiyelinin hesaplanmasında, Türkiye'nin batısında bulunan 18 il seçilmiştir. Bu iller Afyon, Aydın, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Denizli, Edirne, İstanbul, İzmir, Kırklareli, Kütahya, Manisa, Muğla, Sakarya, Tekirdağ, Uşak ve Yalova'dır. Burada işaret edilen illerden 5 tanesinde (Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Tekirdağ) bulunan jeotermal kaynakların sıcaklıkları 35°C'nin altında olduğundan değerlendirmeye alınmamıştır [2]. Bunun dışında kalan 13 ile ait (şekil 3,4) olası jeotermal potansiyel hesaplamaları aşağıda verilmiştir (Tablo 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13) [1,2].

Tablo 1: Afyon ili jeotermal kaynakların olası jeotermal potansiyelleri

İl	Jeotermal Alanın adı	Yüzey Alanı (km ²)	Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Rezervuar Kalınlığı (km)	Olası Potansiyel (MW _t)
AFYON	Ömer Gecek Kızık	4	98	90	0.3	54
	Gazlığöl	2	74	60	0.3	12
	Heybeli-ay	4	56	52	0.3	16
	Sandıklı	10	76	70	0.2	57
1	TOPLAM POTANSİYEL					139

Tablo 2: Aydın ili jeotermal kaynakların olası jeotermal potansiyelleri

ii	Jeotermal Alanın adı	Yüzeý Alanı (km ²)	Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Rezervuar Kalınlığı (km)	Olası Potansiyel (MW _t)
AYDIN	Ortakçı-Horsunlu	50	>100	100	0.5	1320
	Pamukören-Kuyucak	50	188	120	0.5	1730
	Nazilli	60	170	100	0.5	1587
	Atça-İsabeyli	40	127	100	0.5	1058
	Sultanhisar	50	145	120	0.5	1730
	Salavatlı	50	170	140	0.5	2135
	Umurlu	100	155	100	0.5	2645
	Aydın-Çiftlik	50	60	60	0.5	508
	Ömerbeyli	40	230	150	0.5	1870
	Çamur-Bozköy Hıdırbeyli	60	145	110	0.5	1830
	Ortaklar-Gümüş	50	130	60	0.5	508
	Davutlar-Kuşadası	10	45	45	0.5	80
	Söke-Bağarası	50	60	50	0.5	300
	Üzümlü-Turanlı	100	>100	80	0.5	1830
Ortakçı-Aydın arası Bloke Alan	280	>100	80	0.5	5120	
2	TOPLAM POTANSİYEL					24251

Tablo 3: Balıkesir ili jeotermal kaynakların olası jeotermal potansiyelleri

ii	Jeotermal Alanın adı	Yüzeý Alanı (km ²)	Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Rezervuar Kalınlığı (km)	Olası Potansiyel (MW _t)
BALIKESİR	Edremit-Güre	3	58	50	0.2	7
	Havran-Devran	4	65	55	0.2	13
	Gönen	10	84	70	0.3	85
	Kepekler	3	64	58	0.2	11
	Kızık	1	49	48	0.2	2
	Balya	2	60	55	0.3	10
	Pamuk	3	58	55	0.3	14
	Hisaralan	3	103	85	0.2	24
	Bigadiç-Hisarköy	2	98	80	0.2	15
	Susurluk	2	75	60	0.2	8
Pelitköy-Uyuz-Ayvalık-İvrindi-Kepsut-Susurluk-Gökçeler-Ömerköy-Emendere	-	<35	Değerlendirmeye alınmadı			
3	TOPLAM POTANSİYEL					189

Tablo 4: Bursa ili jeotermal kaynakların olası jeotermal potansiyelleri

ii	Jeotermal Alanın adı	Yüzeý Alanı (km ²)	Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Rezervuar Kalınlığı (km)	Olası Potansiyel (MW _t)
BURSA	Kaynarca	3	88	45	0.3	7
	Dümbüldek	3	51	45	0.2	5
	Osmangazi-İnegöl-Gemlik-Orhaneli	-	<35	Değerlendirmeye alınmadı.		
4	TOPLAM POTANSİYEL					12

Tablo 5: Çanakkale ili jeotermal kaynakların olası jeotermal potansiyelleri

ii	Jeotermal Alanın adı	Yüzeý Alanı (km ²)	Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Rezervuar Kalınlığı (km)	Olası Potansiyel (MW _t)
ÇANAKKALE	Hıdırlar-Uyuz	3	84	55	0.3	14
	Tuzla	6	174	120	0.5	207
	Kestenbol	2	75	60	0.2	8
	Çan	2	49	45	0.2	3
	Biga-Kırgeçit	2	58	50	0.2	5
	Çan-Etili-Tepeköy-Bardakçılar	3	59	50	0.2	7
	Küçük Çefni-Lapseki-Bayramiç	-	<35	Değerlendirmeye alınmadı		
5	TOPLAM POTANSİYEL					244

Tablo 6: Denizli ili jeotermal kaynakların olası jeotermal potansiyelleri

ii	Jeotermal Alanın adı	Yüzeý Alanı (km ²)	Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Rezervuar Kalınlığı (km)	Olası Potansiyel (MW _t)
DENİZLİ	Kızıldere	20	240	160	1	2035
	Tekkehamam-Sarayköy	15	168	120	1	1037
	Bölmekaya	10	85	70	0.5	140
	Yenice-Kamara	3	67	55	0.5	25
	Gölemezli	3	88	65	0.8	58
	Karahayıt-Pamukkale	10	51	45	0.2	16
6	TOPLAM POTANSİYEL					3311

Tablo 7: İzmir ili jeotermal kaynakların olası jeotermal potansiyelleri

ii	Jeotermal Alanın adı	Yüzeý Alanı (km ²)	Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Rezervuar Kalınlığı (km)	Olası Potansiyel (MW _t)
İZMİR	Bayındır-Torbalı-Kemalpaşa	12	61	50	0.3	44
	Menderes	30	-	40	0.3	36
	Seferihisar	14	153	120	0.6	580
	Çeşme-Şifne-Ildır	20	60	53	0.3	88
	Balçova-Narlıdere	10	140	125	0.8	580
	Dikili ve çevresi Nebiler-Bademli	20	130	85	0.6	488
	Karşıyaka-Ulukent		56			87
	Aliağa	10	96	90	0.5	315
	Menemen	10	56	50	0.4	
Bergama çevresi	10	65	60	0.5	120	
7	TOPLAM POTANSİYEL					2338

Tablo 8: Kütahya ili jeotermal kaynakların olası jeotermal potansiyelleri

il	Jeotermal Alanın adı	Yüzeý Alanı (km ²)	Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Rezervuar Kalınlığı (km)	Olası Potansiyel (MW _t)
KÜTAHYA	Simav-Eynal-Naşa-Çitgöl	10	162	100	0.5	264
	Gediz-Abide-Şaphane	5	110	80	0.4	73
	Yoncalı-Geven	3	55	43	0.3	6
	Emet	3	49	45	0.3	7
	Hisarcık	2	51	45	0.3	5
	Muratdağ-Yeniceköy-Dereli-Göbel-Harlek	-	<35	Değerlendirmeye alınmadı		
8	TOPLAM POTANSİYEL					355

Tablo 9: Manisa ili jeotermal kaynakların olası jeotermal potansiyelleri

il	Jeotermal Alanın adı	Yüzeý Alanı (km ²)	Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Rezervuar Kalınlığı (km)	Olası Potansiyel (MW _t)
MANISA	Sarıgöl-Alaşehir arası	150	60	50	0.5	915
	Alaşehir-Kavaklıdere arası	90	213	100	0.5	2380
	Kavaklıdere-Salihli arası	120	182	90	0.5	2685
	Salihli-Ahmetli arası	160	155	90	0.5	3580
	Ahmetli-Urganlı	50	85	70	0.5	712
	Kula çevresi	6	65	60	0.5	60
	Borlu-Saraycık	6	74	50	0.5	35
	Menteşe	2	57	50	0.5	12
9	TOPLAM POTANSİYEL					9667

Tablo 10: Muğla ili jeotermal kaynakların olası jeotermal potansiyelleri

il	Jeotermal Alanın adı	Yüzeý Alanı (km ²)	Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Rezervuar Kalınlığı (km)	Olası Potansiyel (MW _t)
MUĞLA	Köyceğiz-Sultaniye	6	41	40	0.2	5
	Yatağan-Bodrum Karada-Fethiye Gebeler-Ortaca-Dutçu		<35	Değerlendirmeye alınmadı		
10	TOPLAM POTANSİYEL					5

Tablo 11: Sakarya ili jeotermal kaynakların olası jeotermal potansiyelleri

il	Jeotermal Alanın adı	Yüzeý Alanı (km ²)	Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Rezervuar Kalınlığı (km)	Olası Potansiyel (MW _t)
Sakarya	Kuzuluk	2	84	75	0.2	13
	Taraklı	2	41	40	0.2	1.5
	Geve		<35	Değerlendirmeye alınmadı		
11	TOPLAM POTANSİYEL					14.5

Tablo 12: Uşak ili jeotermal kaynakların olası jeotermal potansiyelleri

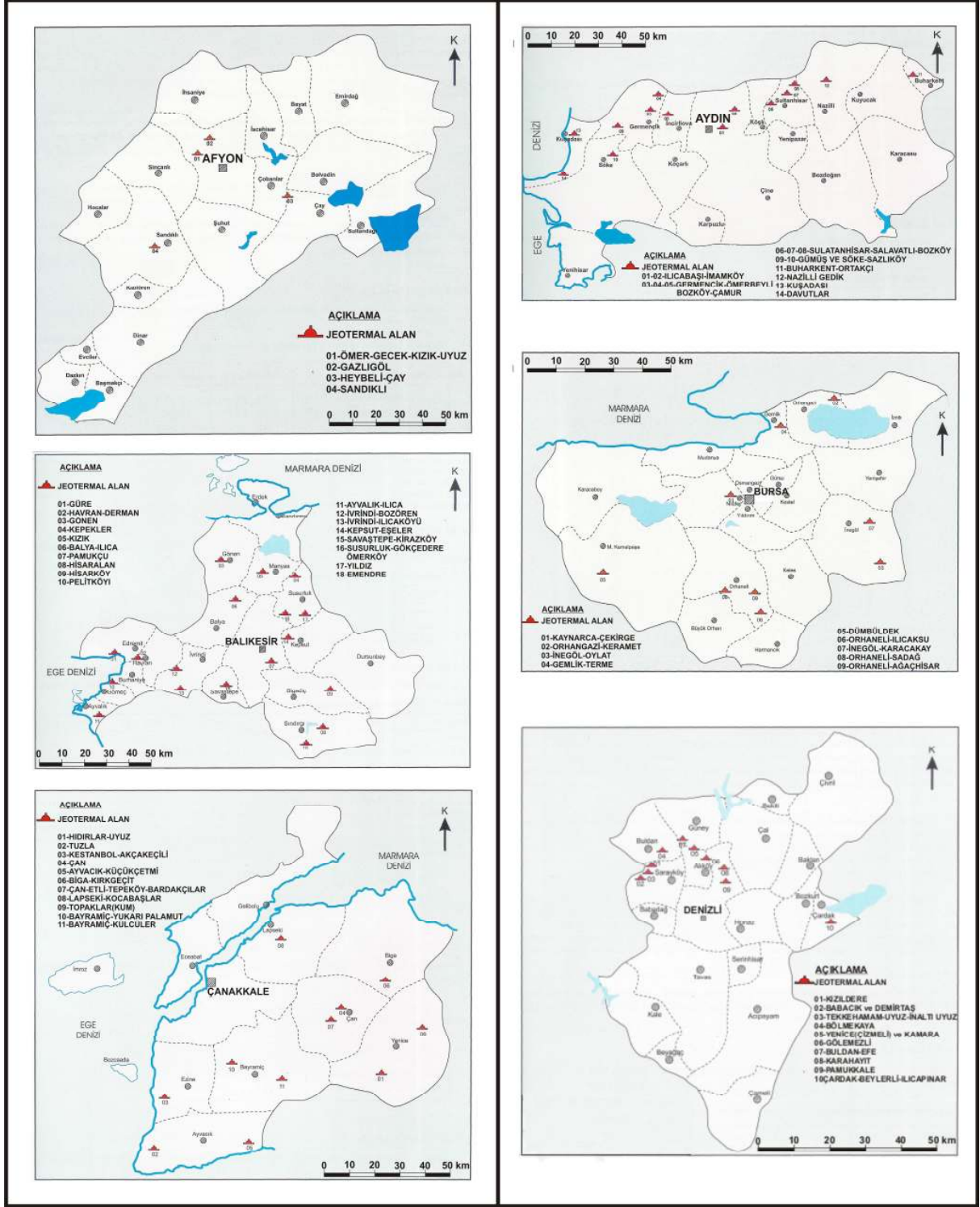
ii	Jeotermal Alanın adı	Yüzeý Alanı (km ²)	Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Rezervuar Kalınlığı (km)	Olası Potansiyel (MW _t)
Uşak	Banaz	1.5	71	60	0.3	9
	Emirfakı-Ulubey		<35	Değerlendirmeye alınmadı		
12	TOPLAM POTANSİYEL					9

Tablo 13: Yalova ili jeotermal kaynakların olası jeotermal potansiyelleri

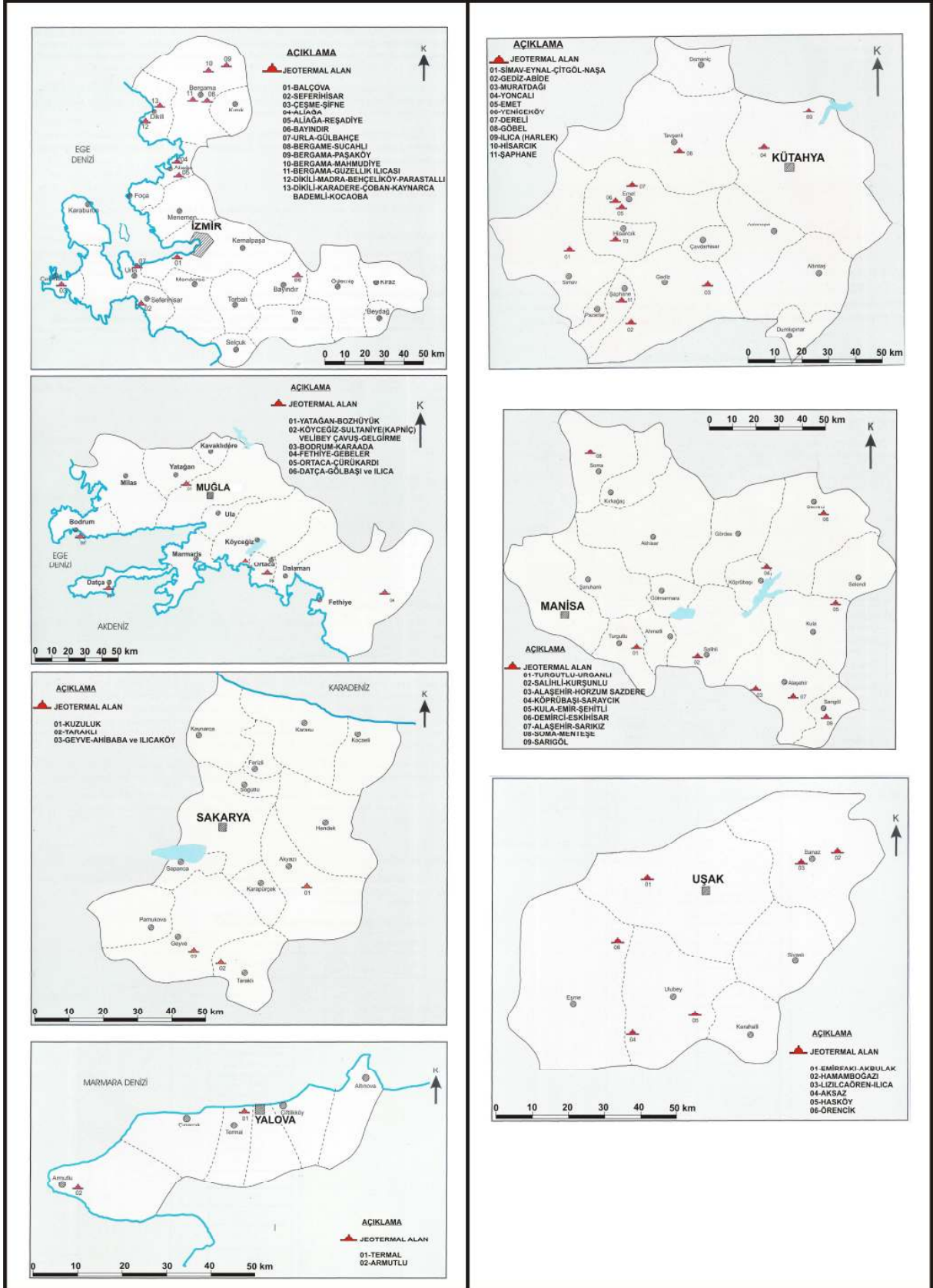
ii	Jeotermal Alanın adı	Yüzeý Alanı (km ²)	Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Rezervuar Kalınlığı (km)	Olası Potansiyel (MW _t)
Yalova	Termal	4	66	50	0.2	10
	Armutlu	3	77	65	0.3	22
13	TOPLAM POTANSİYEL					32

Tablo 14: 13 ile ait toplam muhtemel potansiyeller

İLLER	HESAPLANAN TOPLAM MUHTEMEL POTANSİYEL
AFYON	139 MW _t
AYDIN	24251 MW _t
BALIKESİR	189 MW _t
BURSA	12 MW _t
ÇANAKKALE	244 MW _t
DENİZLİ	3311 MW _t
İZMİR	2338 MW _t
KÜTAHYA	355 MW _t
MANİSA	9667 MW _t
MUĞLA	5 MW _t
SAKARYA	14.5 MW _t
UŞAK	9 MW _t
YALOVA	32 MW _t
13 İl Toplamı	40550 MW_t



Şekil 3: Afyon, Aydın, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Denizli illerine ait jeotermal alanlar [2]



Şekil 4: İzmir, Kocaeli, Muğla, Manisa, Sakarya, Uşak, Yalova illerine ait jeotermal alanlar [2]

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu araştırma Türkiye'nin batısında bulunan 18 ili kapsamaktadır. Batı Anadolu'nun olası jeotermal potansiyeli hesaplanırken, alt kullanım sıcaklık değeri 35°C olarak alınmıştır. Bu nedenle, Batı Anadolu'da bulunan Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli ve Tekirdağ illeri değerlendirme dışı bırakılmıştır. En düşük alt kullanım sıcaklığı 35°C'nin üzerinde bulunan Afyon, Aydın, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla, Sakarya, Uşak, Yalova olmak üzere toplam 13 il için olası jeotermal potansiyel hesaplanmıştır. Batı Anadolu'nun jeotermal potansiyelinin hesaplanmasında her jeotermal saha için kaynak ve/veya rezervuar sıcaklıkları alınmış ve her saha için akışkan kullanım sıcaklıkları kabul edilmiştir. Ayrıca her jeotermal alan için alanın yüzeysel dağılımı ve rezervuar kalınlıkları belirlenmiştir. Burada işaret edilen yüzeysel alan, rezervuar kalınlığı, kullanılan akışkanın sıcaklığı ve rezervuar sıcaklığı gibi parametrelerin kabulünde olabildiğince alt limitler alınmıştır. Olası jeotermal potansiyelin hesaplanmasında Japon WEST JEC (West Japan Engineering Consultans, İNC.) şirketinin Türkiye'de Batı Anadolu'da bulunan Manisa ve Balıkesir'in bazı jeotermal sahalarında yaptığı rezervuar kapasitesi (olası potansiyel) hesaplama yönteminden yararlanılmıştır. Türkiye'nin 40 yıldan bu yana olası jeotermal potansiyeli 31500 MW_t olarak konuşulmuştur.

Yapılan yeni değerlendirme ve hesaplamalardan sonra Batı Anadolu'nun olası jeotermal potansiyeli minimum 40550 MW_t olarak bulunmuştur. Diğer taraftan Türkiye olası jeotermal potansiyelinin %70'i Batı Anadolu'da bulunduğu göz önüne alınırsa, Türkiye'nin olası jeotermal potansiyelinin en az 55000-60000 MW_t arası bir düzeyde olması beklenebilir.

5. KAYNAKLAR

[1] The Feasibility Study on Geothermal and Fresh Water Resource Survey for İzmir District Heating System and on (Manisa, Salihli, Turgutlu, Balıkesir, Susurluk, Bigadiç) District Heating Systems for Surrounding Municipalities in Turkey, Japan External Trade Organization (JETRO), March 2000, Commissioned by the Ministry of International Trade and Industry, WEST JEC (West Japan Engineering Consultants, INC.).

[2] Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, "Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri", M.T.A, Envanter Serisi-201, Ankara, (2005).

[3] Şimşek Ş., Güleç, N., "Geothermal Fields of Western Anatolia", International Volcanological Congress, Excursion Guide, IAVCEI, Ankara, s.7, 17-22 Eylül (1994).

[4] Yılmazer, S., "Batı Anadolu'nun Görünür Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Değerlendirilmesi", Türkiye 7. Enerji Kongresi, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, O.D.T.Ü. Kültür ve Kongre Merkezi, Cilt: 3, Ankara, s.219-231, 3-8 Kasım (1997).

[5] Yılmazer, S., "İzmir İlinin Jeotermal Potansiyel Değerlendirilmesi", Yerel Gündem 21, İzmir, 17 Eylül (2008).

[6] Yılmazer, S., "Kentimizde Jeotermal Enerjinin Anlamı ve Değerlendirilmesi", İzmir Kent Sempozyumu, TMMOB Tepekule Kongre ve Sergi Merkezi, İzmir, s.155-161, 8-10 Ocak (2009).