

**T.C.**  
**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇANAKKALE İLİ KESTANBOL-TUZLA**  
**JEOTERMAL ALAN MEVKİİNİN FLORASI VE**  
**BU BÖLGEDEKİ TOPRAK VE YERALTI**  
**SULARININ MİNERAL İÇERİĞİNİN FLORA**  
**ÜZERİNE ETKİSİ**

**Adı SOYADI**

**Berrak Damla YAĞAN**

**Danışman:**

**Prof. Dr. Ahmet GÖNÜZ**

**Haziran, 2008**

**ÇANAKKALE**

**ÇANAKKALE İLİ KESTANBOL-TUZLA  
JEOTERMAL ALAN MEVKİİNİN FLORASI VE  
BU BÖLGEDEKİ TOPRAK VE YERALTI  
SULARININ MİNERAL İÇERİĞİNİN FLORA  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Biyoloji Anabilim Dalı**

---

**Adı SOYADI**

**Berrak Damla YAĞAN**

**Danışman:**

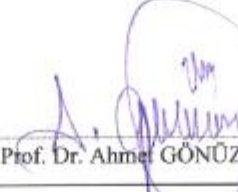
**Prof. Dr. Ahmet GÖNÜZ**

**HAZİRAN 2008**

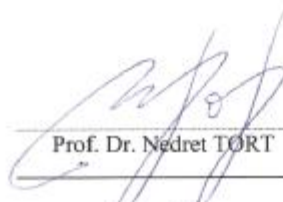
**ÇANAKKALE**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Berrak Damla YAĞAN, tarafından Prof. Dr. Ahmet GÖNÜZ yönetiminde hazırlanan "Çanakkale ili Kestanbol-Tuzla jeotermal alan mevkiinin florası ve bu bölgedeki toprak ve yeraltı sularının mineral içeriğinin flora üzerine etkisi" başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

  
Prof. Dr. Ahmet GÖNÜZ

Yönetici

  
Prof. Dr. Nedret TÖRT  
Jüri Üyesi

  
Prof. Dr. Mücella MÜFTÜOĞLU  
Jüri Üyesi

Sıra No: 334

Tez Savunma Tarihi: 23/07/2008

Prof Dr. Mehmet Emin ÖZEL  
Müdür  
Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Yardımlarıyla bana sonsuz destek veren Danışman Hocam Prof. Dr. Ahmet GÖNÜZ'e, bu çalışmayı hazırlamakta bize ilham veren değerli Hocam Doç. Dr. Alper BABA'ya, arazi çalışmalarında ve fotoğraf çekimlerinde yardımcı olan İnanç SEVİM'e, bitki teşhislerinde bana katkıda bulunan Ege Üniversitesi Herbariyumu yetkililerine, benden manevi desteklerini esirgemeyen aileme *Teşekkürlerimi* sunmayı borç bilirim.

Berrak Damla YAĞAN

**Simgeler ve kısaltmalar:**

Al: Alüminyum

B: Bor

Ba: Baryum

Hg: Civa

Bi: Bizmut

Ca: Kalsiyum

Cd: Kadmiyum

Co: Kobalt

Cr: Krom

Cu: Bakır

Fe: Demir

K: Potasyum

Li: Lityum

Mg: Magnezyum

Mn: Mangan

Na: Sodyum

Ni: Nikel

Pb: Kurşun

Se: Selenyum

Sr: Stronsiyum

Zn: Çinko

As: Arsenik

°C: Santigrat derece

CO<sub>2</sub>: Karbondioksit

H<sub>2</sub>S: Hidrojen sülfür

NH<sub>3</sub>: Amonyak

CH<sub>4</sub>: Metan

MV: Megavolt

MW: Megawatt

MWt: Megawatt cinsinden elektiriksel ıkış

MWe: Megawatt cinsinden termal ıkış

N.A: lm averajının altında

**ÇANAKKALE İLİ KESTANBOL-TUZLA JEOTERMAL ALAN MEVKİİNİN  
FLORASI VE BU BÖLGEDEKİ TOPRAK VE YERALTI SULARININ  
MİNERAL İÇERİĞİNİN FLORA ÜZERİNE ETKİSİ**

**ÖZET**

Bu çalışmada, Çanakkale ili Kestanbol-Tuzla mevkiinde bulunan jeotermal alanın, yeraltı suyunun mineral içeriği ile toprak yapısının farklı bitki türlerinin yayılışını, etkileme sebepleri araştırılmıştır. Bölgede yayılış gösteren bitkilerin kimyasal ve fizyolojik yapılarında oluşan değişiklikler saptanmış. Bu değişikliklerin olumlu olup olmadığı ve bitkilerin mineral içeriğini pozitif yönde etkileyip etkilemediği, ayrıca bu suların kullanım olanakları ve bölgenin ekonomiye kazandırılması ile ilgili konular üzerinde araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma iki kısımdan oluşmuştur. Öncelikle bölgenin florası incelenmiş ve yöreye özgü türler tespit edilmiştir. Daha sonra yaygın türler içerisinde tipik örnekler seçilerek farklı ortamlardaki içerikleri ile bölgedeki içerikleri arasında karşılaştırma yapılmıştır.

**Anahtar sözcükler: Jeotermal, flora, mineral**

Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi BAP tarafından 2007/59 no'lu projeden desteklenmiştir

## **FLORA OF AREA KESTANBOL-TUZLA IN CITY OF ÇANAKKALE AND EFFECT OF WATER AND SOIL MINERAL CONTENTS ON THE PLANT**

### **ABSTRACT**

In this study, it was searched mineral contents of ground water and spreading of different plant species on the soil formation and effective reasons of jeothermal area which is located on Tuzla-Kestanbol territory of Çanakkale province. It was determined the changes in which occurred on chemical and physiological structures of the plants. It was also searched about the subjects concerned with these changes whether they are positive or not if they effect mineral contents of the plants on the way of positive or not, and if ground water is possible to be used for irrigation or not and to be gained the territory to the economy. this subject is suggested forming in two parts. First of all, it should be investigated the flora of the environment and it should be deliberated plant species grown especially on this area. Later , it is though to be made a comparison with the contents in different in this environment by the selecting samples among wide species moreover. It is thought to be made a comparison with crops grown in this agricultural environment and grown in other environments with regard to the mineral contents.

**Keywords: Geothermal, flora, mineral**

The present M.Sc. thesis was supported by the scientific Research Commission (BAP) of Çanakkale Onsekiz Mart University under the project no of 2007/59.



## İÇERİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	iv
ÖZET .....	vi
ABSTRACT .....	vii
<b>BÖLÜM 1- GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Türkiye’de ve dünyada jeotermal alanlara genel bakış.....	1
1.2 Jeotermal ve Çevre.....	7
1.3 Jeotermal Gelişimin Yüzeyde Oluşturduğu Tahribat .....	9
1.4 Jeotermal Enerji Kullanımının Çevreye Fiziksel Etkileri .....	9
1.4.1 Gürültü .....	10
1.4.2 Sıcaklık Etkisi .....	10
1.5 Tuzla jeotermal alanının genel özellikleri .....	12
1.6 Ağır Metal Stresi .....	18
<b>BÖLÜM 2- ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>23</b>
<b>BÖLÜM 3- MATERYAL-METOT .....</b>	<b>28</b>
3.1 MATERYAL .....	28
3.1.1 Asphodeolus aestivus Brot. (Çiriş otu) türünün genel özellikleri ....	28
3.1.2 Sarcopoterium spinosum L. (Abdestbozan) türünün genel özellikleri .....	30
3.2 METOT .....	33
3.2.1 Bölgede yapılan arazi çalışmaları .....	33
3.2.2 Pilot türlerin ve alınan toprak örneklerinin analiz edilmesi.....	34
<b>BÖLÜM 4- BULGULAR.....</b>	<b>35</b>

<b>4.1 Analiz sonuçları.....</b>	<b>35</b>
<b>4.2 Tuzla Florasındaki bitki çeşitliliğine örnekler .....</b>	<b>42</b>
<b>BÖLÜM 5- TARTIŞMA SONUÇ .....</b>	<b>60</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>74</b>
<b>Tablolar.....</b>	<b>II</b>
<b>Şekiller .....</b>	<b>II</b>
<b>Yaşam Öyküsü.....</b>	<b>II</b>

# BÖLÜM 1

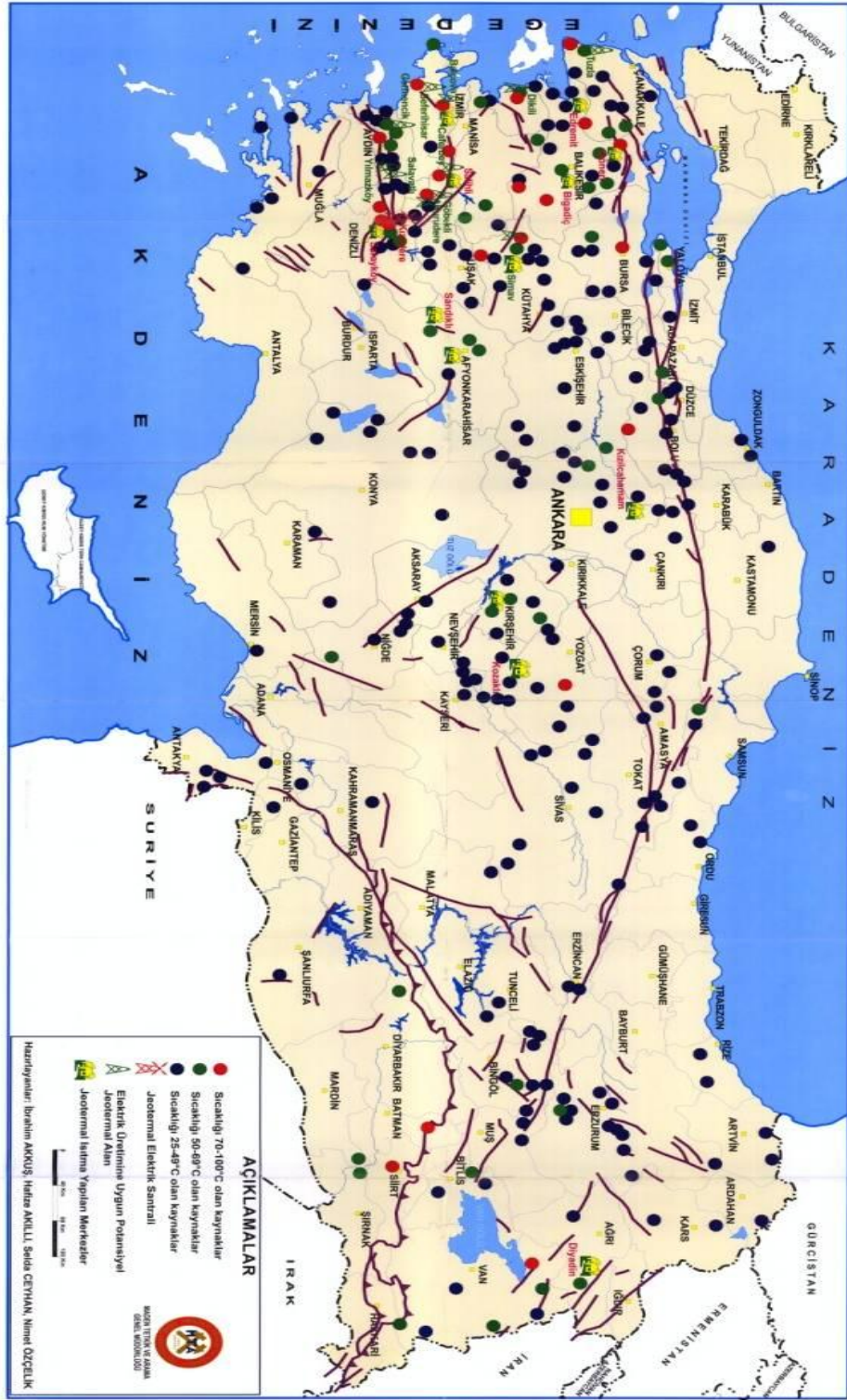
## GİRİŞ

### 1.1 Türkiye’de ve dünyada jeotermal alanlara genel bakış

Jeotermal alanlar ve bu bölgelerden sağlanan enerji doğal ve yalın haliyle Dünya’da ve Türkiye’de eski çağlardan beri bilinmekte ve kullanılmaktadır. Ülkemiz, genç tektonik hareketlerin etkisi ile fayların, volkanik alanların, aktif deprem kuşaklarının bulunduğu bir hat üzerindedir. Bu nedenlere bağlı olarak doğal sıcak su kaynakları bakımından oldukça zengindir. Sıcak su kaynaklarının sayısı 1500’ün üzerindedir. Bu zenginlik, ilk çağlardan beri Anadolu’da yaşayan kültürlerin dikkatini çekmiş ve hemen her dönem, sıcak su kaynaklarından faydalanılmıştır. Antik dönemlerde yaygın olan kaplıcalara ait komplekslerin kalıntıları günümüze kadar ulaşmıştır. Hatta 2000 yıl önce kullanılan sıcak su kaynakları, günümüzde bile hala kullanılmaya devam edilmektedir.

Günümüzde ise Türkiye, dünyada en hızlı büyüyen güç pazarlarından biridir ve bu güç şimdiye kadar artan bir talebi karşılamaktadır. Jeotermal enerji, önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir; Türkiye, jeotermal potansiyeli bakımından dünyada 7. sırada yer almaktadır. Ülkemizin yerleşik kapasitesi, direkt kullanım için 992 MWt ve güç üretimi için 20,4 MWe'dir. Bunların, gelecek on yılda neredeyse üç ve sonraki yirmi yılda dört kattan daha çok artması beklenmektedir (Baba ve Armannsson, 2006).

Fosil yakıtlardan kaynaklanan çevresel kaygıların yanında; Jeotermal kaynakların ülkemizin büyük bir bölümünde yaygın biçimde bulunması, kaynakların sıcaklık farklılıklarından yararlanılarak çok değişik kullanım çeşitliliğini elde etme olanağı, ekonomik oluşu, var olan üretim ve kullanım teknolojisi, uygun koşullarda kullanımı halinde yenilenebilir oluşu gibi nedenlerden ve bunların yanında gerekli olan yasal alt yapının da tamamlanma sürecine girme beklentisi, Jeotermal enerji kullanımına yönelik yatırım girişimlerinin önemli bir ivme kazanmasına neden olmuştur (Arslan, 2006).



Şekil 1. Türkiye Jeotermal Kaynaklar Haritası  
[http://www.mta.gov.tr/v1.0/images/daire\\_baskanliklari/enerji/siteharitalar/1.jpg](http://www.mta.gov.tr/v1.0/images/daire_baskanliklari/enerji/siteharitalar/1.jpg),  
 13.07.2008)

Jeotermal enerjinin kullanım alanları Tablo 1 de belirtilmiştir.

Tablo 1. Jeotermal akışkanlarının sıcaklıklarına göre değerlendirilmesi (Lindal diagramı)( Şimşek ve diğ., 2001)

<b>SICAKLIK (°C)</b>	<b>KULLANIM ALANLARI</b>
180	Yüksek konsantrasyonlu solüsyonların buharlaştırılması, elektrik üretimi, amonyum absorpsiyonu ile soğutma
170	Diatomitlerin kurutulması, ağır su ve hidrojen sülfid eldesi
160	Kereste kurutmacılığı, balık kurutmacılığı
150	Bayer's metodu ile alüminyum eldesi
140	Konservecilik, çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması
130	Şeker endüstrisi, tuz endüstrisi
120	Distilasyonla temiz su elde edilmesi
110	Çimento kurutmacılığı
100	Organik maddeleri kurutma (Deniz yosunu, çimen, sebze) yün yıkama ve kurutma
90	Balık kurutma (Stok balık)
80	Yer ve sera ısıtmacılığı
70	Soğutma (Alt sıcaklık limiti)
60	Sera, ahır ve kümes ısıtmacılığı
50	Mantar yetiştirme, balneolojik hamamlar
40	Toprak ısıtma
30	Yüzme havuzları, fermantasyonlar, damıtma
20	Balık çiftlikleri

Jeotermal enerjiyi kullanma gerekliliğinin nedenlerini sıralarsak;

-Yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmeyen enerji

-Özvarlığımız, doğal kaynak

-Temiz, çevre dostu (yanma teknolojisi kullanılmadığı için ve sifıra yakın emisyon)

-Çok amaçlı ısıtma uygulamaları için ideal (konutta, tarımda, endüstride, sera ısıtmasında vb.)

-Meteorolojik koşullardan bağımsız (rüzgar, yağmur, güneş v.b.'den bağımsız)

-Hazır enerji

- Fosil ve diğer alternatif enerji kaynaklarına göre çok daha ucuz

-Arama kuyuları üretim ve bazen reenjeksiyon kuyularına dönüştürülebilir

-Güvenilir (yangın, patlama, zehirlenme riski yok)

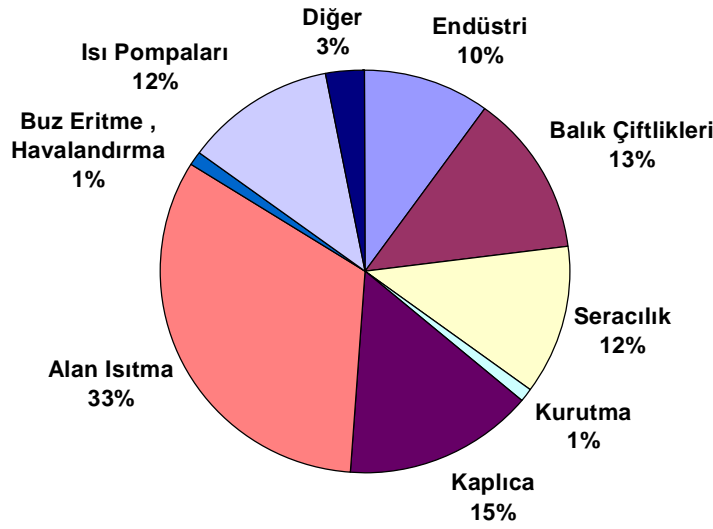
-Verimlilik %95'in üzerinde

-Minimum alan ihtiyacı (hidro, güneş vb'nin tersine)

-Kolay ve hızlı devreye alma, işletme ve bakım (6 ay – 1 yıl), uzun tesisat ömrü

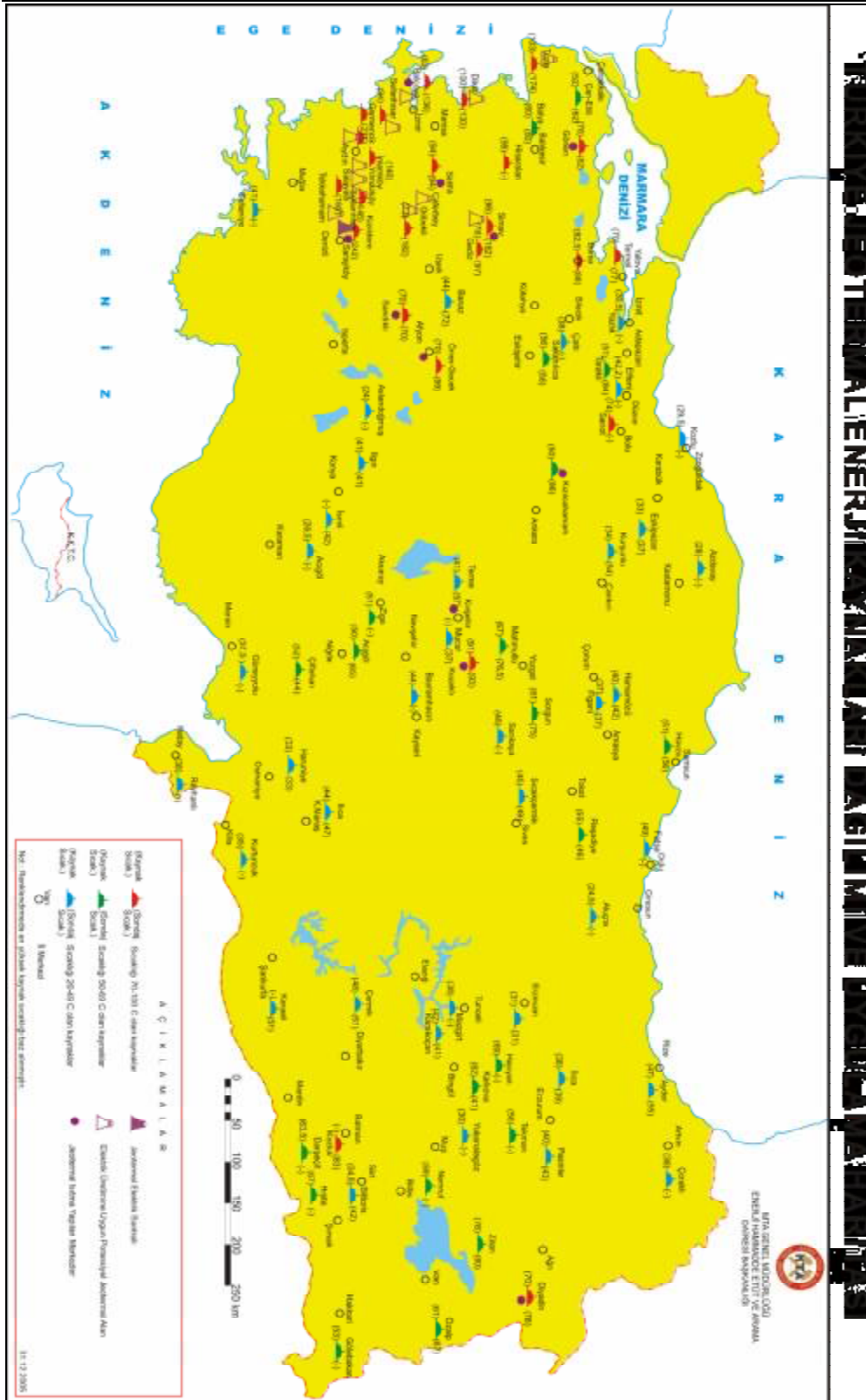
-Jeotermal lokal bir enerji olduğu, ithali ve ihracı ve uluslararası bir fiyatı olmadığı için savaflara ve uluslararası problemlere neden olmaz.

-Jeotermal ısıtma evlere fuel-oil, mazot, kömür, odun atıklarının taşınmasını ortadan kaldıracığı için şehir içerisindeki trafiğin yükünü azaltır (Çalışkan, 2006).



Şekil 2. Jeotermal enerjinin elektrik hariç kullanım alanlarının dağılım yüzdesi (Dağıstan, 2006)

Dünyada jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarında Çin, Japonya, ABD, İzlanda ve Türkiye başta gelmektedir. Jeotermal ısı zenginliğiyle üst sıralarda yer alan Türkiye, jeotermal potansiyeli ile toplam elektrik enerjisi ihtiyacının %5'ini, ısıtmada ısı enerjisi ihtiyacının yüzde 30'unu karşılayabilecek potansiyele sahiptir. Devlet Planlama Teşkilatının sekizinci beş yıllık kalkınma planı jeotermal raporunda; Türkiye'nin toplam jeotermal ısı potansiyeli 31 bin 500 megawatt olarak belirtilmektedir. Türkiye jeotermal derneğinin hesaplamalarına göre bu potansiyelle 5 milyon konut veya 150 bin dönüm sera ısıtılabilir. Aynı enerjiden 1 milyonun üzerinde kaplıca yatak kapasitesi sunulabilir (Çalışkan, 2006). Günümüzde ise jeotermal enerjinin kullanım alanlarının dağılımında Şekil 2'de görüldüğü gibi alan ısıtma, kaplıca turizmi ve seracılık önemli yer teşkil etmektedir.



Şekil 3. Türkiye Enerji kaynakları Dağılımı ve uygulama haritası  
[http://www.mta.gov.tr/v1.0/images/daire\\_baskanliklari/enerji/siteharitalar/7big.jpg](http://www.mta.gov.tr/v1.0/images/daire_baskanliklari/enerji/siteharitalar/7big.jpg),  
 13.07.2008)



## 1.2 Jeotermal ve Çevre

Bugün jeotermal enerji kullanımı sonucunda, dünyada fosil yakıtlarının tüketimi ve bunların kullanımından doğan sera etkisi ve de asit yağmuru gazlarının atmosfere atımından dolayı meydana gelen zararlı etkiler azaltılmıştır. Jeotermal enerjiye dayalı modern jeotermal elektrik santrallerinde CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> atımı çok daha düşük olup, özellikle merkezi ısıtma sistemlerinde sıfırdır (Dağıstan, 2006).

Jeotermal enerji düşük karbondioksit emisyon oranı ile hava kirliliği yaratmaması ve yenilenebilir olması nedeniyle önemli bir alternatif enerji kaynağıdır. Jeotermal akışkanı oluşturan sular genelde meteorik kökenli olduğu için atmosferik koşullar devam ettiği ve reenjeksiyon yapıldığı sürece jeotermal kaynaklar yenilenmektedir (Karahan, 2006).

Jeotermal akışkanın içerdiği yüksek orandaki mineral ve tuzlar toprağa ve yer altı sularına karıştığı takdirde, çevreye zarar verebilir. Jeotermal akışkanın çevreye verdiği zarardan kurtulmak için, enerjisi alındıktan sonra üretildiği zona geri basılması gerekir. Reenjeksiyon sondajları vasıtasıyla yapılan geri basımın amacı hem çevreye zarar vermemek hem de rezervuarı besleyerek üretimin devamlılığını sağlamaktır (Karahan, 2006).

Modern jeotermal elektrik santralleri (Binary Cycle Sistem) ile jeotermal ısıtma sistemlerinde jeotermal akışkan, bünyesindeki yoğunlaşmayan gazlar ile birlikte rezervuara geri basılır, böylece dışarı hiç bir şey atılmadığından çevreye olumsuz etkisi söz konusu değildir. Yine jeotermal santrallerde teknolojik gelişmeye paralel olarak;

- Yakıt yakılmadığından, azot emisyonu oluşmamaktadır, sülfür dioksit emisyonu ise çok düşüktür;
- Binary jeotermal santraller sayesinde gaz emisyonu hiç bulunmamaktadır;

- Binary jeotermal santraller ile yüzeye akışkan atılmamaktadır;
- Santraller az alan kaplamakta ve görüntüyü bozmamaktadır ( Dağıstan, 2006).

Ancak jeotermal alanların olumsuz etkileri de mevcuttur. Jeotermal enerji, genellikle, çevresel yönden iyi huylu bir enerji kaynağı olarak kabul edilir. Türkiye'de son kırk yılda Jeotermal enerji kullanımının artması, jeotermal enerji ile çevre etkileşiminin tamamen zararsız olmadığını göstermiştir. Türkiye'nin Jeotermal suları, yüksek ölçüde arseniğin yükselmiş düzeyleriyle mineralizedir. İçerisindeki (B) bor, (Cd) kadmiyum ve (Pb) kurşun korozyona sebebiyet verir. Jeotermal boşaltmaları, toprak ve suyuollarının kirlenmesiyle sonuçlanır. Bunun sebebi, tekrar reenjeksiyona uğramamalarıdır (Baba ve Armannsson, 2006). Şekil 4'e bakıldığında kontrolsüzce yapılan bir sondajın çevreye olan olumsuz etkisi daha iyi gözlemlenebilmektedir.



Şekil 4. Dikili-Kaynarca Sahasında Kontrolsüz Açılan Sondaj (Karahana, 2006)

Uluslararası Enerji Ajansının Jeotermal Uygulama Anlaşması ile jeotermal enerjinin kullanımını arttırmak, çevreye olacak etkilerini araştırmak, değerlendirmek ve bu etkileri en aza indirmek için gerekli metotları tespit etmek amaçlanmıştır. Bunun için ana aktiviteler üç grupta ele alınmıştır: jeotermal gelişimin yüzeydeki

doğal kaynaklara etkisini araştırmak, jeotermal sıvının üretimi ve reenjeksiyonuna bağlantılı problemleri belirlemek ve çevresel etkileri en aza indirmek için gerekli metotları geliştirmek gerekmektedir (Karahana, 2006).

### **1.3 Jeotermal Gelişimin Yüzeyde Oluşturduğu Tahribat**

Yüzeyde en çok tahribat sondaj aktiviteleri sırasında oluşmaktadır. Sondaj alanı için gerekli alan 200–2500 m<sup>2</sup> arasında değişmektedir. Fakat sondaj işleminden sonra sahanın düzenlenmesi ve açılan çamur havuzlarının kapatılması bu tahribatı azaltacaktır. Ayrıca yönlü sondajlar ve tek bir kuyudan yapılan çoklu sondajlar bu olumsuz etkiyi daha da azaltmaktadır. Sondaj çalışması için gerekli yolların yapılması tahribata neden olabilmektedir. Sondaj çalışmaları sırasında kullanılan kimyasallar (bentonit, çimento vb) ve yakıtlarda çevresel kirlenmeye neden olmaktadır (Toka ve Arı, 2006) .

Jeotermal alanların altere olmuş (değişikliğe uğramış) volkanik kayalardan oluşması nedeniyle yapılan çalışmalar toprak kaymalarına neden olabilmektedir. Bu nedenle çalışmalara başlamadan önce toprak kayması olabilecek alanlar önceden tespit edilmelidir. Enerji üretimi için gerekli olan santral ve akışkanı taşıyan borular, sondaj ve yollar için arazi gereklidir (Toka ve Arı, 2006).

### **1.4 Jeotermal Enerji Kullanımının Çevreye Fiziksel Etkileri**

Jeotermal akışkanın yüzeyde oluşturduğu doğal güzellikler ve tarihi yerlerin korunması jeotermal gelişim için büyük önem taşımaktadır. Bu yerler bölge halkı için ekonomik bir değer taşıdığı gibi kutsal yerlerde olabilmektedir. Jeotermal akışkan üretimi bu yerlerde değişimlere neden olmakta ve yüzeydeki travertenlerin, gayzerlerin, çamur havuzları ve su kaynaklarının kaybolmasına neden olabilmektedir. Bu yerlerin mutlak suretle koruma altına alınması gereklidir (şimşek ve diğ., 2000).

Fazla miktarda akışkan üretimini yer altı su seviyesinin düşmesine sebep olmakta ve dolayısıyla jeotermal akışkan ile tatlı yer altı suyu birbirine karışmaktadır. Yeraltı su seviyesinin düşmesi aynı zamanda doğal çıkış yapan su ve buhar kaynaklarının yok olmasına neden olmaktadır. Küçük ölçeekte yer

sarsıntılarının oluşması akışkanın üretiminden dolayı oluşmaktadır. Reenjeksiyon da yer sarsıntılarına neden olabilmektedir (Toka ve Arı, 2006).

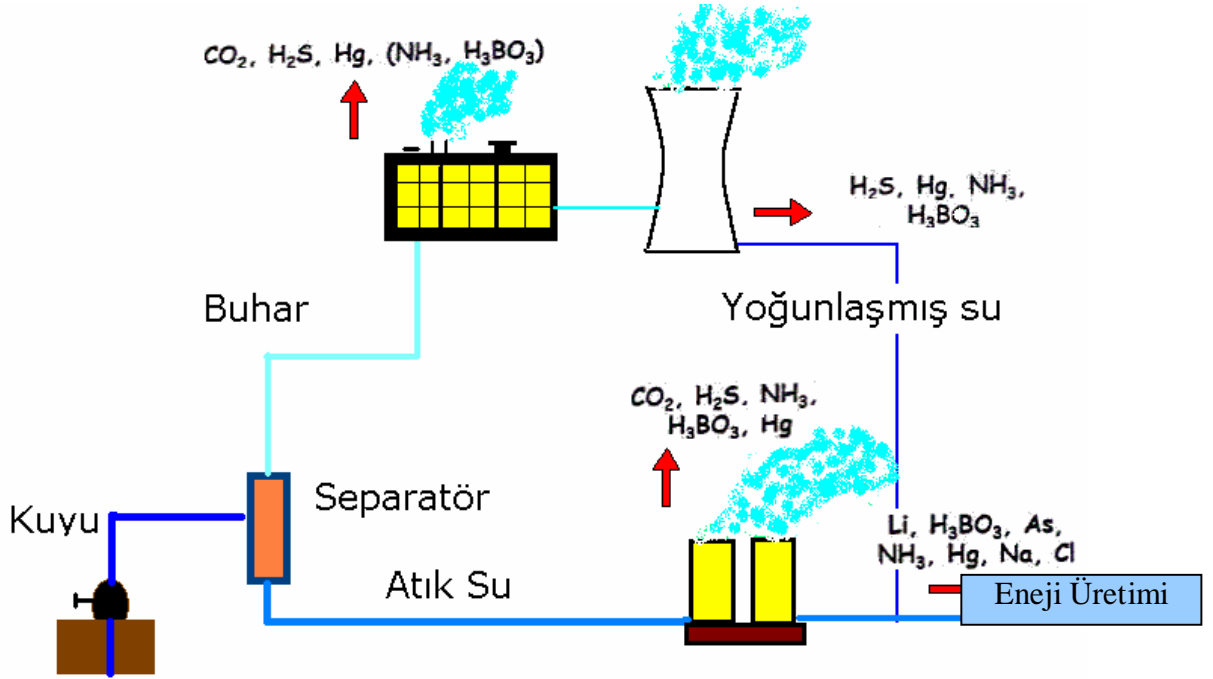
#### **1.4.1 Gürültü**

Jeotermal araştırmalar sırasında yapılan sondaj çalışmaları ile gürültü 90 dBA'yi aşmaktadır ve kuyu üretime açıldığında oluşan gürültü ise 120 dBA üzerine çıkmaktadır. Bu çalışmalarda kullanılan kulak tıkaçları gürültüyü 65 dBA altına düşürmektedir. Gürültü kontrol yönetmeliğine göre gürültüye duyarlı alanlar ve gelecekte yapılacak planlamalar için temel kriter 35 dBA alınır (Toka ve Arı, 2006).

#### **1.4.2 Sıcaklık Etkisi**

Elektrik üretimi sonrası açığa çıkan atık akışkan sıcaklığı çevre için problemdir. Fazla miktarda buharın atmosfere salınması bulut oluşumuna neden olmakta ve yerel olarak iklimi etkilemektedir. Atık suyun sıcak olarak nehir, göl ve yer altı suyuna enjekte edilmesi biyolojik ve ekolojik sistemi de etkilemektedir. Isı etkisini azaltmak için akışkanın bir havuzda soğutulması etkili olsa da içerdiği kimyasalların çevreyi kirletmesi kaçınılmazdır. Akışkanın reenjekte edilmesi ve çok amaçlı kullanımı ısı etkisini azaltmaktadır (Armannsson ve Kristmannsdottir, 1992).

Jeotermal akışkanın üretimi sırasında atmosfere salınan buhar ve separatör atığı akışkan bor (B), cıva (Hg), arsenik (As), kurşun (Pb), amonyak (NH<sub>3</sub>), lityum (Li), karbondioksit (CO<sub>2</sub>), hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S) ve tuz gibi içerdiği kimyasallar çevreyi olumsuz şekilde kirletmektedir. Şekil 5'de bir elektrik üretimi yapılan bir jeotermal sahada çevreye salınabilecek kimyasallar gösterilmektedir (Baba ve diğ., 2006).



Şekil 5. Jeotermal akışkan içerisindeki kirleticiler ( Toka ve Arı, 2006)

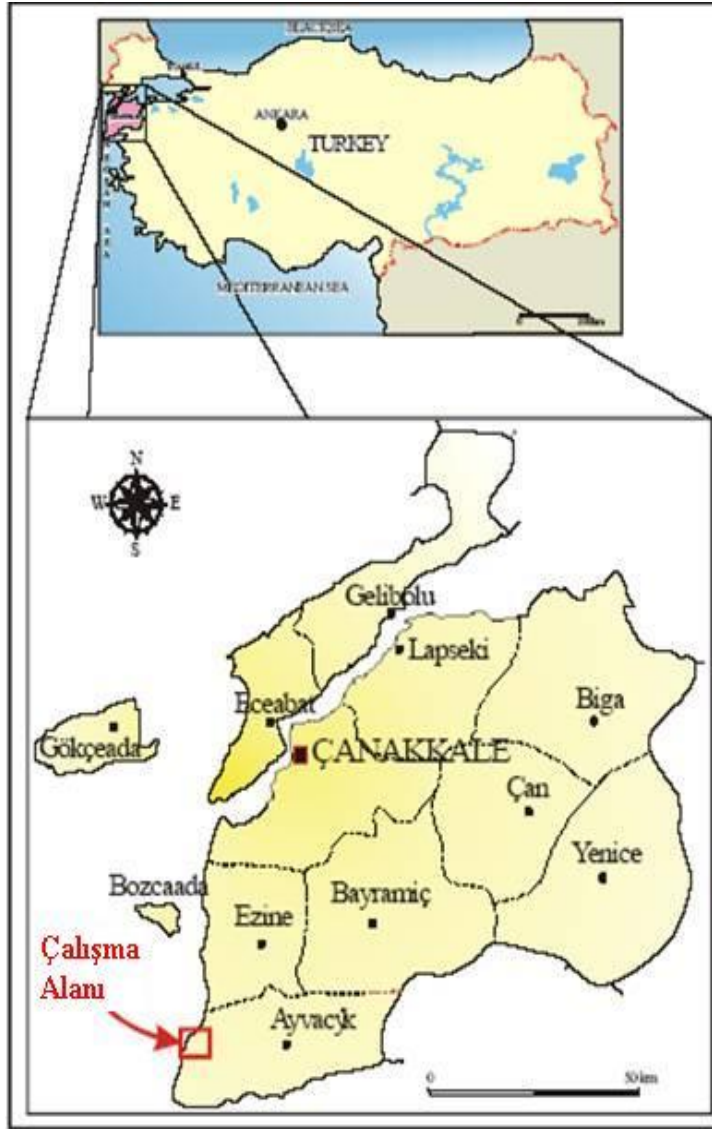
Sıvı atık içerisinde bulunan kimyasallardan özellikle As ve Hg'nin toprakta ve organizmalarda birikmesi canlı sağlığı için önem taşımaktadır. Ayrıca yüksek bor konsantrasyonu bitkiler için önem taşımaktadır. Kızıldere jeotermal sahasındaki akışkanın ortalama 25 ppm bor içermesi ve 1000 ton/saat civarında akışkanın Büyük Menderes Nehrine boşaltılması çevre için önem taşımaktadır (Şimşek, 2005). Çevreye zararlı minerallerin kazanımı için yapılan çalışmalar akışkan içerisindeki çevreye zararlı kimyasalların ayrıştırılmasını sağladığı gibi ekonomik değer de taşıyabilmektedir. (Toka ve Arı, 2006)

Buhar içerisinde bulunan gazların karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ) hidrojen sülfür ( $\text{H}_2\text{S}$ ), bor (B), cıva (Hg), amonyak ( $\text{NH}_3$ ) atmosfere salınması çevresel problemlere neden olmaktadır. Karbondioksit sera gazı olarak global ölçekte ekosistemi etkilemektedir. Hidrojen sülfürün yüksek konsantrasyonları canlı yaşamını etkilemekte ve atmosferde oksitlenmesi sonucu asit yağmurlarına neden olmaktadır. Hem karbondioksit hem de hidrojen sülfür gazı ağır gazlar olduğundan çukur yerlerde toplanacağı için bu gazların toplanabileceği alanlara gaz ölçüm aletleri yerleştirilmektedir. Bu gazlar ekonomik olarak da kazanılmaktadır.

Örneğin Kızılderede elektrik santralının atık buharından karbondioksit gazının, kuru buz olarak üretimi (120.000 ton/yıl) ekonomik değer taşımaktadır (Mertoglu ve diğ., 2003).

### 1.5 Tuzla jeotermal alanının genel özellikleri

Tuzla jeotermal alanı lokalite olarak kuzeybatı Anadolu'da Çanakkale'nin 80 km güneyinde Ege Denizine 5 km uzaklıkta bulunmaktadır (şekil 6). Bölgede derinliği 50-100 m arasında değişen yaklaşık 10 adet kuyu vardır. Sıcaklık bakımında Türkiye'nin en önemli 3. Sahası olan bölgedeki termal suyun sıcaklığı 173 °C yi bulmaktadır.



Şekil 6. Tuzla Jeotermal alanı ( Baba ve diğ.,2005)



Şekil 7 .Tuzla genel görünümü (Özgün)

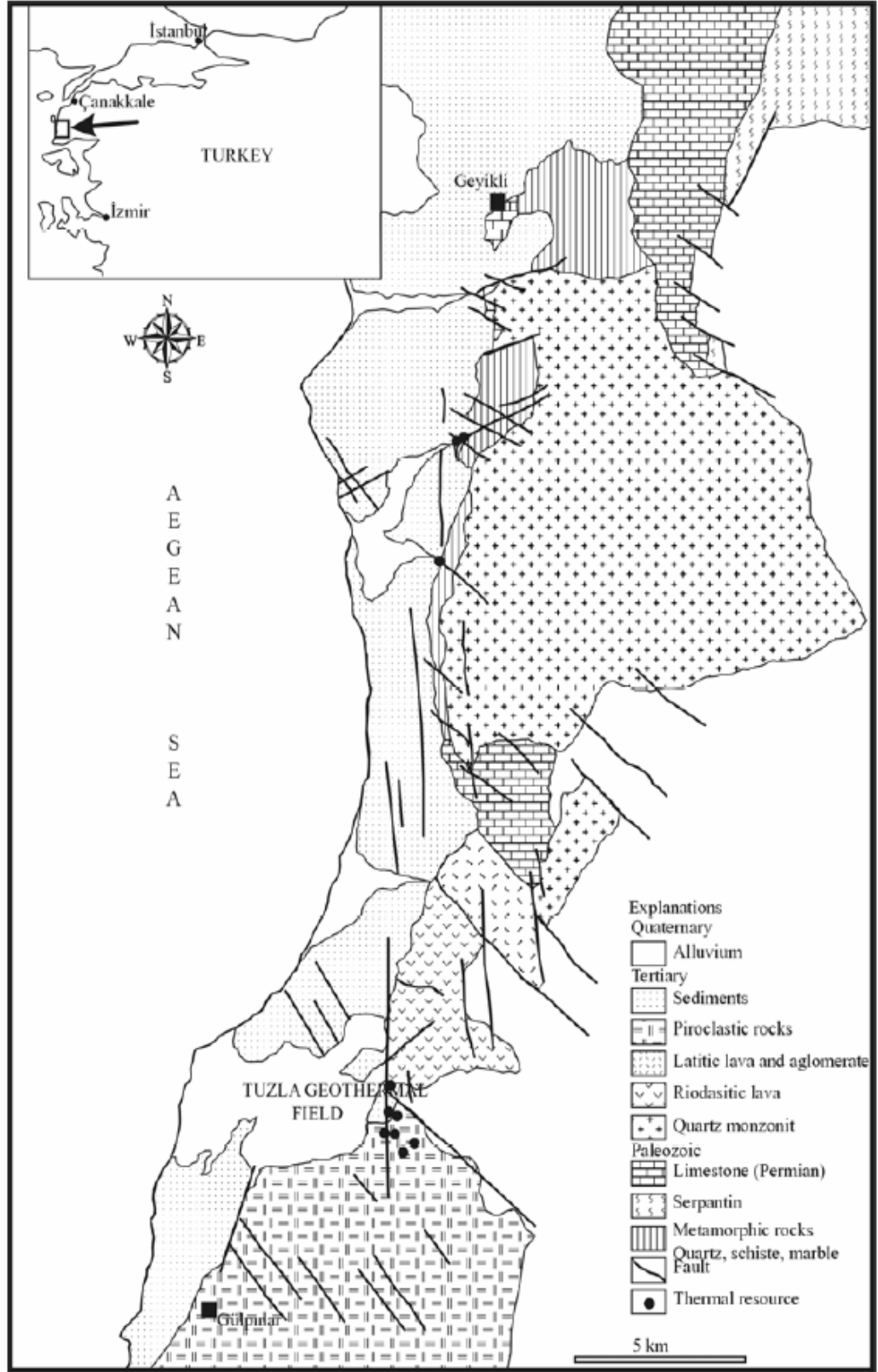
Jeolojik açıdan bakacak olursak inceleme alanında temeli, metamorfik kayalar oluşturmaktadır. Altta biyotitli gnays, kalkşist ve kuvarşistler yer alır. Bunların üzerinde uyumsuz olarak mermer, dolomitik ve kristalize kireçtaşları gözlenirler. Tüm bu metamorfik birimler olası Paleozoyik yaşlı olup, düzgün şistoziteye sahiptirler. Daha sonra bu birimleri kesen granodiyoritik bir pluton yer alır. Araştırmacılar tarafından «Kestanbol (Tuzla) plutonu» olarak adlandırılan (Gözler ve diğerleri, 1983; Ercan ve Türkecan, 1984) bu plutonun çevresinde yer yer de milonitleşmiş siyenit daykları gözlenir. Kestanbol plutonu, arazi verilerine göre, olası Oligosen-Alt Miyosen yaşlıdır. Plutonda K/Ar yöntemi ile radyometrik yaş belirlemesi yapan Fytikas ve diğerleri (1976), tüm kayaç yaşı olarak  $28 \pm 0.88$  milyon yıllık (Üst Oligosen) bir değer elde etmişlerdir. Ancak bazı araştırmacılar plutonun daha yaşlı olduğunu kabul etmektedir. Örneğin, Şâmilgil (1966 ve 1983) plutonun

Permiyen yaşılabileceğini belirtir. Gözler ve diğerleri (1983) ise plutonun Üst Kretase-Miyosen arasında bir yaşta olduğunu öne sürmektedirler. Genelde granodiyorit türde olan pluton yer yer de monzonit ve kuvars monzonit bileşimler sunar. Bürküt (1966) tarafından kayada yapılan modal analiz sonuçları QAP Streckeisen (1976) üçgen diyagramında kullanıldığında, kuvarslı monzonit, monzogranit ve granodiyorit alanlarında yer aldığı görülür (Gevrek ve diğ.,1985).



Şekil 8. Bölgenin kayaç yapısının genel görünümü (Özgün)





Şekil 9. Tuzla jeotermal sahasının jeolojik haritası (Baba ve diğ. 2005)

Tuzla jeotermal alanı birçok anlamda değerlendirilebilme potansiyeline sahiptir. Örneğin elektrik üretebilme kapasitesi açısından MTA verilerine göre elektrik üretimine uygun potansiyel içeren 12 adet saha bulunmaktadır. Bu sahalardan başlıcaları; Denizli-Kızıldere (242 °C max), Aydın-Germencik (232 °C max), Çanakkale-Tuzla (174 °C max), Aydın- Salavatlı (171 °C max) sahalarıdır. Yani Tablo 2'den de görülebileceği üzere Tuzla jeotermal alanı elektrik üretebilme kapasitesi en büyük 3. Jeotermal sahadır (Arslan, 2006).



Şekil 10. Bölgedeki sıcak su çıkışı (Özgün)

Tablo 2. Türkiye’de elektrik üretimine uygun sahalar ve potansiyelleri (Dağıstan,2006 )

Saha Adı	Sıcaklık	2010	2013
	° C	Tahminleri MWe	Tahminleri MWe
Denizli-Kızıldere	200-242	75	80
Aydın-Germencik	200-232	100	130
Manisa-Alaşehir-Kavaklıdere	213	10	15
Manisa-Salihli-Göbekli	182	10	15
<b>Çanakkale-Tuzla</b>	<b>174</b>	<b>75</b>	<b>80</b>
Aydın-Salavatlı	171	60	65
Kütahya-Simav	162	30	35
İzmir-Seferihisar	153	30	35
Manisa-Salihli-Caferbey	150	10	20
Aydın-Sultanhisar	145	10	20
Aydın-Yılmazköy	142	10	20
İzmir-Balçova	136	5	5
İzmir-Dikili	130	30	30
<b>TOPLAM</b>		<b>455</b>	<b>550</b>

Tuzla bölgesinde seracılık konusunda çeşitli faaliyetler gerçekleştirilmektedir. Yaklaşık 50 dekarlık alanda 9 MWt güç sera ısıtmacılığında kullanılmaktadır (Serpen, 2005).

Tablo 3. Türkiye'deki Büyük Sera Alanları (Serpen, 2005)

Yer	Sera Alanı, (dekar)	Tahmini Güç, (MW <sub>t</sub> )
Dikili	240	42
Urganlı	20	3.5
Simav	180	31.5
Gümüşlük-Kuşadası	80	14
Edremit	50	9
<b>Tuzla</b>	<b>50</b>	<b>9</b>
Gediz	9	1.5
Afyon	20	3.5
Alaşehir	20	3.5
Urfa	60	10.5
Balçova	80	14
<b>Toplam</b>	<b>809</b>	<b>142</b>

### 1.6 Ağır Metal Stresi

Atık maddelerle topraklar, yer altı ve yerüstü suları giderek kirlenmektedir. Özellikle ağır metal kirliliği uzun süreli sorunlara neden olmaktadır. Organizmalarda birikmek ve gıda zinciri döngüsünde yer almakla kalmayan ağır metaller ekosistemlerde yüksek konsantrasyonları ile zararlarını yıllarca sürdürebilmektedir (Kacar, 2006). Bu tehdit ekosistemlerin primer üreticileri konumundaki bitkiler üzerinde çok daha fazladır. Yüksek miktarlarda ki ağır metal konsantrasyonlarının makroskobik, mikroskobik ve biyokimyasal seviyede vejetatif organları önemli derecelerde etkilediği çok sayıda çalışma ile tespit edilmiştir. Fakat kirlilik sadece vejetatif organları değil, aynı zamanda generatif organları da etkilemektedir. Toksik seviyedeki kirlleticilerin polen çimlenmesi ve tüp gelişimi üzerinde önemli etkileri vardır. Kadmiyum (Cd), kobalt (Co), bakır, (Cu), çinko (Zn), kurşun (Pb), demir (Fe) ve civa (Hg) gibi ağır metal iyonlarının polen çimlenmesi ve tüp büyümesini engellediği, polen tüpünün ultrastrüktürünü bozduğu çeşitli

araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir. Laboratuvar şartlarında kükürt dioksitin polen çimlenmesini ve tüp büyümesini engellediği çok sayıda çalışmayla tespit edilmiştir. Polen tüpü büyümesi üzerine UV-B radyasyonu ile ozon (O<sub>3</sub>)'un engelleyici etkiler gösterdiği anlaşılmıştır (Munzuroğlu ve Gür, 1999).

Ağır metallerce varsıl ana materyallerden oluşan topraklar bitkilerde zehir etkisi oluşturacak düzeylerde özellikle çinko kurşun, nikel, kobalt, krom, bakır gibi metalleri, mangan, kadmiyum, selenyum, arsenik gibi metalioitleri içerirler.

Ağır metaller içerisinde yer alan çinko, demir, bakır, mangan ve kobalt bitkiler için mutlak gerekli olarak kabul edilmekte ve gelişme ortamında uygun miktarlarda bulunmaları durumunda bitkiler üzerinde olumlu etki göstermektedir. Mutlak gerekli olsun ya da olmasın bitkiler tarafından bugünkü bilgilerimize göre en az 74 element alınır. Ağır metal iyonları elektron aktarımlarında devreye girerek solunum ve fotosentez üzerinde olumsuz etki yapar (Kacar ve diğ., 2006).

Yaşamsal öneme sahip enzimler inaktif şekle sokulurken, bitkilerin enerji oluşturma güçleri azalır ve nitelikli bol ürün alma olanağı ortadan kalkar. Topraklarda bulunan bazı ağır metallerin kritik miktarları aşağıdaki 4 no'lu tabloda verilmiştir.

Tablo 4. Toprakta bulunan bazı metallerin kritik miktarları (Kacar ve diğ., 2006).

Element	Toplam miktar (mg Kg <sup>-1</sup> , hava kuru toprakta)		
	Yaygın Değerler	Doğal Yada bulaşmış topraklardaki değerler	Tolere edilebilen değerler
Bakır	1-20	<22000	100
Bor	5-30	<1000	25
Çinko	3-50	<20000	300
Kadmiyum	0.1-1	<200	3
Kobalt	1-10	<800	50
Kurşun	0,1-20	<4000	100
Krom	2-50	<20000	100
Molibden	1-5	<200	5
Nikel	2-50	<10000	50

Artan çinko konsantrasyonuna bağlı olarak çeşitli enzimlerde aktivitenin önemli ölçüde azaldığı saptanmıştır. Benzer şekilde bakır, kadmiyum, çinko, nikel, kobalt ve mangan konsantrasyonlarına bağlı olarak nitrat redüktaz enzim aktivitesinin azaldığı belirlenmiştir (Kacar ve diğ. 2006).

Toprakta kadmiyum yarayışlılığı büyük ölçüde toprağın Ph sına ve öteki kasyonların cins ve miktarlarına bağlıdır. Kadmiyumun toksik etkilerini;

- Yaprak kenarlarında nekroz ve kuruma
- Yaprak damarları ve petiollerinin kahverengi renge dönüşmesi
- Mitozun inhibe olması ve gövde büyümesinin engellenmesi
- Klorofil pigmentlerinin ve fotosentezin inhibe olması
- Köklerde kısıalma ve kahverengileşme olarak sıralanabilir (Bayçu, 1992).

Kadmiyum bitki yaşamında daha çok toksik etkileriyle bilinirken; bitkilerin büyüme ve gelişmesi için gerekli değildir. Bitkilerde fotosentez, solunum ve nitrojen metabolizmalarını etkileyerek bitki gelişmesini yavaşlatır ve biyomas miktarında azalmaya neden olur. Kadmiyum serbestradikaller ve aktifoksijen türlerini oluşturarak bitkilerde oksidatif strese neden olur. Oluşan bileşikler; lipidler, proteinler, pigmentler ve nükleik asitlerle etkileşerek lipid peroksidasyonuna, membran hasarına ve enzimlerin inaktivasyonuna neden olurlar. Böylece hücrelerdeki metabolik olayları etkileyerek bitkinin büyüme ve gelişmesini önemli ölçüde inhibe etmekte ya da bitkinin ölümüne neden olabilmektedir. Ortamda bulunan kadmiyum konsantrasyonu ve etki süresi arttıkça hasarın derecesi de artmaktadır (Ulus, 2007).

Bitkiler için çok düşük miktarlarda yararlı etkileri olduğu bildirilen nikel, belli bir doz aşımında (0,18–5 ppm) zehirleyici etki gösterir. Aşırı konsantrasyonlarının bitkilerde olumsuz etkilere sebep olduğu bilinmektedir. Nikel, topraktan ve besin solüsyonundan bitkilerce kolayca absorbe edilebilir ve yüksek miktarlarda birikmesi ile büyümede zararlı etkisi görülür. Birçok bitki türünde besin ortamındaki nikel konsantrasyonunun, 1–2 mg<sup>-1</sup> üzerinde olması hali dahi zararlı

olabilmektedir. Nikelin aşırı konsantrasyonları, bitkilerde çimlenme aşamasından başlayarak bitkinin büyüme ile gelişmesinde toksik etki yapar. Nikel bitki kökleri tarafından kolayca absorbe edilip, yüksek konsantrasyonlarında kök büyümesini ve sürgün gelişimini sınırlamaktadır (Akgüç, 2007)

Ağır metallerin yararılılıklarına üzerine toprak özellikleri önemli etki yapar. Toprağın pH sınırı, toprak kil kapsamının ve organik madde düzeyinin ağır metallerde arsenik, çinko, kadmiyum ve kurşunun toprakta tolere edilebilir miktarlar üzerine yaptığı etki Tablo 5 den gözlemlenebilir. Alüminyum toprakta ve besin çözeltisinde çok az miktarda bulunması durumunda olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Ancak alüminyum toksisitesi kültür bitkilerinin kök sistemlerinde yapıyı bozarak kökün normal işlevlerini yerine getirmesini engeller bu nedenle alüminyumun etkisinin dolaylı olduğuna inanılmaktadır. Örneğin;  $Al^{+3}$  kök sisteminde birikmek ve kökün işlevlerini geriletmek suretiyle besin elementlerinin alınmasını ve taşınmasını önler. Gereğinden fazla alüminyum, fosforun bitki tarafından alınamaz şekilde dönüşmesini sağlar. Kök hücrelerinin yüzeylerinde ve kök ucunda hücreler arası alüminyum fosfatlar şeklinde fosfor çökelir ve bitkide gereksinim duyulan yerlere taşınmaz. Kamprat ve Foy (1971)'a göre,  $Al^{+3}$  ATPaz enzim aktivitesini ve hücrelerde metabolik enerji metabolizmasını olumsuz şekilde etkilerken solunumun azalmasına sebep olur (Kacar ve diğ., 2006).

Hücre duvarlarında bulunan pektinlerle ve karboksil gruplarıyla  $Al^{+3}$  iyonları tepkimeye girer bunu sonucu olarak hücre bölünmesi azalırken hücreler geçirgenliklerini ve esnekliklerini de yitirirler. Kök uçlarında ve yan köklerde uzunlamasına büyüme durur. Bitki kökü kısa, kalın, kök uçları kırılmış ve kök sistemi çalılışmış görünüm alır. Alüminyum fazlalığında toprak üstü organlar da diğer besin elementleri noksanlıklarına benzer noksanlık belirtileri gösterir. Bitkilerde fosfor noksanlığını anımsatacak şekilde yapraklar küçük ve anormal koyu yeşil renkli olur. Gövdede ve yaprak damarları arasında benekler oluşur. Yapraklar alttan başlamak üzere dökülür. Ancak yaprak uçları tüm bitki yaşamını yitinceye dek yeşilliğini korur. Alüminyum fazlalığı sonucu ortaya çıkan belirtilerin çeşitli bitkilerde fosfor yanında demir, kalsiyum, magnezyum gibi çeşitli besin elementi noksanlıklarını anımsatır şekilde olduğu rapor edilmiştir (Kacar ve diğ., 2006).

Tablo 5. Bazı toprak özelliklerinin arsenik (As), çinko (Zn), Kadmiyum (Cd) ve Kurşunun (Pb) tolere edilebilir düzeyleri üzerine etkisi ( Kacar ve diğ., 2006)

pH	5				7			
Kil (<0.01 mm), %	10	30	10	30	10	30	10	30
Organik madde %	<1	3	<1	3	<1	3	<1	3
Arsenik (As)	12	36	63	108	17	50	50	151
Çinko (Zn)	30	90	90	270	40	130	130	380
Kadmiyum (Cd)	0,3	0,9	0,9	2,7	0,4	1,3	1,3	3,8
Kurşun (Pb)	100	300	300	900	140	420	420	1250

Kurşunun ise bitkinin plazma zorlarını bozarak işlevsiz hale getirdiği ve bitkiye toksik etki yaptığı bilinmektedir. Klorofil oluşumunu bozduğu dolayısıyla fotosentez mekanizmasını etkilediği görüşü yaygındır. Tüm bunların yanı sıra kurşun toksisitesinin yüksek stoma direnci, zayıf çimlenme ve CO<sub>2</sub> alımını engellemektedir (Sönmez ve diğ., 2007)

Ağır metal fazlalığına karşı bitkilerde geliştirilen dayanıklılık mekanizmaları şu şekilde açıklanabilir.

- 1) Ağır metal alımı azaltılırken hücre duvarlarında immobil şekle dönüştürülen ağır metal iyonlarının apoplast ile taşınması ve protoplazmaya ulaşması önlenir.
- 2) Ağır metallerin protoplazma çeperini aşıp, protoplazmaya ulaşması engellenir.
- 3) Ağır metaller ile sitoplazmada kükürt içeren polipeptidler ve SH içeren proteinler arasında kilyet oluşturulur. Ayrıca stres proteinleri sentezi artırılır.
- 4) Vakuollerdeki organik ve inorganik asitlerde olduğu gibi fenol türevleri ile glikozitler de ağır metaller arasında kompleks oluşturulur.
- 5) Ağır metallerin hücre dışına taşınması artırılır.



Bitkiler yukarda beş maddede özetlenen mekanizmalara işlerlik kazandırmak sureti ile ağır metallerin olumsuz etkilerini gidermeye ya da bir ölçüde azaltmaya çalışırlar (Kacar ve diğ., 2006).

## BÖLÜM 2

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

**Jeotermal alanların değerlendirilmesi ile ilgili pek çok çalışmalar yapılmıştır kısaca bir kaçından bahsetmek gerekirse;**

Fridleifsson (2001) yaptığı çalışmada jeotermal enerjinin 2000 yılı içerisinde 58 ülkede yaklaşık seksen yıldır kullanılan çevreci bir enerji türü olduğunu ve gelişme gösterdiğini kaydetmektedir. 2010 yılında bu miktarın yaklaşık 1,5 kat artacağı ve 2020 yılında bu oranın 2,5 katına ulaşacağı düşünülmektedir. Jeotermal enerji verimlilik bakımından gelecek vaat etmektedir. Dünyamızın sahip olduğu rezervuar yaklaşık tüm dünyanın %30-% 80 enerji ihtiyacını karşılayabilecek kapasitedir.

Dağıstan (2005) Dikili Jeotermal sempozyumunda yaptığı sunumda; Jeotermal enerji yerli, ucuz, yenilenebilir enerji olduğu için; yatırımlar ile desteklenmesi ve teşvik edilmesi gerektiğini vurgulamıştır. “Reenjeksiyon mutlaka yapılmalıdır çünkü jeotermal rezervuar parametrelerinin korunması, çevreye jeotermal akışkanın kontrolsüz atılmaması için bu en önemli gerekliliktir.” ilkesinin üzerinde önemle durmuştur. Çevre ile uyumlu, yenilenebilir, yerli, ucuz, üstün ve pahalı teknoloji gerektirmeyen zengin jeotermal kaynak potansiyelimizden, bilimsel, teknik ve ekonomik esaslara dayalı olarak, etkin, verimli ve sürdürülebilir bir şekilde elektrik enerjisi üretimi ve diğer değerlendirme alanlarında (ısıtma, termal turizm, kimyasal madde eldesi, endüstriyel uygulamalar vb) daha fazla yararlanabilmek amacıyla, bu kaynakların aranması, geliştirilmesi, korunması, üretimi ve kullanılmasına yönelik çalışmalara, ülkemiz enerji arz çeşitliliğinin sağlanabilmesi için, her zaman öncelik verilmelidir şeklinde görüş belirtmiştir.

Aygün (1993) büyük menderes havzasının jeotermal sularla alan ilişkisini ve bu suların zirai açıdan etkilerini inceleyen yüksek lisans tezinde; uygun planlamayla bölge jeotermal suyun bölgede üretimine katkıda bulunacağını ve ekonomisini canlandıracağını bildirmiştir.

Ayhan (2006)'ın gerçekleştirdiği yüksek lisans tez çalışmasında borun, termal sulardan alınması için özel bir çalışma yapılmıştır. Genel olarak sıvı solüsyondan borun alınması için birçok metot akla gelmektedir. Bu metotlar arasında, iyon değiştirme yöntemi daha çok kullanılmıştır. Poli gruplara sahip kenetli fiberler, daha önce bor alınmasında kullanılmıştır. Bu zamana kadar yapılan çalışmalar, termal su içerisindeki borun engellemeye yöneliktir. Ancak söz konusu çalışmada özellikle jeotermal buharı içindeki borun miktarı araştırılmış ve muhtemel oluşturduğu zararları önlemeye yönelik yeni bir teknoloji sunulmuştur.

Ilgar (2005)' e göre; Genel olarak dünya enerji tüketimi her 10 yılda 2 kat artmaktadır. Türkiye'nin enerji açığına bakıldığında ise her yıl bir önceki yıla göre % 8 daha fazla yatırım yapılması gerekmektedir. Türkiye'de ekonomik kayıplara neden olan ve her geçen gün artan enerji ithal yükünün azaltılması da gerekmektedir. Enerji ve çevre sorununa sürdürülebilirlik ilkesi ile yaklaşılması açısından, yenilenebilir enerji kaynakları, yeni bir atılımla ulusal enterkonnekte sisteme entegre edilmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın temeli ise çevreyi kirletmeden gerçekleşenidir. Bu durum karşısında doğaya en saygılı yenilenebilir nitelikli alternatif enerji kaynaklarından biri jeotermal enerjidir. Ancak bu enerjinin kullanımında yukarıda değinilen olumsuz özelliklerinin ve ekolojik yaklaşımlarının dikkate alınması gerekmektedir. Dünyadaki jeotermal rezervuar potansiyeli ise dünya geneline yayılmamıştır bu olanaklar kısıtlı olup belli ülkelerde toplanmıştır. Ülkemiz jeotermal kaynaklar açısından oldukça zengindir. Türkiye de jeotermal enerji özellikle ısıtma ve sağlık için kullanımı ön plana çıkmaktadır. Oysa dünya genelindeki kullanımı üçüncü bölümde değinildiği gibi oldukça çeşitlidir. Türkiye olarak bu yaygın kullanımı ülkemiz yararına sunmamamız için hiçbir neden bulunmamaktadır. Ekolojik tahribatı göz önüne alınarak jeotermal potansiyelin en verimli bir şekilde kullanımına geçirilmesi ülkemize büyük yarar sağlayacaktır.

Arslan (2006)' a göre ise; Jeotermal sahaların araştırılması ve geliştirilmesi çağdaş mühendislik kriterlerine göre, çok disiplinli, deneyimli, donanımlı kurum ve kuruluşlarca yönetilmeli ve bu çalışmalar her aşamada denetlenmelidir. Mutlaka **“Ulusal Jeotermal Enerji Politikası”** üretilmeli, öncelikler ve kullanım politikaları Kamu Yararı temelinde geliştirilmelidir. Jeotermal kaynakların; ulusal, yenilenebilir, ucuz olduğu bilinerek en fazla toplumsal faydayı sağlayacak biçimde kullanıma sunulup, ulusal ekonomiye katkı sağlanmalı; ancak bir doğal güzellik-miras olduğu da göz ardı edilmeyip mutlaka korunmalıdır. Yanlış üretim yada kullanım halinde jeotermal kaynakların bir daha dönüşü olmayacak biçimde yok olabilecekleri asla unutulmamalıdır. Jeotermal kaynak kullanımında çevre sorunları gerekli önlemlerin alınması koşuluyla giderilebilir niteliktedir. Jeotermal enerji bir hammaddedir. Yatırımcılar bu hammaddenin ancak doğru işletme koşullarında **“Tükenmez”** olduğunun bilincinde olmalıdırlar. Jeotermal Enerji Yasası Tasarısı ivedilikle yasalaşmalı, tüm taraflar-sektör temsilcileri bu konuda “Kamu Yararı” noktasında gerekli uzlaşmayı sağlayacak adımları hızla atmalıdırlar. Ülkenin kaynakları topluma en fazla yararı sağlayacak biçimde kullanıma sunulduğunda anlam kazanacaktır. Her türlü faaliyet; sonuçta insanların taleplerini karşılamaya, konfora, faydaya yönelik ve ama doğaya müdahaleyi içeren çalışmalardır. Doğaya doğru biçimde müdahale edilmelidir. Gibi hususlar özellikle vurgulanmıştır.

Dinç (2005) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında jeotermal sulardan elde edilen atık suların bitkiler üzerinde genotoksik ve sitotoksik etkilerinin olabileceğini bildirmiştir.

### **Çanakkale Tuzla jeotermal alan ile ilgili yapılan spesifik çalışmaları şöyle özetlemek mümkündür;**

Gevrek ve diğ. (1985) MTA adına yaptıkları zemin etüdünde Çanakkale-Tuzla jeotermal alanında yer alan hidrotermal alterasyon zonları x ışınları kırınımı ve jeokimyasal analizlerle incelenmiştir. Çalışma alanında alünit, kaolinit, montmorillonit, illit, silis ve silisifiye zonlar saptanmıştır. Bu hidrotermal alterasyon zonlarının dağılımına göre, çalışma alanı içinde sıcaklığı 150°-225°C olan jeotermal akışkanın varlığı ortaya çıkmaktadır. Çalışma alanının tektonik yapısı, KB-GD ve

KD-GB yönlü kuvvetlerle gelişmiştir. Bu kuvvetlerin etkisi ile oluşan D-B doğrultulu faylara bağlı gelişen diyagonal çatlaklardan gelen jeotermal akışkanlar, hidrotermal alterasyon için gerekli zemini hazırlamıştır. İnceleme alanında hidrotermal alterasyon zonlarının gözlemlendiği volkanik kayalar Alt-Orta Miyosen yaşlı olup, latit, andezit, dasit, riyolit türde lavlar ile tüf ve ignimbritlerle temsil olunurlar. Yapılan petrokimyasal çalışmalarla, volkanitlerin yüksek potasyumlu kalkalkalen ve şoşonitik özellikler taşıyan kabuksal nitelikli bir kıta içi volkanizması olduğu sonucuna varılmıştır.

Şener ve Gevrek (1999) yaptıkları çalışmada bölgedeki Na-K-Cl ile zengin akışkanın deniz suyu ile olan ilişkisini jeokimyasal analizlerle ortaya koymuş ve buradan yola çıkarak çevresel etkileri incelemiştir.

Baba ve diğ. (2005) dünya su kongresinde yaptıkları çalışmalarda bölge jeolojisine farklı bir açıdan bakarak burada hidrolojik sistemi incelemişler ve yer altı jeotermal akışkanının kontaminasyonunu değerlendirmişlerdir. Buradan yola çıkarak bölgeyi etkileyebilecek risk faktörleri ortaya konulmuştur..

Tağıl (2007) ekoloji dergisinde yayınladığı çalışmasında; Tuzla Çayı havzasının uzaktan algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknikleri kullanarak arazi degradasyonunu ve erozyon riskini ortaya koymak ve erozyon riski üzerine arazi kullanımı-arazi örtüsü (AKAÖ) değişikliklerinin etkisini araştırmak için, havzadaki toprak kaybının tespitinde toprak kaybı modeli (Revised Universal Soil Loss Equation -RUSLE) kullanmıştır. Modeldeki dinamik arazi örtüsü parametresi, Landsat TM 1987 ve Landsat ETM+ 2000 çok bantlı sensor sitemlerinden elde edilen uzaktan algılama verileri kullanılarak yapılmıştır. Erozyon modeli, yüksek toprak erozyon risk gruplarında arazi örtüsündeki değişime bağlı olarak 1987 yılından 2000 yılına kadar artış olduğunu gözlemlemiştir. Tuzla Çayı havzasında arazi degradasyonunda artış eğilimi olduğu belirlenmiştir. Şimdiki arazi yönetimi ve kullanımı devam ettiği sürece arazi degradasyonunun kritik seviyeyi aşmasının muhtemel olduğu vurgulanmıştır.

***Asphodelus aestivus* Brot. Taksonu ile ilgili yapılmış çalışmalardan bahsedecek olursak;**

Pirdal (1986) da bitkinin şu özellikleri vurgulanmıştır; bu tür erken ilkbahar bitkisi olan ve ilkbaharda çiçeklenen çok yıllık yumrulu bir bitkidir. Bol miktarda tohum oluşturur. Orman açıklıklarında makinin seyrekleştiği yerlerde, kıraç ve tarıma elverişli olmayan yerlerde bol miktarda bulunur ve böyle yerlerde dominant karakterdedir. Yumrulu bir bitki olduğu için özellikle yangın sonrasında ilk hakim olan sekonder süksesyonun öncülüdür. Yumruları şeker ve yağ asitleri açısından zengin olup total şeker, toplam katı madde miktarı % 20-85 arasında bulunmuştur. Yumruları hayvan yemi olarak değerlendirilebileceği gibi alkol edesinde de kullanılabilirliği düşünülmektedir. Büyük bir üreme kapasitesine sahip ve çeşitli özellikleri ile endüstriyel potansiyeli olduğu için ülke ekonomisine katkıda bulunabilecek ve bu yönde değerlendirilmesi gereken bir bitkidir.

Oskay ve diğ. (2007), tarafından antimikrobiyal aktivitesi çalışılan bu bitkiden daha fazla yararlanmak, endüstride kullanımı artırmak için; antimikrobiyal etkili maddenin ve diğer bitki metabolit (fitokimyasal)'lerinin izole edilmesi, Kimyasal yapılarının aydınlatılması gerekmektedir. Çeşitli hastalıklara neden olan ve gıdalarda bozulmalara yol açan patojen mikroorganizmalara karşı yeni doğal antimikrobiyal maddelerin; bitkilerden ve atıklarından ucuz yolla elde edilmesi bu tür çalışmaların ülkemizde yaygınlaştırılmasına bağlıdır.

Sawidis ve diğ. (2005) bitkinin kök-tuberleri ile ilgili anatomik bir çalışma yapmış; vakuollerde kalsiyum oksalat içeren bol miktarda rafid kristallerine rastlandığını, vasküler silindirin kollarının 20-28 arasında değişmekte olduğunu, kök ksilemi radyal olarak sırlanırken floem ise karşılıklı kümelenmeler oluşturmuş olduğu belirlemiştir. Yine vakuollerin bol miktarda çözülebilir polisakkarit içermekte olduğu, yapılan boyamada ise eksodermis hücreleri ve hücre duvarları endodermise göre daha kalın gözüktüğü ifade edilmiştir. Morfolojik olarak bakıldığında bu türün kök tuberleri biyomas olarak oldukça önemlidir. Çalışma su depolama konusunda başarılı sağlamış kök tuberlerinin Akdeniz ikliminde çevresel stres karşı uyum sağlamakta başarı kazandığını önemle vurgulamaktadır..

**Diğer pilot türümüz olan *sarcopoterium spinosum* L. 'la ilgili ulaşılan çalışmalardan bahsetmek gerekirse;**

Bozkurt (2005)' göre, bu bitkinin içeriğindeki yoğun etanol, metanol ekstreleri ve infüzyonu antioksidan aktivite içermektedir. Ayrıca içerdiği yüksek  $\alpha$ -tokoferol zengin bir E vitamini kaynağı olduğu görüşünü güçlendirmiştir.

Osem ve diğ. (2008) yaptıkları çalışmada bu bitkinin tohumdan üretilebileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca bu çalışma bitkinin çorak bölgelerde öncül bitki olabileceğini ortaya koymaktadır.

## **BÖLÜM 3**

### **MATERYAL-METOT**

#### **3.1 MATERYAL**

##### **3.1.1 *Asphodelus aestivus* Brot. (Çiriş otu) türünün genel özellikleri**

*Asphodelus aestivus* Brot. (Liliaceae), 50-150 cm boyunda, yaprakları kılıç şeklinde, 35-45 cm boyunda, 3 cm eninde olup; nisan-mayıs aylarında çiçek (Beyaz, 6 petalli)'lenen, 7 mm büyüklüğünde bezelye şekilli yeşil meyve (6 tohumlu)'lere sahip bütün yıl boyunca yeşil; özellikle kuru, besince fakir, kumlu, kültüre edilmeyen topraklarda yetişen; Afrika, Arap ülkeleri, Mısır, Türkiye ve Avrupa'nın bazı kesimlerinde yayılış gösteren çok yıllık bir bitkidir (Davis, 1972). Beyaz çiriş, yalancı çiriş, çiriş otu gibi isimlerle de anılan bu bitki; hemoroid, saçkıran, mafsall ağrılarının tedavisinde; maya endüstrisinde, ciltçilik ve ayakkabıcılıkta yapıştırıcı, Erzurum bölgesinde eham kumaşına sertlik ve parlaklık vermek amacıyla kullanılmaktadır (Baytop 1999).



Şekil 11. Bölgedeki *Asphodelus aestivus* Brot. Taksonunun yayılışına örnekler (Özgün)

Ayrıca İtalya'da 'Rignano Garganico' peynirinin üretiminde yapraklarından yararlanıldığına dair bilgiler mevcuttur. Ancak bitkinin modern tıpta kullanımına ilişkin bir veri tespit edilememiştir. Yaralarda, özellikle kesici aletlerle açılmış yaralara çirişlik kökü ya da gövde içi ezilerek suyu ya da tümü yaraya konur. Elektrik çarpmalarında taze bitki dövülür ve çarpan yere konur. Kök kabukları soyulup rendelenir, suyu süzülüp posa kısmı yaralara bastırılır (Ertuğ, 2004). Ayrıca yine kökleri (Radix Asphodeli)'nin tedavide kullanılışı eski yazarlar (Dioskorides, İbni Baytar) tarafından tarif edilmiştir. Bir zamanlar bu türün köklerinin toz haline getirilmesi ile elde edilen drog "Çiriş" kelimesi yerine kullanılmıştır. Müsilaj, glikoz

ve fruktozdan yapılmış oligosakkarit taşıır. Nişasta ve dekstrin bulunmaz. Kök yumruları yontma taş döneminden beri (yaklaşık M.Ö. 50.000) gıda olarak kullanılmaktadır. Dahilen idrar arttırıcı olarak etkilidir. Adana bölgesinde yetişen bitkilerin kökleri kullanılarak biyogaz elde edilebileceği rapor edilmiştir (Baytop, 1999).

Ayrıca *Asphodelus aestivus* yumrularından limon tuzu (sitrik asit) elde edilebilir. Bitkinin yumruları %20 – 85 oranında toplam şeker içermekte olup, sitrik asit verimi için oldukça elverişlidir (Öztürk ve Pirdal, 1990).

Antimikrobiyal aktivitesi de çalışılan bu bitkiden daha fazla yararlanmak, endüstride kullanımı arttırmak için; antimikrobiyal etkili maddenin ve diğer bitki metabolit (fitokimyasal)'lerinin izole edilmesi, kimyasal yapılarının aydınlatılması gerekmektedir (Oskay ve diğ., 2007).

### **3.1.2 Sarcopoterium spinosum L. (Abdestbozan) türünün genel özellikleri**

*S. spinosum*, Rosaceae familyasına ait, yurdumuzda tek tür ile temsil edilen bitkidir. Doğu Akdeniz ülkelerinde, ülkemizde Çanakkale, İstanbul, Sinop, İzmir, Aydın, Antalya, Adana gibi kıyı şehirlerinde genellikle rakımı 1002 m'ye kadar olan deniz seviyesine yakın bölgelerde bozulmuş makiliklerde erozyona uğramış kurak yamaçlarda yayılış göstermektedir (Davis, 1972).

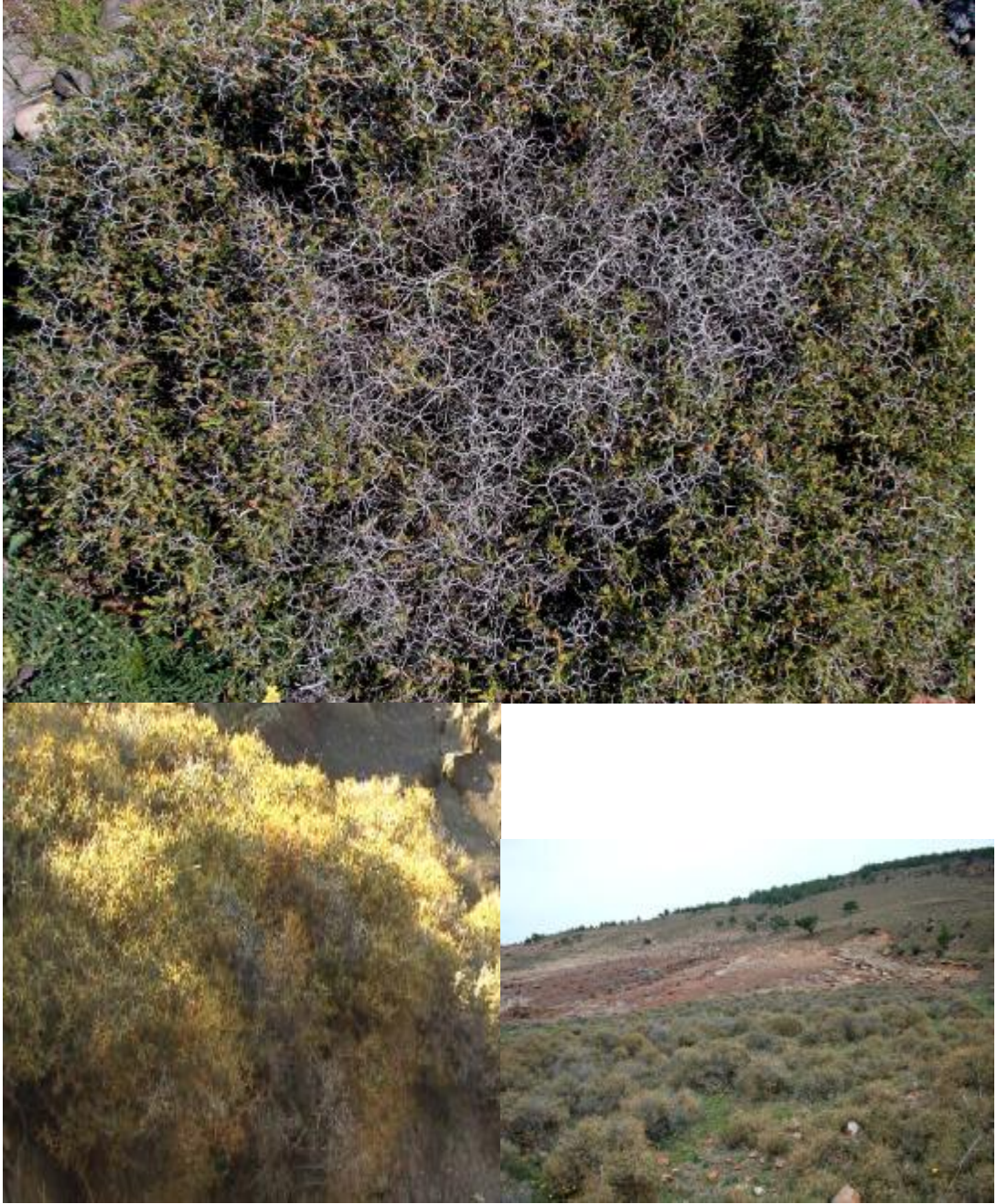




Şekil 12. Bölgedeki *Sarcopoterium spinosum* L. taksonunun yayılışı (Özgün)

75 cm yada daha yüksek boyda tümsek teşkil eden çalılardır. Dış kabuğu gümüş renginde, boyuna ve dar şeritler halinde düşen dış kabuklardan sonra kahverengi bir kabuk ortaya çıkar. Yapraklar oblong-ovat, yaprakçık kenarları alta doğru kıvrık, 3-5 dişlidir. Alt yüzeyde, eksende (parçalı yaprağın orta damar bölgesinde) beyaza yakın renkte pillozlar vardır. Sepaller yeşil kenarları beyaza

dönük, ovat oblong ve 2 mm genişliğindedir. Stigma fırçamsı tüylü ve kırmızıya yakın renktedir. Meyvalar ise 3-5 m çapında küresel ve kahve-sarı renktedir (Davis,1972).



Şekil 13. *Sarcopoterium spinosum* L. taksonu genel görünüşleri (Özgün)

Kabuklarda bir saponin karışımı bulunur ve infüzyon (%5) halinde şeker hastalığına karşı kullanılır. Toprak üstü kısmı ve kökleri de aynı maksatlar için kullanılmaktadır (Baytop, 1999)

Ayrıca halk arasında tohumunun hemoroide karşı dıştan uygulandığı, kökünün kum sancısında kaynatılarak içildiği, mideyi kuvvetlendirdiği, göğüs ağrılarını dindirdiği söylenmektedir. Develerin, bu bitkiyi dikenli olan taze oldukları dönemde besin olarak kullandığı bilinmektedir (Sözlü konuşma).

### 3.2 METOT

Çalışmaya başladıktan sonra ilk aşamada gerekli literatürler toplanmış konuyla ilgili tez ve yayınlara ulaşılmıştır. Bu doğrultuda uygun bir arazi planı hazırlanmış buna göre bitkilerin özellikle çiçeklenme dönemlerini teşkil eden zamanlarda söz konusu arazide (Tuzla-Kestanbol/Ayvacak) çalışmalar gerçekleştirilmiştir

#### 3.2.1 Bölgede yapılan arazi çalışmaları

- 15.02.2007:Bölgenin toprak yapısının incelenmesi ve fotoğraflanması

Bölgedeki Termal suyun kaynağında yapılan incelemeler ve kaynağın fotoğraflanması, çiçekli bitkilerin belirlenmesi ve fotoğraflanması Herbarium için örnek toplanması

- 15.04.2007:Bölgedeki topraktan analiz için örnekler alınmıştır.

Projede üzerinde inceleme yapılacak *Sarcopoterium spinosum* L. ve *Asphodelus aestivus* Brot. Taksonları pilot tür olarak belirlenmesi ve bu bitkilerden analiz için örnekler alınması

Bölgedeki Çiçekli bitkilerin belirlenmesi ve fotoğraflanması

- Jeotermal alan dışında pilot bitki türlerinin bulunduğu bölgeden bitki ve toprak örneklerinin alınması.

Alınan toprak örneklerinin analiz için ayıklanması, içerisindeki büyük parçaların öğütülmesi, işleme hazır hale getirilmesi.

Bu örneklerin Çanakkale Onsekiz Mart üniversitesi Merkez laboratuvarında gerekli analizlerin yapılması için ve Herbarium için örnek toplanması

- 25.11.2007: Bölgedeki Çiçekli bitkilerin belirlenmesi ve fotoğraflanması.

Herbarium için örnek toplanması.

Pilot türlerin ve alınan toprak örneklerinin analiz edilmesi

### **3.2.2 Bitki ve Toprak örnekleri üzerinde uygulanan analiz işlemleri**

Bitki örnekleri öncelikle EPA 3050B yöntemiyle yakılarak solusyon haline getirilmiş daha sonra EPA 6010C yöntemiyle analiz edilmiştir.

EPA 3050B yönteminin dijesyon prosedürü iki kısma ayrılır; bunlardan bitki ve toprak örneklerinin atomik absorpsiyonlu spektrofotometre (FLAA) veya atomik indüksiyonlu çiftli atomik emisyonlu spektrometrede (ICP-AES) yakılır. Daha sonra örnekler Grafit fırına konur. Analitik olarak değerlendirilen taslaklar kaydedilir. Elde edilen örneklere incelenecek elemente göre; “Alüminyum-Magnezyum-Arsenik”, “Baryum-Molibden-Kadmium”, “Berilyum-Nikel-Krom”, “Kadmium-Potasyum-Kobalt”, “Kalsiyum-Gümüş-Demir”, “Krom-Sodyum-Gümüş”, “Kobalt-Talyum-Molibden”, “Bakır-Vanadyum-Selenyum”, “Demir-Çinko-Talyum”, “Pirinç”, “Vanadyum” ilave edilir.

Daha sonra dijesyona uğramış örneklerden 1-2 gram yaş veya 1 gram kuru örnek alınarak hidrojen peroksit ne nitrik asit ile tekrar dijekte edilir. Yapılacak analizler için örnekler hidroklorik asilde kabartılıp filtre kağıdından geçirilir. Önce sıcak hidroklorik asit daha sonra sıcak reaktif eklenir. Kalan tortu tekrar HCl

eklenerek dijesyon süzgeci geçirilir. Elde edilen solüsyon 100 ml'ye tamamlanarak seyreltilir.

Daha sonra solüsyona uygulanan EPA 6010C metoduna göre ilk önce bütün solüsyonlar (ICP-AES) kullanılarak plazmaları izlenerek saptanır. Ölçümler sonucunda elde edilen değerlerin analizinde optik spektrometrede kullanılan karakteristik dalga boyları esas alınır. Örneklerin atomize edilen örneklerin aerosol kısmı torch'a taşınır. Elementlerin spesifik emisyonlu dalga boyları indüklenir. Dalga boyları daha sonra ışık hassasiyeti olan özel bir aygıt tarafında tanımlanarak monitöre aktarılır.

## **BÖLÜM 4**

### **BULGULAR**

#### **4.1 Analiz sonuçları**

*Aspholedus aestivus* Brot. Taksonun köke yakın kısımlardan alınan toprakta Yapılan analizlerde Al, B, Ba, Hg, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Sr, Zn, As, Al, Tekstür, pH, E.C., Kireç, Organik madde, P gibi parametrelere bakılmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. *Aspholedus aestivus* Brot.'un yetiştiği alanlardaki toprak örneklerinde yapılan analizler

Parametreler	Tuzla	Pilot alan	
Al	119,435	83,7613	ppm
B	4,56198	1,49000	ppm
Ba	17,3026	25,5853	ppm
Hg	N.A	N.A	ppm
Bi	N.A	N.A	ppm
Ca	2975,45	3532,49	ppm
Cd	0,083386	0,044621	ppm
Co	0,211497	0,220836	ppm
Cr	0,026460	0,126085	ppm
Cu	1,76635	2,82566	ppm
Fe	3,11193	4,95667	ppm
K	165,813	124,410	ppm
Li	0,288931	0,037446	ppm
Mg	83,7937	165,462	ppm
Mn	28,6937	37,3511	ppm
Na	58,3801	60,2060	ppm
Ni	1,46080	3,52261	ppm
Pb	0,541872	0,0246384	ppm
Se	N.A	1,53744	ppm
Sr	14,9694	6,62193	ppm
Zn	4,42931	4,81941	ppm
As	N.A	N.A	ppm
Tekstür	44/ Tınlı	47/Tınlı	Sat.çam
Ph	7,68	8,00	
E.C.	0,43/Tuzsuz	0,37/ Tuzsuz	dS/cm
Kireç %	0,81	6,84	
Organik madde%	3,44 (İYİ)	4,51 (YÜKSEK)	