



T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AFŞİN-ELBİSTAN TERMİK SANTRALİ  
(KAHRAMANMARAŞ İLİ) ÇEVRESİ HAFRİYAT  
DÖKÜM ALANLARINDA DİKİLİ FİDANLARIN  
GELİŞİMİ ÜZERİNE ARAŞTIRMA**

**İSMAİL ÖZCAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**KAHRAMANMARAŞ 2014**

T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AFŞİN-ELBİSTAN TERMİK SANTRALİ  
(KAHRAMANMARAŞ İLİ) ÇEVRESİ HAFRİYAT  
DÖKÜM ALANLARINDA DİKİLİ FİDANLARIN  
GELİŞİMİ ÜZERİNE ARAŞTIRMA**

**İSMAİL ÖZCAN**

**Bu tez,  
Biyoloji Anabilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS  
derecesi için hazırlanmıştır.**

**KAHRAMANMARAŞ 2014**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi İsmail ÖZ-CAN tarafından hazırlanan “**Afşin-Elbistan Termik Santrali (Kahramanmaraş İli) Çevresi Hafriyat Döküm Alanlarında Dikili Fidanların Gelişimi Üzerine Araştırma**” adlı bu tez, jürimiz tarafından **26/09/2014** tarihinde oy birliği ile Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Cengiz BAHADIROĞLU (DANIŞMAN) .....

Biyoloji Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Sakine Serap AVGIN (ÜYE) .....

Biyoloji Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Hakan BOZDOĞAN (ÜYE) .....

Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Ahi Evran Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Hakkı ALMA .....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İsmail ÖZCAN

Bu çalışma KSÜ Bilimsel Araştırma Proje Yönetim Birimi Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

Proje No: **BAP 2013/3-32M**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**AFŞİN-ELBİSTAN TERMİK SANTRALİ (KAHRAMANMARAŞ İLİ) ÇEVRESİ  
HAFRİYAT DÖKÜM ALANLARINDA DİKİLİ FİDANLARIN  
GELİŞİMİ ÜZERİNE ARAŞTIRMA  
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**İSMAİL ÖZCAN**

**ÖZET**

Bu çalışmada Afşin-Elbistan Termik Santrali çevresi hafriyat döküm alanlarında dikili fidanların gelişim düzeyi araştırılmıştır. Yapılan gözlemlerle 20-25 yıl önce dikilen ağaçların özellikle karaçam (*Pinus nigra*) %16'sının tamamen, %12'sinin ise dallarının bir kısmının kuruduğu, %6'sında zayıflayarak kurumaya yüz tuttuğu saptanmıştır. Yalancı akasyaların (*Robinia pseudoacacia*) ise %14'nün tamamen kuruduğu, %10'nun tepe dallarının, %4'nün ise kök kısımlarının kuruduğu kaydedilmiştir. Kuruma nedenlerini saptamak için toprağın sıcaklık, nem oranı, fiziko-kimyasal yapısı, hava kirliliği ve zararlı böcek faunasının tespiti gibi faktörler incelenmiştir. Alınan toprak örneklerinde pH (8,5) ile kireç oranı (%24,5) yüksek düzeyde, organik madde yönünden ise yoksun olduğu ve ayrıca yüksek miktarda Ni elementini içerdiği belirlenmiştir. Çevre köyler, arazilerle kıyaslandığında toprak sıcaklığının ortalama 2,4°C yüksek, nemliğin ise tersine % 9-10 oranında düşük olduğu gözlenmiştir. Santral bacalarından çıkan emisyonların bileşiminde CO<sub>2</sub>, NO ve SO<sub>2</sub> içeren zehirli tozların bitki yapraklarında yanıklara neden olduğu, böyle yaprakların kuruyarak döküldüğü ve sonuçta ağaçların kurummasına ihtimal verilmektedir.

Ağaçlandırılmış arazilerde 10 takıma ait 28 familya, 42 cinse ait toplam 47 böcek türü tespit edilmiştir. Saptanan böcek türlerinin popülasyon düzeyi düşük olmakla fidanların kurummasında pek etkili olmadığı anlaşılmaktadır. Sonuç olarak fidanların kuruması; toprağın kimyasal yapısı, hava kirliliği ve son yıllarda Elbistan İlçesinde yetersiz olan hava nemliğinin de kurumaları tetiklediği ihtimal dahilindedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağaçlandırılmış Arazi, Afşin-Elbistan Termik Santrali, Toprak

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Eylül / 2014

Danışman: Prof. Dr. Cengiz BAHADIROĞLU

Sayfa sayısı: 66

**AFSIN-ELBISTAN THERMAL POWER PLANT (KAHRAMANMARAS  
PROVİNCE) SURROUNDING AREAS IN EXCAVATION CASTING  
DEVELOPMENT STUDIES ON THE STANDING SEEDLINGS  
(M.Sc. THESIS)**

**İSMAİL ÖZCAN**

**ABSTRACT**

In this study, the development level of the saplings sewn around excavation pouring areas in Afşin-Elbistan Thermal Plant was investigated. With these observations, it was determined that 16% of all the trees planted 20-25 years ago especially black pine (*Pinus nigra*) completely got dry, some parts of the branches of 12% dried and 6% of them tended to dry. It was recorded that 14% of locust (*Robinia pseudoacacia*) completely got dried, top branches of 10% and root of 4% dried. To determine drying reasons, such factors as temperature of soil, rate of moisture, air pollution, hazardous bug fauna, physic-chemical structure were examined. It was determined by means of soil samples that the soil comprised high levels of pH(8,5), lime rate (24,5%), Ni element and lacked of organic substance. When compared with neighbor village's soil, it was observed that its soil temperature is 2,4°C higher and in contrast its moisture is 9-10% lower. It is estimated that poisonous powders comprising CO<sub>2</sub>, NO and SO<sub>2</sub> found in emission compounds stemming from power plant chimneys bring about drying and falling of plant leaves and so trees dry.

In afforested areas, 28 family belonging to 10 team and 47 bug type belonging to 42 race were determined. It is understood that population of bug types is low and they have no much effect on drying of trees. Consequently, it is probable that drying of saplings, chemical structure of soil, air pollution and insufficient moisture in recent years in Elbistan town trigger drying.

**Key Words:** Afsin-Elbistan Thermal Power Plant, Wooded Land, Soil

Kahramanmaraş Sütçü İmam University  
Institute for Graduate Studies in Science and Technology  
Department of Biology, September / 2014

Supervisor: Prof. Dr. Cengiz BAHADIROĞLU

Page number: 66

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının her aşamasında bilgi, deneyim ve desteğini hiçbir vakit esirgemeyen, aynı zamanda arazi-laboratuar çalışmaları, literatür tarama ve örnek inceleme konularında bana imkân sağlayan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cengiz BAHADIROĞLU' na teşekkürlerimi içtenlikle sunarım.

Elbistan İlçesi'nden arazi çalışmalarının yapıldığı bölgeye kadar ulaşım araçlarını tahsis eden ve gerekli dökümanları elde etmemi sağlayan Afşin-Elbistan Termik Santrali A Ünitesi Genel Müdür Yardımcısı Elektronik Mühendisi Ertan ÇAKMAK' a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Laboratuar çalışmalarında yardımcı olan KSÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü çalışanlarına, tez çalışmamıza finansal destek sağlayan KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığına ve örnek analizleri sırasında yardımını benden esirgemeyen Uzman Biyolog Kübra KURT' a şükranlarımı sunarım.

Hayatım boyunca beni her konuda maddi ve manevi destekleyen, sevgi ve inançları ile her zaman yanımda olan annem Ülkü ÖZCAN ve babam Adnan ÖZCAN' a sonsuz teşekkürler ederim.

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
EKLER DİZİNİ .....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Afşin-Elbistan Termik Santrali .....	3
1.2. Santralin Çevreye Etkisi .....	8
1.2.1. Hava kirliliği .....	8
1.2.2. Toprak kirliliği .....	8
1.2.3. Su kirliliği .....	10
1.3. Afşin-Elbistan Kömür İşletmesi Hafriyat Dökülmüş Alanlardaki Ağaçlandırmanın Önemi .....	10
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	15
2.1. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar .....	15
2.2. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar .....	21
3. MATERYAL VE METOT .....	23
3.1. Materyal .....	23
3.1.1. Afşin-Elbistan Termik Santralinin coğrafik yeri ve tarımsal durumu .....	23
3.1.2. İklim .....	23
3.1.3. Toprak özellikleri .....	24
3.2. Metod .....	25
3.2.1. Böcek örneklerinin toplanması ve tür teşhisi .....	25
3.2.2. Ağaçlandırılmış alanlarda toprağın sıcaklık ve neminin ölçülmesi .....	26
3.2.3. Atmosfer kirliliğinin belirlenmesi .....	28
3.2.4. Toprağın fiziko-kimyasal yapısının teşhisi .....	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	32
4.1. Zararlı Böcek Faunası ve Popülasyon Durumu .....	33



4.2. Vejetasyon Döneminde Ağaçlandırılmış Alanlarda Toprağın Sıcaklık ve Nem Durumu .....	36
4.3. Atmosfer Kirliliğinin Değerlendirilmesi .....	39
4.4. Toprağın Fiziko-Kimyasal Analizi .....	42
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	46
KAYNAKLAR .....	50
EKLER .....	57
ÖZGEÇMİŞ .....	666

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Dünyada 2011 yılı birincil enerji kullanımı.....	1
Şekil 1.2. Türkiye’de birincil enerji üretiminin kaynaklar bazındaki dağılımı .....	2
Şekil 1.3. Afşin-Elbistan Termik Santrali A ünitesi .....	3
Şekil 1.4. Afşin-Elbistan Termik Santrali B ünitesi .....	4
Şekil 1.5. Termik Santral bacalarından çıkan gazların uzaktan görünüşü .....	9
Şekil 1.6. Sıkışması için bekletilen kül-cüruf ve toprak karışımı.....	11
Şekil 1.7. 27-20 yıllık karışık orman alanından bir kesit .....	14
Şekil 3.1. Hafriyat döküm sahasındaki ağaçlandırılmış arazinin uydu görüntüsü ....	25
Şekil 3.2. Toprak burgu aleti ile numune alımı ve saklama kabı .....	27
Şekil 3.3. Saturasyon analizleri .....	29
Şekil 3.4. pH metre ile toprak reaksiyon analizi.....	30
Şekil 4.1. 27-20 yıllık parselde tepe dallarından kurumuş yalancı akasya .....	32
Şekil 4.2. Yakalanan böcek faunasının toplandığı lokasyon ve oranları .....	36
Şekil 4.3. Afşin ve Elbistan’ın aylık toplam yağış ortalaması .....	38
Şekil 4.4. Afşin ve Elbistan’ın aylık sıcaklık ortalaması .....	38
Şekil 4.5. Afşin ve Elbistan’ın aylık nem ortalaması.....	38
Şekil 4.6.Asit yağmuru sonucu dikili fidanların yapraklarındaki nekroz yanıkları....	41

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa No

Çizelge 1.1.Afşin-Elbistan Termik Santrali A ve B ünitelerinin genel bilgileri .....	5
Çizelge 1.2. Elbistan havzasının ortalama değerleri.....	6
Çizelge 1.3.A ve B ünitelerine verilen yıllık kömür miktarları.....	6
Çizelge 1.4. Yıllara göre dikilen fidan miktarı ve türleri.....	12
Çizelge 3.1. Ağaçlandırılmış araziden çevre mntıkların uzaklığı.....	28
Çizelge 4.1. Ağaçlandırılmış alanlarda zararlı ve faydalı böcek türlerinin dağılımı..	34
Çizelge 4.2. Ağaçlandırılmış alan ve çevre köylerin toprak sıcaklık ve nem oranı ...	37
Çizelge 4.3. Hava kalitesi emisyon sınır değerleri .....	40
Çizelge 4.4. Toprak fiziko-kimyasal analiz sonuçları .....	44
Çizelge 4.5. Topraktaki ağır metal sınır değerleri .....	45

## EKLER DİZİNİ

### Sayfa No

Ek 1. Arazide tespit edilen Coleoptera takımına ait türler .....	58
Ek 2. Arazide tespit edilen Hemiptera ve Neuroptera takımına ait türler .....	61
Ek 3. Arazide tespit edilen Lepidoptera takımına ait türler .....	63
Ek 4. Arazide tespit edilen Hymenoptera ve Homoptera takımına ait türler .....	64
Ek 5. Arazide tespit edilen Odonata, Orthoptera, Dermaptera ve Diptera takımına ait türler .....	65

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>AAS</b>	: Atomic Absorbtion Spectrofotometer
<b>Al</b>	: Alüminyum
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	: Alüminyum Oksit
<b>As</b>	: Arsenik
<b>Ba</b>	: Baryum
<b>C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub></b>	: Askorbik Asit
<b>CaO</b>	: Kalsiyum Oksit
<b>Cd</b>	: Kadmiyum
<b>Co</b>	: Kobalt
<b>CO</b>	: Karbon Monoksit
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Karbon Dioksit
<b>Cr</b>	: Krom
<b>ÇED</b>	: Çevresel Etki Değerlendirme
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	: Demir (III) Oksit
<b>FeSO<sub>4</sub></b>	: Demir (II) Sülfat
<b>Ga</b>	: Galyum
<b>Ge</b>	: Germanyum
<b>ha</b>	: Hektar
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	: Sülfirik Asit
<b>HCl</b>	: Hidroklorik Asit
<b>HClO<sub>4</sub></b>	: Perklorik Asit
<b>HF</b>	: Hidrojen Florür
<b>Hg</b>	: Civa
<b>HNO<sub>3</sub></b>	: Nitrik Asit

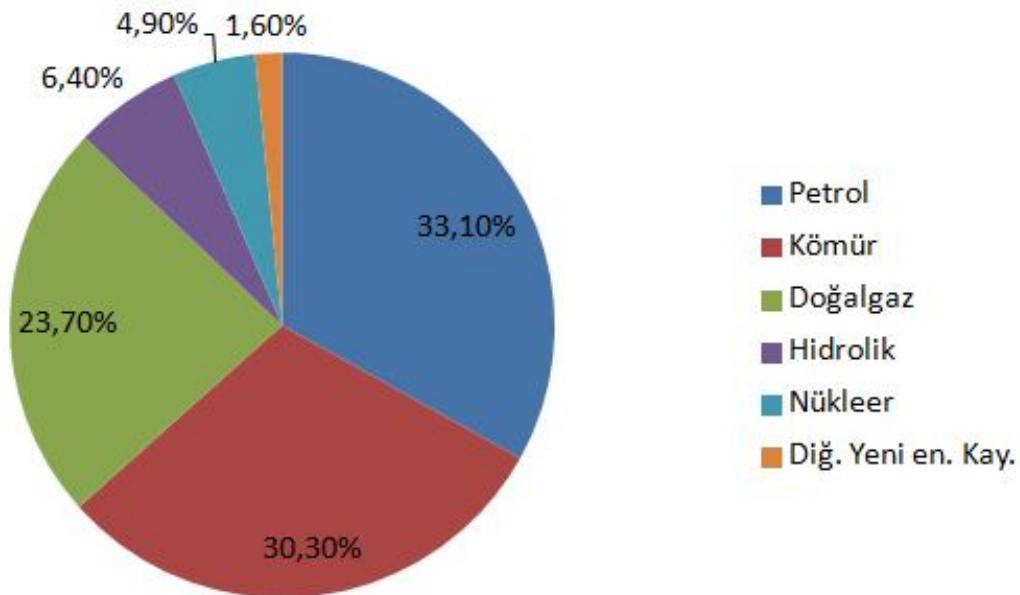
<b>K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b>	: Potasyum Dikromat
<b>Kcal</b>	: Kilokalori
<b>kWh</b>	: Klowatt Saat
<b>MgO</b>	: Magnezyum Oksit
<b>Mn</b>	: Mangan
<b>Mo</b>	: Molibden
<b>Mtep</b>	: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
<b>MW</b>	: Megawatt
<b>N</b>	: Azot
<b>Na</b>	: Sodyum
<b>NH<sub>4</sub>OAc</b>	: Amonyum Asetat
<b>Ni</b>	: Nikel
<b>NO</b>	: Azot Oksit
<b>P</b>	: Fosfor
<b>Pb</b>	: Kurşun
<b>S</b>	: Kükürt
<b>Sb</b>	: Antimon
<b>Se</b>	: Selenyum
<b>Sn</b>	: Kalay
<b>SOD</b>	: Süperoksit Dizmutaz
<b>SO<sub>2</sub></b>	: Kükürt Dioksit
<b>SO<sub>3</sub></b>	: Kükürt Trioksit
<b>SO<sub>4</sub></b>	: Sülfat
<b>Ti</b>	: Titanyum
<b>Zn</b>	: Çinko

## 1. GİRİŞ

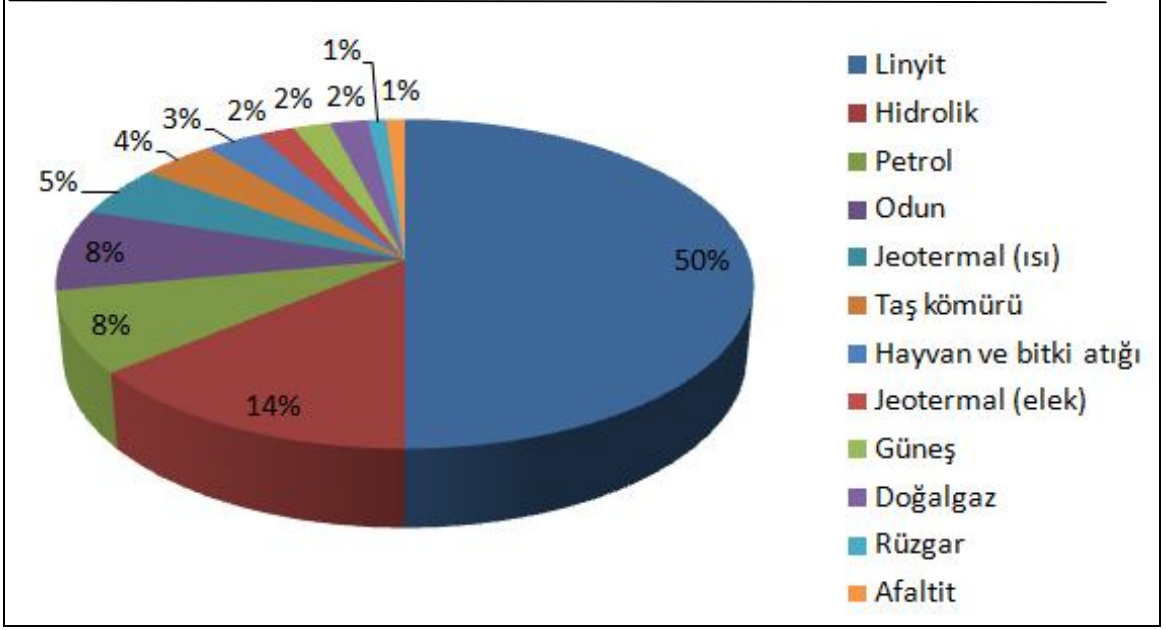
Gelişmekte olan ülkelerdeki hızlı nüfus artışı ve sanayileşme enerji ihtiyacının hızla artmasına sebep olmaktadır. Ayrıca enerji kaynakları ekonomik ve gelişmişlik düzeyini tetikleyen temel unsurlarından biridir. Günlük hayatın her aşamasında ihtiyaç duyulan enerji özellikle sanayi, konut ve ulaştırma sektörlerinde önemli paya sahiptir. Kullanılışlarına göre enerji kaynakları yenilenebilir (güneş, rüzgar, jeotermal, hidrojen vs.) ve yenilenemeyen (kömür, petrol, doğalgaz, uranyum) olarak ikiye ayrılırken; dönüştürülebilirliklerine göre birincil (kömür, petrol, doğalgaz, güneş, rüzgar, nükleer) ve ikincil (elektrik, benzin, hava gazı, sıvılaştırılmış petrol gazı) enerji kaynaklarına ayrılır (Koç ve Şenel, 2013).

Dünya enerji ihtiyacının %90'ını herhangi bir değişime ya da dönüşüme uğramamış şekli olan birincil (primer) enerji kaynaklarından sağlamakta, 2011 yılı verilerine göre dünyada bu amaçla kullanım miktarı 12274,6 Mtep (milyon ton eşdeğer petrol) olarak belirlenmiştir. 2011 yılı istatistiklerine göre dünyada enerji elde edilmesinde %33,1 petrol, %30,3 kömür ve %23,7 doğalgaz kullanılmıştır (Şekil 1.1).

Şekil 1.2'de görüldüğü gibi 2011 yılında ülkemizde elektrik enerjisi üretiminde; %50 linyit, %14 hidrolik, %8 petrol, %8 odun, %5 jeotermal ısı ve %4 taş kömüründen yararlanılmıştır (Koç ve Şenel, 2013).



Şekil 1.1. Dünyada 2011 yılı birincil enerji kullanımı (Koç ve Şenel, 2013)



Şekil 1.2. Türkiye'de birincil enerji üretiminin kaynaklar bazındaki dağılımı (Koç ve Şenel, 2013)

Dünyada artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek için kaynakların elverdiği ölçüde değişik üretim teknikleri geliştirilmiştir. Kullanım alanlarında farklılık göstermesine rağmen ihtiyaç duyulan en önemli enerji çeşidi elektriktir. Bu enerjiyi elde etmek için uygulanan yöntemlerden biriside termik santral işletmeleridir.

Termik santraller, çeşitli fosil yakıtların yakılması sonucu oluşan ısı enerjisi ile suyun ısıtılarak yüksek basınçlı buhar haline dönüştürülmesi ve buhar aracılığı ile elektrik jeneratörlerinin çok hızlı şekilde döndürülerek, jeneratörlerdeki magnetlerde oluşan elektrik impulslarının yoğunlaştırılması sonucu elektrik enerjisi üretimi esasına dayanır (Goncaloğlu ve ark., 2000).

Termik santrallerde elektrik enerjisi üretimi için yakıt olarak linyit, doğalgaz, motorin, fuel oil, taş kömürü, sıvılaştırılmış gaz (LPG), nafta gibi fosil yakıtlar ve türevleri, jeotermal kaynaklar ve çeşitli organik atıklar kullanılmaktadır. Dünyada zengin linyit yataklarının bulunuşu, kısa sürede ve düşük maliyetlerle inşa edilmesi gibi getirdiği avantajlardan dolayı diğer elektrik enerjisi üreten santrallere göre tercih sebebidir.

Ülkemizde Elektrik Üretim Anonim Şirketine bağlı olarak çalışan 11 adet termik santral bulunmakta ve bunların içerisinde toplam kurulu gücü, yıllık üretim kapasitesine göre Afşin-Elbistan Termik Santrali birinci sırada yer almaktadır.



### 1.1. Afşin-Elbistan Termik Santrali

Afşin-Elbistan Termik Santrali Kahramanmaraş ilinin 154 km. kuzeyinde Afşin ve Elbistan ilçeleri arasında 228.982 m<sup>2</sup> alanda olup ülkemizin elektrik enerjisi ihtiyacının büyük bir kısmını sağlayan ve açık işletme usulü ile çalışan en önemli santralidir. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu ile Maden Tetkik ve Arama Müdürlüğü'nün ortak çalışmalarıyla 1967 yılında Afşin-Elbistan Havzasında düşük kalorili bol miktarda linyit rezervi olduğu tespit edilmiş ve bu linyitlerden faydalanmak üzere bir termik santral kurulmasına karar verilmiştir. 1973 yılında temelleri atılan Afşin-Elbistan A Termik Santrali 1984 yılında üretime başlamıştır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Afşin-Elbistan Termik Santrali A ünitesi

Elektrik Üretim Anonim Şirketi'nin yatırım programında yer alan Afşin-Elbistan B Termik Santrali'nin yapımına ise ülkemizin yaşadığı enerji darboğazı sorununa çözüm getirmek ve aynı yörede bulunan düşük kalorili linyit kömürünün değerlendirilmesi amacıyla karar verilmiştir. Açılışı itibariyle Türkiye'nin en büyük enerji santrali olma özelliğini kazanmış olan B Termik Santrali, net 9,1 milyar kWh olan yıllık üretimi ile Türkiye'ye enerji üretiminde % 6,5 civarında katkı payı sağlamaktadır (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Afşin-Elbistan Termik Santrali B ünitesi

Afşin-Elbistan Termik Santraline bağlı linyit işletmeleri yaklaşık 4,4 milyar ton kömüre sahip olup bu yönüyle ülkemizin toplam linyit rezervinin %46'sını oluşturmaktadır. Linyit havzası, rezervin ve çalışma alanının büyüklüğü nedeniyle linyit rezervinin konumunu belirlemek için A, B, C, D, E, F sektörlerine bölünmüştür. Havzanın ortasından geçen Hurman Çayı'nın batısındaki linyit rezervi, C ve E sektörleri, doğusundaki linyit rezervi A, B, D, F sektörleriyle tanımlanmaktadır.

Afşin-Elbistan A ve B Termik Santrallerinin genel bilgileri Çizelge 1.1.'de verilmiştir (Anonim, 2013).

Çizelge 1.1. Afşin-Elbistan Termik Santrali A ve B ünitelerinin genel bilgileri (Anonim, 2013)

İşletme adı	Afşin-Elbistan A Termik Santrali	Afşin-Elbistan B Termik Santrali
Ünite sayısı	(3x340 + 1x335) MW	(4x360) MW
Kurulu gücü	1355 MW	1440 MW
Yapımcı firma	ABB, VKW, Bran-Lübbe, Merlin-Gerin, Siemens, Balcke-Dürr, Foster Wheeler, Kutlutaş, Orhan Çarmıklı, Yapı Ticaret	Mitsubishi, Babcock, Gama-Tekfen-Tokar Ortaklığı, Enka Konsorsiyumu
İşletme açılış tarihi	I. ünite 07/07/1984 II. ünite 03/03/1985 III. ünite 25/01/1986 IV. ünite 06/12/1988	I. ünite 03/03/2004 II. ünite 18/06/2004 III. ünite 23/09/2004 IV. ünite 14/11/2004
Ana yakıt cinsi	Düşük kaliteli linyit kömürü (Tüvanen)	Düşük kaliteli linyit kömürü (Tüvanen)
Yakıtın alt ısıl değeri	950-1500 kcal/kg	950-1500 kcal/kg
Nominal yükte ana yakıt ihtiyacı	3 000 ton/saat	950 kcal'de 855 ton/saat 1 150 kcal'de 691,2 ton/saat
Santralin günlük yakıt ihtiyacı	66 000 ton	72 000 ton
Yardımcı yakıt cinsi	Fuel oil-motorin	Fuel oil-motorin
Ana yakıt stok kapasitesi	1 000 000 ton	1 000 000 ton
Ünite genel verimi	%37,15	%38,82
Isı sarfiyatı	2,315 kcal/kWh	2,215 kcal/kWh

Elbistan havzası; rezervinin büyüklüğüne rağmen sondaj bazındaki alt ısıl değeri, kül ve nem oranı bakımından rezervinin büyük bir bölümü elektrik üretilebilir niteliktedir. Elbistan havzasının ortalama değerleri (F sektörü hariç) Çizelge 1.2.'de verilmiştir. (Anonim, 2013)

Çizelge 1.2. Elbistan havzasının ortalama değerleri (F sektöru hariç) (Anonim, 2013)

Havza sektörleri	Rezerv miktarı (milyon ton)	Termik santral potansiyeli (MW)	Rezerv süresi (yıl)	Alt ısı değeri (Kcal/kg)	Nem (%)	Kül (%)	Kükürt (%)	Dekapaj oranı (m <sup>3</sup> /ton)
A	574	1,400	30	1101	53,2	19,9	2,48	2,83
B	431,25	1,400	25	1156	50,3	22,4	2,03	2,15
C	759	1,400	40	1113	53,6	19,2	2,03	2,19
D	758	1,400	40	1201	52,6	19,2	2,16	2,73
E	741	1,400	40	1152	50,9	18,2	1,84	6,03

\*\*Dekapaj: Maden yatağındaki cevhere ulaşılmaması için yapılan kazı miktarıdır.

Santralde (A ünitesi) yakıt olarak Kışla köy bölgesinden çıkarılan düşük kalorili kömür kullanılmaktadır. Bu amaçla kömür çıkarılmadan önce toprağın humuslu tabakası alınır ve buna takiben 4 adet toprak döner kepçeli ekskavatörlerle 80 m. kadar kazılır, daha sonra 80-120 m. derinlik arasında bulunan linyit kömür çıkarılır.

Termik Santralinin toplam kurulu gücü A ünitesinde 1355 MW olan ve B ünitesinde 1440 MW olmakta tam kapasite ile çalışması durumunda yılda yaklaşık 17 milyar MW elektrik enerjisi üretmektedir. Bu üretimi gerçekleştirebilmek için yılda 16 milyon ton kömüre ihtiyaç duyulmaktadır. Afşin-Elbistan Linyit İşletmeleri Müdürlüğü'nden elde edilen bilgilere dayanarak ünitelere verilen yıllık kömür miktarları Çizelge 1.3'de belirtilmiştir. Santral kuruluşundan günümüze kadar en yüksek elektrik enerjisi üretimini 1999 yılında 7,2 milyar kWh olarak gerçekleştirmiştir. Afşin-Elbistan Termik Santralinde bulunan düşük kalorili linyit kömürünün ekonomiyeye kazandırılması ve elektrik enerjisi üretimi amacıyla yapılan her iki ünitenin ülke ekonomisine katkısı yaklaşık 16 milyar TL'sını bulmaktadır. Üretim maliyeti açısından hidroelektrik santrallerden sonra en düşük santral olup 1,56 cent/kWh birim üretim maliyeti ile linyit santralleri arasında en ekonomik olanıdır (Anonim, 2012).

Çizelge 1.3. A ve B ünitelerine verilen yıllık kömür miktarları (Anonim, 2012)

Yıllar	A santraline verilen kömür (ton)	B santraline verilen kömür (ton)
1984	1.192.882	0
1985	5.711.796	0
1986	11.367.158	0
1987	7.138.499	0
1988	4.261.711	0

Çizelge 1.3'ün devamı

1989	12.391.057	0
1990	11.398.672	0
1991	9.619.724	0
1992	10.377.639	0
1993	8.035.669	0
1994	11.833.272	0
1995	12.614.053	0
1996	11.820.177	0
1997	10.656.519	0
1998	16.855.568	0
1999	17.129.999	0
2000	10.970.167	0
2001	12.290.128	0
2002	7.170.446	0
2003	7.319.037	0
2004	4.701.167	1.403.356
2005	6.748.505	9.070.679
2006	6.673.319	9.838.720
2007	10.280.024	13.077.860
2008	10.818.961	15.832.663
2009	10.362.824	9.320.813
2010	5.174.736	Park devrede olduğundan kömür verilmemiştir.
2011	8.274.563	11.146.020
2012 (Ağustos sonu)	5.429.512	7.740.754
Toplam	268.617.784	77.357.249
A+B Santrallerine verilen toplam kömür (ton)		345.975.033

## 1.2. Santralin Çevreye Etkisi

Santralden çıkarılan kömür, diğer maden türlerinden farklı olarak hem daha fazla tüketilmesi hem de elde edilirken çok miktarda toprak kaldırılması, kömür rezervlerinin ekilebilir ve ormanlık arazilerin altında olması gibi nedenlerden dolayı ayrı bir özelliğe sahiptir. Bu bakımdan birçok maden türü için az veya çok çevre kirliliği söz konusu olmakla beraber, kömür elde edilirken meydana gelen çevre tahribatı diğer maden türleriyle kıyaslandığında daha ciddi boyutlardadır.

Termik santralden kaynaklanan çevre kirliliği etmenleri genelde hava, toprak ve su kirliliğine yol açmaktadır (Goncaloğlu ve ark., 2000).

### 1.2.1. Hava kirliliği

Termik santralde kömürün yakılması ile içerisinde yanmayan inorganik kısım kül olarak kalmakta ve parçacık büyüklüğü küçük olan bu küller baca gazları ile birlikte dışarı atılmaktadır. Termik santralde kömür yakılırken ortamın sıcaklığı yaklaşık olarak 1500°C civarında olmakta ve bu sıcaklık kömür içerisinde bulunan birçok elementin gaz haline geçmesi için yeterlidir. Kömür içerisinde bulunan S ve N elementlerinin yanma sonucu oksitlenmesi ile NO ve SO<sub>2</sub> gazları oluşarak baca ile dışarı atılmaktadır. Ayrıca yanma ünitesine hava verildiğinden normal atmosfer havasında bulunan N<sub>2</sub> gazı da 950 °C üzerinde NO gazlarına dönüşmektedir (Karagöktaş, 2012).

Afşin-Elbistan Termik Santralinde her bir ünite için elektrik üretimi ile doğru orantılı olarak bacadan 270-330 m<sup>3</sup>/sn debide CO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, partikül maddeler gibi gazlar havaya karışmaktadır (Anonim, 2012).

### 1.2.2. Toprak kirliliği

Termik santralin bacasından çıkan uçucu külde Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, Cl, SO<sub>3</sub> vb. gibi element ve bileşikler bulunur. Uçucu küllerin fiziksel ve kimyasal özellikleri kömürün türü, yakılmadan önceki öğütülme (pulvarizasyon) derecesine, kazan çeşidi, yakma sıcaklığı vs. faktörlerle bağlantılıdır (Ural, 2005).

Bacalardan çıkan uçucu küller rüzgarın yönü ve hızına bağlı olarak belli bir zaman zarfı sonunda santral çevresindeki bulunan tarım arazileri ve diğer alanlara çökmektedir (Şekill.5). Ortama katılan bu uçucu küller ile birlikte yanma sırasında oluşan ağır metalle-

rin de çevreye dağılması söz konusudur. Uzun vadede tarım arazilerine taşınan ağır metaller yörede yetiştirilen bitkilerin gelişimi için tehdit oluşturur (Karagöktaş, 2012).



Şekil 1.5. Termik Santral bacalarından çıkan gazların uzaktan görünüşü

Toprağa kirlenici olarak katılan ağır metallerin toprak kirlenmesi bakımından değerlendirilmesi aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır (Çepel, 2006).

- Ağır metallerin katılımı ile biyolojik aktivite değiştiği gibi katılan ağır metaller toprağın kimyasal yapısını değiştirmektedir.
- Simbiyotik olarak çiçekli bitkiler ile ortak yaşayan böcekler üzerine toksik etkilerinden dolayı bu canlıların gelişmesi azalmakta ve dolayısıyla çiçekli bitkilerin tozlaşması zorlaşmaktadır. Ayrıca toprak pH'ındaki değişim ile bazı besin elementlerinin sağladığı faydalar azalmaktadır.
- Havaya katılan atık maddeler meteorolojik faaliyetler ile uzak alanlara taşınmakta ve kirlenmemiş toprakların kirlenmesine neden olmaktadır.
- Asit yağışları bitkilerin toprak altı ve üstü aksamlarına zarar vererek bitkilerin kurumasına buna bağlı olarak besin alınımının engellenmesine yol açmaktadır.

### 1.2.3. Su kirliliği

Termik santralde buhar üretme, soğutma ve temizlik işlemleri için saatte 1,5 m<sup>3</sup> su kullanılmaktadır. Tüketilen soğutma suyu kullanılmadan önce bir takım çeşitli kimyasal işlemlerden geçirilmekte ve makinelere zarar vermesi önlenmektedir. Fakat bu işlemler atık suların FeSO<sub>4</sub> bakımından zenginleşmesine sebebiyet vermektedir. Santral etrafındaki su kaynağından temin ettiği soğutma suyunu tekrar aldığı kaynağına geri vermesi sonucu zaman içerisinde kirliliğıe yol açmaktadır. (Avcı, 2005)

Santralin su kirliliğıine neden olduğı diğer faktörde atık su sıcaklığı ile alakalıdır. Çıkan ısının yaklaşık %15'i baca gazı ile, %85'i su ile ortama verilmektedir. Sıcak su ile kaynaktaki soğuk suyun karışması sonucunda suyun yoğunluğu, ısısı artmakta, viskozitesi, yüzey gerilimi ve oksijen çözebilme kapasitesi azalmaktadır. Nihai olarak fiziko kimyasal ve biyolojik özellikleri değışmektedir. Böylece su kaynaklarında yaşayan canlılar olumsuz etkilenmektedir (Avcı, 2005).

### 1.3. Afşin-Elbistan Kömür İşletmesi Hafriyat Dökülmüş Alanlardaki Ağıaçlandırmanın Önemi

Açık kömür işletmeciliğı yapılan sahalarda sırasıyla bitki örtüsü, toprak tabakası ve altındaki materyal kaldırılmakta nihai olarak kömür çıkarılmaktadır. Ağır iş makineleri kullanılarak gerçekleştirilen işlemler sonucunda; bu sahalarda çevredeki hava, su ve toprak kaynakları ciddi oranda zarar görmektedir. Kömürü çıkarmak amacıyla yapılan hafriyat işlemleri sonucunda sahanın topoğrafyası da ciddi şekilde değışmekte olup aktif üst katmanlarda yaşayan canlılar alt sedimanlardaki jeolojik materyal ile karışarak yok olmaktadır. Bu olumsuzlukları en az düzeye indirmek için Afşin-Elbistan Termik Santralinin üretim faaliyetine başlamadan önce planladığı ve halen uygulanmasına devam edilen arazinin yeniden düzenleme çalışmalarıyla, toprak tahribini azaltmaktadır (Karakurt ve ark., 2009).

Santral çevresinde kömür havzadan çıkarılmadan önce toprağın verimli kısmı olan humuslu tabakası alınır sonra toprak döner kepçeli ekskavatörlerle 80 m. derinliğe kadar kazılır, nihai olarak 80-120 m. arası derinlikteki düşük kalorili kömür çıkartılır. Kömürü çıkarılmış boş alanlara önce termik santralde kömürün yanması sonucu oluşan kül-cüruf karışımı doldurulur ve yüzey kısım ise daha önceden alınan humus tabakasıyla kapanır.



Santral ünitelerinin tam kapasite ile çalışması durumunda günlük 11.880 ton kül, 1306 ton cüruf oluşturmakta, bu rakamlarda yıl bazında 4.276.800 ton kül ve 470.448 ton cüruf oluşumu anlamına gelmektedir (Anonim, 2012).

İşletmenin üretim faaliyetine başlamasından itibaren geçen 32 yıl içerisinde 9070 dönümden fazla alan kül-cüruf karışımı ve humuslu toprak tabakası ile doldurulmuş, sonrasında 3-4 yıl toprağın sıkışması beklenilmiştir. Sıkışan toprak üzerine yaklaşık 2-3 m. aralıklarla çukurlar kazılmış, içerisine organik çiftlik gübresi dökülmüş ve bu çukurlara 2-3 yıllık tüplü veya tüpsüz ağaç fidanları dikilmiştir. Ağaç fidanlarının kurumaması için dikildiği andan itibaren 3-4 yıl süre ile sulama sistemi yardımıyla sulanmıştır (Şekil 1.6).



Şekil 1.6. Sıkışması için bekletilen kül-cüruf ve toprak karışımı

Linyit İşletmesi Müdürlüğünün verilerine göre ilk ağaçlandırma çalışması 1987 yılında başlanmış 2012 yılına kadar 510.101 adeti tüplü, 233.184 adeti ise tüpsüz olmak üzere toplamda 743.285 adet fidan dikilmiştir. Yıllara göre dikilen fidan türleri ve miktarı Çizelge 1.4.'de belirtilmiştir. (Anonim, 2012).

Çizelge 1.4. Yıllara göre dikilen fidan miktarı ve türleri (Anonim, 2012)

Yıllar	Dikim Ayı	Cinsi	Miktarı (Adet)	Toplam Miktarı (Adet)
1987	Kasım	Sedir (Tüplü)	6.000	12.000
		Çam (Tüplü)	6.000	
1988	Mart	Akasya	32.000	46.000
		Akçaağaç	9.500	
		Dişbudak	4.000	
		Çınar	500	
1989	Mart	Akasya	13.000	60.000
		Akçaağaç	10.000	
		Dişbudak	10.000	
		Sofura	8.000	
		Yalancı Akasya	5.000	
		Melye	5.000	
		Karaçam (Tüplü)	8.000	
1990	Mart	Akasya	39.664	41.664
		Sedir (Tüplü)	2.000	
1991	Mart	Akasya	23.000	30.000
		Sofura	3.000	
		İğde	1.000	
		Karaçam (Tüplü)	2.000	
		Sedir (Tüplü)	1.000	
1992	Mart	Karaçam (Tüplü)	21.500	43.500
		Akasya	22.000	
1993	Mart	Karaçam (Tüplü)	10.000	39.239
		Sedir (Tüplü)	15.000	
		Akasya	14.239	
1994	Mart	Sedir (Tüplü)	1.370	8.435
		Karaçam (Tüplü)	5.703	
		Karaçam (Tüpsüz)	1.362	
1995	Mart	Sedir (Tüplü)	20.000	27.281
		Karaçam (Tüplü)	5.000	
		Sofura	1.011	
		Dişbudak	1.270	
1996	Mart	Sedir (Tüplü)	4.479	4.479
1997	Dikim yapılmamıştır.			
1998	Mart	Karaçam (tüplü)	5.000	5.818
		Sedir (tüplü)	818	
1999	Mart	Karaçam (tüplü)	4.000	8.000
		Sedir (tüplü)	4.000	
2000	Mart	Karaçam (Tüplü)	3.308	15.308
		Sedir (Tüplü)	11.800	
		Ardıç (Tüplü)	200	
2001	Mart	Karaçam (Tüplü)	4.127	12.576
		Sedir (Tüplü)	8.449	
2002	Mart	Karaçam (Tüplü)	4.000	14.600
		Sedir (Tüplü)	10.350	
		Ardıç (Tüplü)	250	

Çizelge 1.4'ün devamı

2003	Mart	Karaçam (Tüplü)	7.000	12.190
		Sedir (Tüplü)	4.690	
		Ardıç (Tüplü)	500	
2004	Mart	Karaçam (Tüplü)	5.000	20.695
		Sedir (Tüplü)	14.695	
		Ardıç (Tüplü)	1.000	
2005	Mart	Karaçam (Tüplü)	17.850	34.000
		Sedir (Tüplü)	15.550	
		Ardıç (Tüplü)	500	
		Mavi Ladin (Tüplü)	100	
2006	Mart	Karaçam (Tüplü)	10.000	35.000
		Sedir (Tüplü)	24.615	
		Mavi Ladin (Tüplü)	385	
2007	Mart	Karaçam (Tüplü)	15.000	50.000
		Sedir (Tüplü)	35.000	
2008	Nisan	Sedir (Tüplü)	15.000	45.000
		Mahlep	30.000	
	Kasım	Karaçam (Tüplü)	11.500	34.000
		Sedir (Tüplü)	22.500	
2009	Kasım	Sedir (Tüplü)	35.000	50.000
		Karaçam (Tüplü)	10.000	
		Boz Ardıç (Tüplü)	5.000	
2010	Kasım	Karaçam (Tüplü)	13.500	43.500
		Sedir (Tüplü)	30.000	
2011	Kasım	Karaçam (Tüplü)	15.000	50.000
		Sedir (tüplü)	35.000	
24 Yılda 907,6 Hektara Dikilen Toplam Fidan Miktarı				743.285

Ağaçlandırılmış alanda bulunan fidan türlerinin %68'ini iğne yapraklılar (lûbnan sediri (*Cedrus libani*), karaçam (*Pinus nigra*), boylu ardıç (*Juniperus excelsa*), mavi ladin (*Picea punges*)) ve %32'lik kısmını ise geniş yapraklılar (akasya (*Acacia cyanophylla*), toros akçaağacı (*Acer hyrcanum*), çiçekli dişbudak (*Fraxinus ornus*), batı çınarı (*Platanus occidentalis*), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*)) oluşturmaktadır (Şekil 1.7).



Şekil 1.7. 27-20 yıllık karışık orman alanından bir kesit

Ağaçlandırılmış araziler başta çeşitli böcek türleri olmak üzere sürüngen, kuş ve memeli hayvanlar için doğal bir yaşam alanı oluşturmaları sebebiyle önemli bir biyoçeşitliliğe sahiptirler. Bu yönüyle de ekosistemde önem arzederler. Özellikle de böcek türlerinin ağaçlandırılmış bu alanlarda oluşumu diğer hayvanlar için besin kaynağı (örneğin; sürüngen ve kuşlar için) durumunda olması konunun önemini artırmaktadır. Ağaçlandırılmış arazilerin bir diğer önemi de yağmurlar sonucu oluşabilir yüzey erozyonunu ile rüzgardan kaynaklanan toprak-toz hava kirliliğini önlemesidir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünyada ve ülkemizde termik santrallerin çevreye etkisi konusunda çok sayıda bilimsel çalışmalar yürütülmüş ve bu araştırmaların çoğunda santrallerde yanma sonucu oluşan kimyasal bileşenlerin yol açtığı bir takım olumsuzluklardan bahsedilmiştir.

### 2.1. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

Ülkemizde termik santrallerden elektrik elde etme işletmeleri 20. yüzyılın 60.cı yıllarından sonra başlamış ve çevrede yol açtığı bir takım olumsuzluklar konusunda ilk aşamalarda pek fazla bilimsel araştırmalar yürütülmemiştir. Termik santralleri konu edinen çalışmalar 1980'lerden sonra yayın ve basın organlarında yerini bulmaya başlamıştır. Müezzinoğlu ve Türkman (1985), "Termik Santrallerden Çıkan Kömürlü Atık Sularının Çevresel Etkileri ve Arıtımı" adlı eserinde kömürün yanması sonucu ortaya çıkan kimyasallardan bahsederek, Bakırçay nehrinden alınan örneklerdeki kirlilik oranını saptamıştır.

Yatağan Termik Santrali ve santralin ormanlardaki zararı ile ilgili yürütülen çalışmada; santral çevresindeki kızılçam ormanlarındaki kurumalar tespit edilmiş, ancak ilk başlarda kurumaların sebebi anlaşılamamıştır. Daha sonraki süreçte santralde yakılan kömür ve bacada tutulamayan kömür miktarı araştırılmıştır. Çalışma neticesinde, tutulamayan baca küllerinin zaman içinde çevre ağaçları üzerinde tahribata yol açtığı ve kızılçam ormanlarının kurumasının santral kaynaklı olduğu belirlenmiştir (Mol, 1986).

Alpacar (1989), termik santrallerde kömürün yanmasıyla oluşan CO, NO ve SO<sub>2</sub> gibi gazların çevreye fazla miktarda yayıldığını ve bu gazlardan SO<sub>2</sub> ile NO'nin asit yağmurlarının oluşumuna neden olduğunu savunmuştur. Santral bacalarından çıkan SO<sub>2</sub> ve NO'nin hâkim rüzgâr yönünde ortalama 2-7 gün arasında atmosfere taşınarak zaman içerisinde atmosferde bulunan su partikülleri ile birleşip H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve HNO<sub>3</sub> şekline dönüşerek SO<sub>2</sub> ve NO'lerin bitki köklerini tahrip ederek besin ve su iletimi sistemlerini görev yapamaz duruma getirmeleri sonucu kitlesel orman kurumalarına neden olduğu kaydedilmiştir.

Karadeniz Bakır İşletmeleri bacalarından çıkan emisyonların çevredeki bitkilere olan olumsuz etkisi araştırılmış, fabrikalara yakın bölgelerde, hakim rüzgâr yönlerinde SO<sub>2</sub> zararı ve buna bağlı nekrozlar tespit edilmiştir. Bitki örneklerinde S, F, Fe, Cu, Mn ve Zn kapsamalarının oldukça yüksek düzeylerde olduğu ve işletmelerden 3-6 km arasındaki uzak-

lıklarda toprak yüzeyinin aşırı düzeyde Fe ve Cu kirlendiği, ayrıca hakim rüzgar yönünde toprak pH'sında düşüşlerin olduğu kayıt edilmiştir. (Zabunoğlu ve ark., 1989).

Yatağan Termik Santrali'nin Muğla ve Yatağan çevresindeki orman toprakları ve ağaçlar üzerine etkisi incelenmiş, sonuçta çevre toprakları üzerinde yetişen Kızılçam (*Pinus brutia*) yapraklarında toplam S değerlerinin standart değerlerden çok yüksek olduğu, ayrıca topraktaki S miktarının artışına bağlı olarak Kızılçam yapraklarının S miktarlarının da yüksek olduğu gözlenmiştir. Dolayısı ile ağaçların hava kirliliğinden etkilendiği ve bu göstergelerin de kaynağa olan mesafe, yükselti ve hâkim rüzgâr yönü gibi parametrelerle ilişkili olduğu saptanmıştır (Sarigül, 1991).

Santral bacalarından kaynaklanan SO<sub>x</sub> bileşikleri, kömürdeki kükürdün yanma sırasında oksitlenmesi neticesinde açığa çıkar ve bu kükürtlü bileşiklerde insan sağlığı olduğu kadar bitki ve hayvanlar için zararlı olmaktadır. Kükürt oksitleri nemli ortamlarda yapraklarda asit halinde toplanıp, bitkinin köklerinde azotu indirgeyerek bakterilerin ölmesine yol açar ve böylece toprağın asitliliğini artırır (Gürkan, 1992).

Önder (1996)'e göre, termik santrallerde enerji üretiminde düşük kaliteli yakıtların yoğun olarak kullanılması ve emisyonların kontrolü için alınan önlemlerin yetersiz olması sonucu birçok santralde emisyon limitleri standart değerleri aşmakta ve çevreye büyük boyutlarda zarar vermektedir.

Yeniköy Termik Santrali civarında bazı karayosun türlerinin toksik metallere karşı daha toleranslı olduğu ayrıca; Cd 0,09 – 0,61 mg kg<sup>-1</sup>, Pb 1,40-115,53 mg kg<sup>-1</sup>, Cu 9,40 – 35,44 mg kg<sup>-1</sup>, Ni 5,50 – 285,90 mg kg<sup>-1</sup> ve Zn içeriklerinin 39,75 – 160,50 mg/kg<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür. Santral çevresinde kirliliğin belirlenmesinde biyoindikatör olarak yosunların kullanılabileceğini vurgulamıştır (Tonguç, 1997).

Taşkın (1998), uçucu küllerin bitkilerin biyolojik aktiviteleri ve azot mineralizasyonunu gözle görülebilir şekilde düşürdüğünü saptamıştır.

Seyitömer Termik Santrali çevresindeki topraklarda Pb, Zn, Cd, Cu, Co analizleri yapılmış ve uçucu küllerin çevreyi kirletme eğilimi belirlenmiş, sonuç olarak Co ve Pb miktarlarının en yüksek düzeyde olduğu ve bitkiler için tehlikeli boyuta ulaştığı kayıt edilmiştir (Çancı, 1998).

Başka bir çalışmada adı geçen santralden çıkan küllerin kimyasal bileşimleri, katı ve sıvı atık deşarjlarının toprak, hava ve su üzerine kirletici etkileri belirlemiştir (Güleç vd., 1999).

Ege Bölgesinde TKİ'ye bağlı linyit işletmeciliği tamamlanan sahalardaki materyal döküm harmanları üzerinde çeşitli ağaç türleri dikilmiştir. 5 yıl süren gözlemlerle Soma deneme alanında, tüplü ve tüpsüz olarak dikilen ağaç ve fidan türlerinin yaşama yüzdeleri bakımından önemli farklılıklar gözlenmemiştir. 4 yıl süren denemedeki ölçmelerin değerlendirilmesi sonucunda Milas deneme alanında çıplak köklü dikilen türler arasında yaşama yüzdeleri bakımından istatistikî anlamda önemli farklılık bulunmuş ve dikilen fidanların başarı sıralaması yapılmıştır. Milas deneme alanındaki fidanların Soma'dakilere göre bir yıl daha sonra dikilmesine rağmen yaşama yüzdeleri ve büyümeleri bakımından hızlı geliştikleri tespit edilmiştir (Karakurt, 2002, 2004).

Soma ve Tunçbilek Termik Santrallerinden kaynaklanan uçucu küllerin bazı özellikleri ve ağır metal içeriklerinin tespiti amacıyla yürütülen çalışmada, yakıt olarak linyit kullanılmasından dolayı çevresel problemlerin yalnız gaz emisyonlarından değil, uçucu küllerin depolanmalarındaki problemlerden de kaynaklanabileceğine ihtimal verilmektedir. Uçucu küllerle ilgili ana problem depolanan küllerin içerdiği ağır metallere kaynaklanmaktadır. Çalışmada sözü edilen başka bir nokta da, atmosfere yayılan uçucu küllerin su ile teması halinde toksik ağır metallerin çözünebilir hale gelebileceği ve bu durumun da toprakların kirlenmesine yol açabileceği yönündedir (Baba ve Kaya, 2003).

Diğer bir çalışmada Yatağan, Kemerköy ve Yeniköy Termik Santrallerinden çıkan uçucu gazların orman alanlarını önemli derecede etkilediği ve ağaçlarda sararma ve kurumalara neden olduğu tespit edilmiştir (Kantarıcı, 2003).

Termik santrallerde kömürün yanmasıyla oluşan ve içeriğinde bulunan kirliliğe sebep olma potansiyeline sahip As, Cd, Ga, Ge, Pb, Sb, Se, Sn, Mo, Ti, ve Zn gibi toksik iz elementlerin atıklara karıştığı gözlenmektedir (Sesli, 2003).

Çayırhan Termik Santrali bacalarından çıkan emisyonların kuzeydoğu yönüne ait toprakların pH değerleri diğer yönlerin pH değerlerinden daha düşük olup, pH ile toplam kükürt, Cd ve Pb kapsamı arasında  $P < 0,001$  düzeyinde önemli negatif ilişki bulunmaktadır. Her üç yönden alınan toprakların toplam Pb ve Ni kapsamı standart değerlerinin

altında bulunmuştur. Buna karşın, hakim rüzgar yönündeki topraklarda toplam Cd değerlerinin standart ölçüler üzerinde olduğu kayıt edilmiştir. Benzer şekilde, kuzeydoğu yönüne ait toprakların hepsinde ve güneydoğu yönüne ait toprakların büyük çoğunluğunda S kirlenmesi ve hakim rüzgar yönü tersi olan kuzeybatı yönünde de olası S kirlenmesi tanımlanmıştır (Karaca ve ark., 2005).

Tuna ve Girgin (2005) tarafından, Muğla Yatağan Termik Santralinden kaynaklanan uçucu küllerin mısır (*Zea mays* L.) bitkisinin büyüme ve beslenme etkileri araştırılmıştır. Uçucu kül, zengin bir mineral içeriğe sahip olup, bitki beslenmesine ve gelişmesine katkıda bulunabilir ve bu amaçla denemede bitki yetiştirme ortamına torf ve kuma ilaveten ortama % 6,25; %12,5; %18,75 ve %25 oranlarında kül karıştırılmıştır. Yetiştirme ortamına karıştırılan uçucu kül, yaprak ve köklerin mineral besin elementi içeriklerinde değişikliklere sebep olurken, bitkide ağır metal içeriği toksik düzeye ulaşmamıştır. Yüksek oranda uçucu kül karıştırılan deneme topraklarında ekilen mısırlarda kuru madde, gövde çapı, yaprak alanı ve toplam klorofil içeriğinde azalmalar görülmüş, düşük oranda kül karıştırılmış topraklarda ise bitkilerin büyüme parametreleri ve mineral beslenme düzeyinde olumlu etkilere varılmıştır.

Muğla-Yatağan Termik Santrali emisyonlarının santral etrafında tarım ve orman topraklarında içerdiği ağır metallerin oranı araştırılmış ve sonuçta toprakların ağır metal ve S kapsamlarının santrale olan mesafe ile ilişkili olmadığı, daha çok hâkim rüzgâr yönüne paralel olarak etkilendiği ve ayrıca ağır metal kapsamlarının toprak pH'sı ile ilişkili olduğu saptanmıştır. Toprakların ekstrakte edilebilir metal kapsamlarının santralin güney ve güneybatı yönlerinde genelde yüksek ve yoğun şekilde bulunduğu bu yöndeki bitkilerde ağır metal miktarlarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Toprak ve bitkiler üzerindeki kirliliğin santrale olan mesafeyle değil de, daha çok hâkim rüzgâr yönüyle ilgili olduğu sonucuna varılmıştır (Haktanır vd., 2010).

Özyurt (2006)'a göre, toprak ve bitkiler üzerindeki kirliliğin termik santrallerde oluşan atıklardaki iz elementleri ve ağır metallere kaynaklandığı varsayılmaktadır.

İç Anadolu Bölgesinde 33 farklı ağaç kurumalarına rastlanmıştır. Kuruma nedeninin belirlenmesinde genelde meteorolojik göstergeler, toprak profili ile analizi ve böceklerin faaliyeti göz önüne alınmıştır. Örneğin bu verilerin tümü dikkate alındığında ağaç kurumalarının %37'sinin kuraklıktan, %15'inin dondan, %15'inin topraktaki olumsuzluklar-



dan, %24'ünün ağaçlandırma tekniğinin yanlış uygulamasından, %6'sının zararlılardan ve %3'ünün hastalıklardan kaynaklanmıştır (Semerci ve ark., 2006).

Literatürlerde Afşin-Elbistan Termik Santrali ile ilgili bilimsel çalışmalara az rastlanılmakta olup bu konuda KSÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyeleri tarafından 1998 yılında TÜBİTAK tarafından desteklenen proje çerçevesinde santral çevresindeki hafriyat topraklarında ağaçlandırılmış arazide biyosenözün gelişimi konusunda yürütülen araştırmalar dikkat çekicidir. Santral çevresinde; 21 bitki, 38 böcek, ayrıca toprakta yaşayan birçok bakteri ve fungus türleri tespit edilmiştir (Bahadıroğlu ve ark., 2003).

Karaca (1997) tarafından, Afşin-Elbistan Termik Santralinde genel olarak hakim rüzgar yönünde alınan numunelerin iz elementi ve ağır metal içerikleri, çevre köylerden alınan numunelere kıyaslandığında yüksek bulunmuş, özellikle santrale yakın mesafelerde konsantrasyonlarda artışlar olduğu saptanmıştır.

Seyitömer ve Afşin-Elbistan Termik Santralleri çevre topraklarında Ni ve Cr kapsamalarının standart değerlerin üstünde olduğu, özellikle batı yönündeki toprakların düşük oranda Ni içermeleri, santralden uzaklaştıkça ise bu değerlerinin artmasının ve böylece Ni'in net bir şekilde santral baca gazının yayıldığı hakim rüzgar yönüne bağlı hareket etmemektedir (Karaca ve ark., 2007).

Diğer bir çalışmada Afşin-Elbistan Termik Santrali emisyonlarının hakim rüzgar yönündeki alanlarda ağır metal içeriklerinin yüksek olduğu kayıt edilmiştir. (Aydemir, 2008).

Afşin-Elbistan Termik Santral kaynaklı hava kirliliği sonucunda meydana gelen SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> gibi kirletici gazların *Eucalyptus camaldulensis* ve *Morus alba* ağaç türlerinin mineral beslenme ve antioksidatif savunma mekanizmasını etkilemektedir. Sonuç olarak doğu yönünde, 2,5-5 km. mesafedeki ağaçların yapraklarında; toplam klorofil, karotenoid, prolin, lipid peroksidasyonu, SH-bileşikleri, C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub> ve SOD konsantrasyonunun arttığı, stoma yoğunluğunun ise azaldığı gözlenmiştir (Deniz, 2010).

Akbay vd., (2011) tarafından, "Afşin-Elbistan Santrali'nin Neden Olduğu Çevre Kirliliğinin Ekonomik Analizi" adlı çalışmada, Dışsallık faktörüne bağlı olarak santralin sebep olduğu kayıplar saptanmıştır. Bu amaçla Santral çevresindeki bazı köylerde anket

uygulanması ve bitkilerde kimyasal tahliller yapılmıştır. Sonuçta kirlenme yüzdesi ve buna bağlı olarak da çevrenin haritası düzenlenmiştir.

Afşin-Elbistan Termik Santralinde yanma sonucu oluşan küllerin tarımda kullanım olanakları incelenmiş ve bu amaçla santralin B ünitesi elektro filtre altında biriken kül alınmış, topraklara belirli ölçülerde karıştırılmış ve test bitkisi olarak fasulye kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, bitki bünyesinde yüksek oranda ağır metal birikiminin olduğu ve bu metallerin de bitkiye toksik etkide bulunduğu saptanmıştır (Kahraman, 2012).

Başka bir çalışmada Afşin-Elbistan Termik Santralinde oluşan tozun tarım topraklarına olan etkisi araştırılmış ve sonuçta SO<sub>4</sub>, Ni ve Cr toplam miktarının standart değerlerden yüksek olduğu kaydedilmiştir (Karagöktaş, 2012).

## 2.2. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

Yurt dışında termik santrallerde kömür veya diğer yakıt maddelerinin kullanılması sonucu meydana gelen atıkların çevreye verdiği zarar konusunda çok sayıda çalışma yürütülmüştür. Örneğin; Adriano ve ark. (1980), termik santrallerde kömürün yanması sonucu ortaya çıkan ve bacalardan salınan uçucu küllerin asit veya alkalın özelliklerine sahip olduğunu ve önemli miktarda Cd, Co, Cu, Fe, Al, Mn, Mo, Ni, ve Zn içerdiğini belirlemişlerdir. Bu uçucu küllerin toprağın kimyasal özellikleri ile mikrobiyal aktivite üzerine olumsuz etkileri incelenmiş ve uçucu kül ilavesiyle toprakta nitrifikasyonun azaldığını saptamışlar.

Karimpur Termik Santrali (Hindistan) etrafından alınan toprak örneklerinde pH, EC, suda çözülebilir tuzlar, organik madde, kireç N, P, Zn, K ve Pb miktarları saptanmış, ayrıca santral yakınlarından geçen kanal suyunun analizi yapılmış ve bu kanal suyu ile iki farklı bitki türü yetiştirilmiştir. Sonuçta yüksek alkalinite gösteren ve yüksek miktarda ağır metal içeren kül atığı karışmış kanal suyu ile sulanan bitkilerin çimlenmesinin ve gelişime süresinde yavaşlama gözlenmiştir. Bitki büyümesine engel olarak toprağın fazla miktarda Na, Zn ve Pb içermesi ve bitkinin bu metalleri kendine biriktirmesi kanısına varmışlardır. Ayrıca termik santral yakınındaki kanalın büyük ölçüde kirlendiği ve buna bağlı olarak yapılan tarımsal faaliyetleri olumsuz yönde etkilediği tanımlanmaktadır (Ajmal ve Khan, 1986).

Çok eskiden termik santral, sanayi kuruluşları ve konutların ısıtılması için linyit kömürü ve fuel oil yakılması sonucu bacalardan çıkan gazların (SO<sub>2</sub>, NO, CO ve CO<sub>2</sub>) yanmamış hidrokarbonlar, uçucu kül gibi maddeler içerdiği ve bu gazların atmosfere yayılarak çevrede canlılara ve toprağa zarar verdiği bilinmektedir (Gupta ve Ghose, 1986).

Avrupa da kömür ile çalışan termik santrallerin atmosfere saldığı ağır metal ve iz element miktarı farklı ülkelerde kullanılan linyitin içerdiği uçucu kül yüzdesinden kaynaklandığı ve Romanya, Türkiye ve Yugoslavya gibi doğu Avrupa ülkelerinde kullanılan linyitin fazla miktarda kül içermediği belirlenmiştir (Pacyna, 1987).

Çekoslovakya'da faal olan 3 ayrı termik santralden 1, 5, 10, ve 15 km uzaklıklardan 7 yıl boyunca toprak örnekleri alınmış ve Co, Cd, Ni ve Zn dağılımları incelenmiştir. Alınan örneklerde belirli miktarlarda ağır metal birikimi saptanmış, ancak 7 yıllık izleme periyodu ile bu metal yığılmasının kaynağının belirlenemeyeceğini ve bunun emisyonlardan

kaynaklanıp kaynaklanmadığını saptamak için daha uzun yıllar araştırma yapılması kanısına varılmıştır (Mejsrik ve Suacha, 1988).

Carlson ve ark., (1993) tarafından, termik santrallerde kömürün yanması sonucu açığa çıkan atıkların çevresel etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla uçucu ve taban küllerin özellikleri, bunların kara ve su ortamlarındaki durumları ile bitki ve besin ilişkileri incelenmiştir. Santral katı atıklarının bünyesinde bulundurduğu potansiyel kirleticilerin çözünerek toprak ve yer altı suyu kirletmesi ve başlıca kirletici elementler olarak As, Ba, Cd, Cr, Pb, Hg ve Se önem taşıdığı tespit edilmiştir. Ayrıca termik santrallerde kömürün yanması sonucu meydana gelen toz (tütsü), taban külü ve uçucu Pb, Zn, Cd, Ni ve Co gibi bazı toksik metaller içerdiğini ve bu toksik metallerin yağışlar ile yıkanarak akarsulara, göllere ve yeraltı sulara bulaşabileceği ihtimal edilmektedir (Gehrs ark, 1979; Deborah ve ark, 1981; Baba, 2000).

Hindistan'da termik santrallerin yoğun olduğu bölgelerde ortaya çıkan emisyonun toprağın fiziko-kimyasal özelliği üzerine etkisi incelenmiş ve kirlilikten etkilenen santral çevresindeki topraklarda porozitenin olumsuz etkilendiğini, toprak pH' sı ve toprak organik karbon miktarında bir yükselme potansiyeli gözlenmiştir. Toprakta SO<sub>4</sub>, Ca, Mn, Fe, Cd Cu, Pb ve Ni içeriğinin yüksek ancak toplam N değerinin ise düşük olduğu kaydedilmiştir (Singh ve ark., 1995).

Ateş (Mine) kök (*Ruellia tuberosa* L.) bitkisinin yapraklarına termik santral kaynaklı hava kirliliğinin etkisi incelenmiştir. Sonuçta bitkinin stomalarının genişliği ve uzunluğu, stomatal açıklık, yoğunluk ve iletkenlik ile net fotosentez oranı ve klorofil miktarlarında kontrol bitkilerle kıyaslandığında negatif gelişmelerin olduğu ve çiçek sayısında ise azalmalar gözlenmiştir (Nighat ve ark., 2000).

Ülkemizde ilk defa Afşin-Elbistan Termik Santrali örneğinde; ağaçlandırılmış alanların durumu, bazı abiyotik (hava ve toprak kirliliği, iklim) ve biyotik (böcek faunası) faktörlerden kaynaklanan etmenlerin ağaçların kuruması üzerindeki rolü belirlenmiştir.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Afşin-Elbistan Termik Santralinin coğrafik yeri ve tarımsal durumu

Termik santral; Akdeniz, İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgelerinin coğrafik özelliklerinin kesiştiği Afşin-Elbistan Ovasında 228.982 m<sup>2</sup>'lik bir alanda yer almaktadır. Ova tektonik bir deprem sonucu oluşmuş ve bu yüzden de karasal kuaterner tortullar (alüvyonlar) ile kaplı olup deniz seviyesinden yüksekliği 1100-1150 m. arasında değişmektedir (Anonim, 2011).

Afşin-Elbistan ovasının bitki örtüsü çoğunlukla bozkırdır ve yaygın olarak kavak (*Populus sp.*), söğüt (*Salix sp.*), meşe (*Quercus sp.*), ardıç (*Juniperus sp.*) gibi ağaç türlerine rastlanır. Ovanın verimli topraklarında başlıca buğday (*Triticum sp.*), arpa (*Hordeum sp.*), nohut (*Cicer sp.*), şeker pancarı (*Beta sp.*), ayçiçeği (*Helianthus sp.*) yetiştirilmektedir. Yöre halkının genelde geçim kaynağını tarımsal ürün yetiştiriciliği sektörü oluşturmaktadır. Fidanların kuruma oranlarını tespit etmek amacıyla farklı yıllarda (27-20, 20-15, 15-10, 10-5, 5-1) dikilmiş fidanlıklarda 2013 ve 2014 yıllarının Temmuz ayında gözlemler yapılmıştır. Bu amaçla her parselde diyagonal şekilde gidilmiş ve toplamda 100 adet ağaca bakılmıştır. Genelde hafriyat alanlarında karaçam (*Pinus nigra A.*) ve yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) hakim olduğu için (%93) bu iki ağaç türünün gelişim düzeyi incelenmiştir. Ağaçların durumu 4 şekilde I sağlam, II tepe dallarından, III kök kısımlarından ve IV tamamen kuruyan olarak değerlendirilmiştir.

##### 3.1.2. İklim

Termik santralin bulunduğu Afşin ve Elbistan ilçeleri Kahramanmaraş İlinin kuzeyinde ve her ne kadar Doğu Akdeniz Bölgesinde yer almasına rağmen iklim ve coğrafik konumu bakımından ile Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat Bölümünün Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Orta Fırat Bölümünü içeren bir geçiş bölgesidir. Bu nedenle bölgede çok farklı iklim karakteristikleri görünmektedir.

Doğu Torosların kuzeye uzanan kollarından olan Binboğa Dağları'nın eteklerinde bulunan her iki ilçe, deniz etkisinden çok uzakta bulunması sebebi ile karasal iklim özellikleri taşımaktadır. Yörede yaz ayları sıcak ve kurak, kış ise nispeten soğuk ve kar yağışlıdır. Hakim rüzgarların yönü güneybatıdan kuzeydoğuyadır (Aydemir, 2008).

Afşin ilçesinin rakımı ortalama 1240 m, kış aylarında en düşük sıcaklık  $-26,8^{\circ}\text{C}$ , yaz aylarında ise  $37,5^{\circ}\text{C}$ 'dir. Ortalama yıllık yağış miktarı 419,2 mm'dir. Elbistan ilçesinin rakımı ise ortalama 1150 m, kış aylarında en düşük sıcaklık  $-31,5^{\circ}\text{C}$  iken yaz aylarında en yüksek sıcaklık  $40^{\circ}\text{C}$  olarak ölçülmüştür. Ayrıca ortalama yıllık yağış miktarı Elbistan'da 387,9 mm'dir.

Afşin ve Elbistan ilçeleri Akdeniz ikliminin hakim olduğu Kahramanmaraş ve çevresinden özellikle orman varlığı bakımından önemli farklılıklar göstermektedir. Ormanlık alanlarındaki bitki örtüsünde ardıç (*Juniperus sp.*), meşe (*Quercus sp.*), karaçam (*Pinus nigra*), sedir (*Cedrus sp.*) türleri ile step ve tundra görünümüne çalılıklar ve otsu türler yer almaktadır. Göksun ilçesinden Afşin ve Elbistan sınırlarına doğru uzandıkça kısmen flora seyrelmekte ve sonuçta kırsal alanlar hakim olmaktadır.

### 3.1.3. Toprak özellikleri

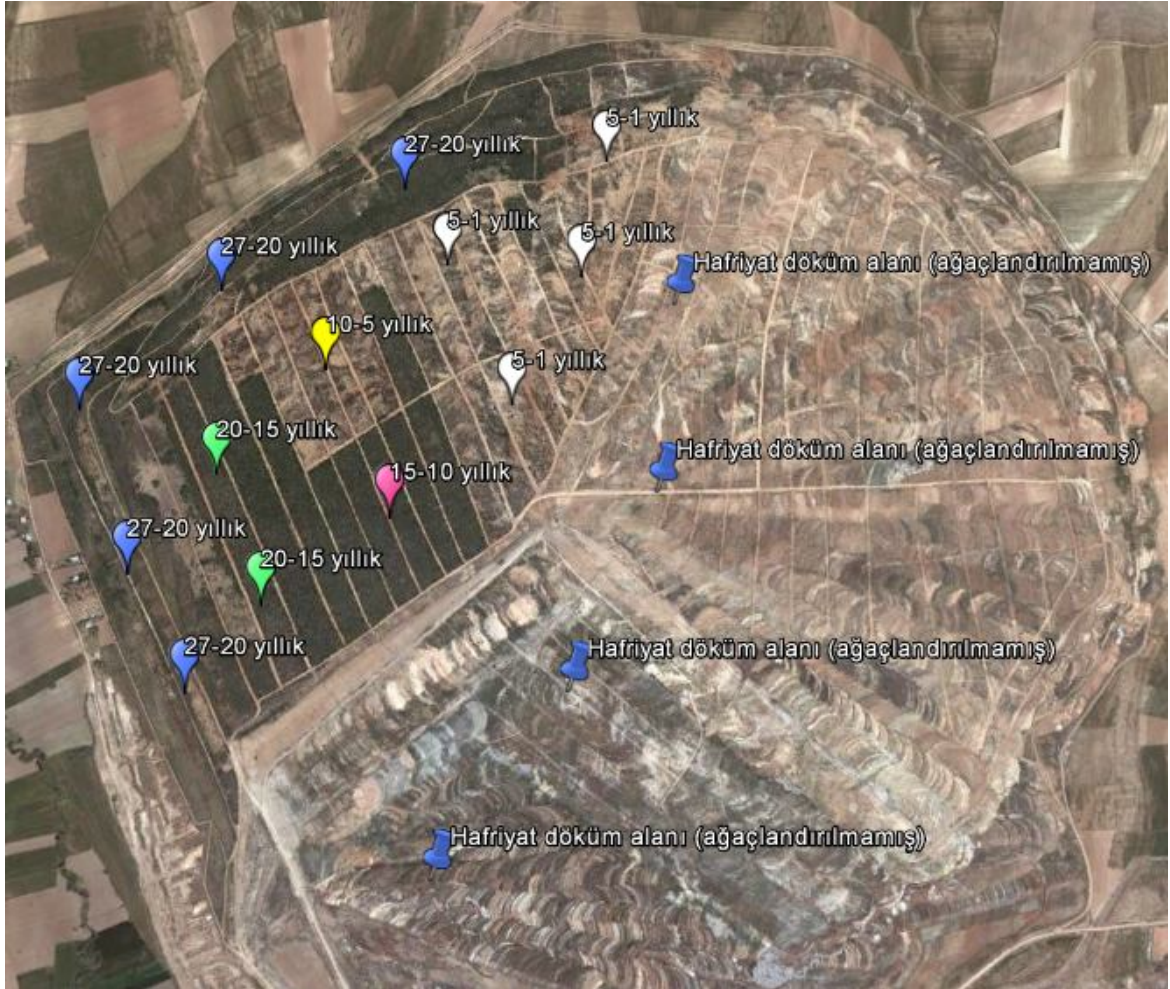
Afşin ve Elbistan ilçe toprakları alüvyal, kolüvyal, kahverengi ve kırmızı kahverengi renkte olup büyük çoğunluğu alt ve üst profilde ağır bünyeli, nötr ve hafif bazik karakterde ve yüksek miktarda kireç içermektedir. Geçirgenlik ve tuzluluk yönünden herhangi bir problem teşkil etmezler. Termik santralin A ünitesi de bu yapıya sahip arazi üzerinde kurulmuş ve santralin bulunduğu alanın kabiliyet sınıfı I. ve erozyon derecesi "az erozyon" grubunda yer almaktadır. Ayrıca yüksek kireç içeriği nedeniyle bazik karakter göstermektedir (Anonim, 1997).

Afşin İlçesi arazilerinin % 26,9'unda kuru tarım yapılmakta ve bu miktarın tamamına yakın kısmında nadas uygulanmaktadır. 15181 hektar sulu tarım, 2052 hektar yetersiz sulu tarım, 3260 hektar kuru şartlarda bağ uygulaması mevcuttur. Elbistan ilçesinin tarım arazileri toplam 115519 hektar olup bunun % 64,9'sında; nadaslı, % 6,57'sinde nadassız kuru tarım; % 18,83'ünde sulu ve % 7,16'sında yetersiz sulu tarım ve % 2,49' unda kuru şartlarda bağcılık yapılmaktadır (Anonim, 1997).

## 3.2. Metod

### 3.2.1. Böcek örneklerinin toplanması ve tür teşhisi

Afşin-Elbistan Termik Santrali çevresinde hafriyat dökülmüş alanlarda dikilen fidanların kuruma nedenlerini araştırmak amacıyla yürütülen bu çalışmada böcek türlerinin miktarı ve önemi belirlenmiştir. Bunun için 2012-2014 yıllarında Nisan-Eylül ayları arasında (ayda 3 defa) olmakla araziye gidilmiştir. Çalışma alanına ulaşım için Santral Müdürlüğü'nce tahsis edilen arazi aracıyla, araç ile ulaşılması zor olan yerlere ise yürüyerek ulaşılmıştır. Çalışma sahaları fidanların dikim yıllarına göre (27-20, 20-15, 15-10, 10-5, 5-1 yıl bundan önce olmakla) 5 parselle ayrılmıştır (Şekil 3.1). İlk ağaçlandırılmış parselden (27-20 yıllık) son fidanın (5-1 yıllık) dikildiği parsel kadar yaklaşık 907,6 hektardan oluşmaktadır. Bu parsellerden böcek örneği toplanmasından, toprağın fiziko kimyasal yapısı incelenmiş, hava ve toprağın sıcaklığı ve nemliği ölçülmüş ve başka parametreler incelenmiştir.



Şekil 3.1. Hafriyat döküm sahasındaki ağaçlandırılmış arazinin uydu görüntüsü

Böcek türlerini teşhis etmek amacıyla farklı gelişim döneminde bulunan türler ağaç, çalı ve çeşitli otsu bitkiler üzerinden atrap, entomoloji penseti yardımı veya elle toplanmıştır. Ergin dönemde yakalanan böcek bireyleri cam kavanozlara aktarılmış ve öldürmek için kavanozun içerisine kloroform ile ıslatılmış pamuk konulmuştur. Bu sırada böceğin yakalandığı lokasyon, beslendiği bitki, zarar şekli arazi defterine kaydedilmiştir. Toplanan böcek yumurtaları 0,5 lt'lik cam kavanozlara alınmış ve içerisine yumurtaların kurumaması için suda hafif ıslatılmış pamuk konulmuştur. Laboratuara getirilen yumurtalardan larvaların çıkış süresi takip edilmiş ve açıldıktan sonra larvalara toplandıkları bitki yapraklarından besin olarak verilmiştir. Aynı zamanda ağaç ve çalılar üzerinde rastlanan larvalar da bitki örnekleri ile birlikte 0,5 lt. hacmindeki cam kavanozlara aktarılmış, aşırı nem oluşmaması için kavanozun plastik kapaklarında 0,2 mm'lik delikler açılmıştır. Örnekler laboratuarda 24-26 °C sıcaklıkta ve % 65-75 nemlikte ergin bireyler oluşuncaya kadar tutulmuş ve her iki günde bir olmak koşuluyla besinleri yenilenmiştir (Demirsoy, 1997).

Laboratuar ortamına getirilen ve öldürülen (Örneğin; Lepidoptera, Orthoptera vs.) bazı takımlara ait ergin böcek türlerinin kanatları germe tahtasında açılmış ve daha sonra koleksiyon kutularına aktarılmıştır. Küçük boyutta olan böcekler ise dikdörtgen biçimindeki ince kartonlara yapıştırılarak içlenmiştir. Takımlar halinde gruplandırılan böcekler koleksiyon kutularında saklanmış ve diğer böcek yiyen haşeratlardan muhafaza etmek amacı ile içerisine naftalin konulmuştur.

Yakalanan böceklerin tür teşhisini saptamak için ilk aşamada böcekler takım düzeyinde ayrılmış, daha sonra familyalara, familyalarda kendi arasında gruplandırılarak cinslere ayrılmış ve tür teşhisi yapılmıştır. Türler Prof. Dr. Cengiz BAHADIROĞLU tarafından teşhis edilmiştir. Ayrıca bu konuda Ali DEMİRSOY' un Yaşamın Temel Kuralları (Entomoloji) ve Niyazi LODOS'un kitaplarından yararlanılmıştır. Teşhis edilen tür örnekleri KSÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Entomoloji Laboratuvarında muhafaza edilmektedir (Lodos, 1983).

### **3.2.2. Ağaçlandırılmış alanlarda toprağın sıcaklık ve neminin ölçülmesi**

Hafriyat dökülmüş toprağın bünyesinde bulunan nem miktarını belirleyebilmek için motorsuz toprak burgu aleti yardımı ile arazide kuruma gösteren çam ve yalancı akasya fidanlarının dikim yılına göre (27-20, 20-15, 15-10, 10-5, 5-1 yıllık) ve kontrol olarak Çomüdüz, Alemdar ve Çoğulhan köylerinden 30 cm. derinlikten toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 3.2). Nem ölçümleri 2013-2014 yılı vejetasyon döneminde her 20 günde bir olmak



koşulu ile yürütülmüş, alınan örnekler alüminyum saklama kaplarına aktarılmış ve içerisindeki rutubetin kaybolmaması için ağzı sıkıca kapatılmıştır. Laboratuarda toprak örnekleri hassas terazide 100 g. ağırlığında tartılmış, hava kuru toprak ağırlığı belirlenmiş ve daha sonra tartılan örnekler etüv cihazında 105 °C’de 24 saat süre ile ısıtılarak içerisinde bulunan su miktarının buharlaşması sağlanmıştır. Bu süreden sonra etüv aletinden alınmış hassas terazide tekrar tartılarak fırın kuru toprak ağırlığı miktarı tespit edilmiştir. Elde edilen rakamlardan yararlanarak toprağın nemlik oranı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Çepel, 1985).

$$\% \text{ Nem} = \frac{\text{Hava kuru ağırlık} - \text{Fırın kuru ağırlık}}{\text{Fırın kuru ağırlık}} \times 100$$

Çalışmalar KSÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünün laboratuvarında ve bölüm elemanlarının yardımları ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Toprak burgu aleti ile numune alımı ve saklama kabı

Toprak örnekleri alındığı sırada farklı derinlikteki sıcaklıkta ölçülmüştür. Bu amaçla civalı termometre kullanılmış ve sıcaklık santigrat derece (°C) cinsinden değerlendirilmiştir.

### 3.2.3. Atmosfer kirliliğinin belirlenmesi

Atmosfer kirliliğinin belirlenmesinde Afşin-Elbistan Termik Santrali Müdürlüğünden termik santral bacalarından günlük ve yıllık atılan zararlı gazlara dair alınan raporlardan yararlanılmıştır. Ayrıca ağaçlandırılmış arazi merkez alınarak hakim rüzgar yönü tespit edilmiş ve emisyonların fidanlara olan etkisi araştırılmıştır.

### 3.2.4. Toprağın fiziko-kimyasal yapısının teşhisi

Ağaçlandırılmış arazilerde toprağın fiziko-kimyasal yapısını analiz etmek amacıyla farklı yıllarda (27-20, 20-15, 15-10, 10-5, 5-1 yıllık) dikimi yapılmış çam ile yalancı akasya ağaçlarının bulunduğu parseller ile kontrol grubu olarak Çomudüz, Alemdar ve Çoğulhan köylerinden toprak örnekleri alınmıştır (Çizelge 3.1). Alınan numuneler bez torbalara konularak laboratuara getirilmiş, oda sıcaklığında kurutulmuş, daha sonra 2 mm.'lik elekten geçirilerek plastik torbalara aktarılmıştır.

Çizelge 3.1. Ağaçlandırılmış araziden çevre mintikaların uzaklığı

Örnek No	Alınan parsel	Toprağın alındığı ağaç türü	A Ünitesinden uzaklığı (m.)	B Ünitesinden uzaklığı (m.)
1	27-20	Çam	5648	5129
2	27-20	Akasya	5893	5271
3	20-15	Çam	6268	5600
4	20-15	Akasya	6274	5644
5	15-10	Çam	5974	5538
6	15-10	Akasya	5987	5579
7	10-5	Çam	6140	5968
8	10-5	Akasya	6172	5951
9	5-1	Çam	6360	5632
10	5-1	Akasya	6271	5497
11	Çomudüz	Çam	5610	5085
12	Alemdar	Akasya	2040	4108
13	Çoğulhan	Çam	1105	3265

Hazırlanmış toprak örnekleri Demiralay (1993), tarafından önerilen yöntemle, 100g. tartılarak plastik kaplara konulmuş, içerisine saf su ilave edilerek toprağın saf suyla yeterince doyması sağlanmıştır. Bu arada her su ilavesinden sonra toprak-su, bir spatül yardımıyla karıştırılmış ve böylece akışkan hale getirilmiştir. Toprağın su ile doyduğu noktada su ilavesi kesilip otomatik büretten ile o zamana kadar ilave edilen su miktarı okunarak toprağın saturasyonu belirlenmiştir. Bu deneyler KSÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve

Bitki Besleme Bölümü Laboratuvarında bölüm elemanlarının yardımıyla yürütülmüştür (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Saturasyon analizleri

Saturasyon ekstraktının elektriksel iletkenliği metre (WTW microprocessor conductivity LF 537) ile ölçülerek tayin edilmiştir (Öztañ ve Ülgen 1961).

Black (1965), yöntemine göre uygun olarak toprak örnekleri 2 mm'lik elekten geçirilmiş, 100 g. tartılarak saturasyon çamuru hazırlanmıştır. Sature hale gelen toprak örneği bir gece ağzı kapalı olarak bekletilmiş, pH metre ile pH'ları ölçülmüştür (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. pH metre ile toprak reaksiyon analizi

Kireç oranını belirlemek için Loeppert ve Suarez (1996), tarafından önerilen yöntemde göre toprağın Scheibler Kalsimetresi belirlenmiş ve bu amaçla önce toprak örnekleri kireç içeriklerine göre 0,5–1 g. tartılarak erlenmayerlere konulmuş, sonra örnekler kalsimetre tüplerine 4–5 ml HCl koyarak yavaşça erlenmayerlere yerleştirilmiştir. Erlenmayerlerin ağzı tıpa ile sıkıca kapatılarak iki borunun içindeki su seviyesi dereceli boruya bakılarak sıfıra getirilip sıfır ayarı yapılmıştır. Daha sonra dereceli borunun vanası mandalla kapatılarak dereceli borunun havayla teması kesilmiştir. Erlenmayer hafifçe çalkalanarak HCl'nin toprakla temas etmesi sağlanmıştır. Bu arada kalsimetreye bağlı su dolu ağırlık aşağı doğru indirilerek suyun borudan taşması önlenmiş, çalkalama işlemine erlenmayerin içindeki toprak-HCl karışımından gaz çıkışı bitinceye kadar devam edilmiştir. Kalsimetre bu durumdayken su dolu ağırlığı yukarı aşağı oynatarak iki borudaki su seviyesi eşitlenip okuma yapılmıştır. Aynı zamanda hesaplamalar için oda sıcaklığı ve barometre basıncı not edilmiştir.

Organik maddelerin miktarı Jackson (1962) tarafından önerilen Walkey-Black yöntemine göre belirlenmiş ve bu amaçla 2 mm'lik elekten geçirilen toprak örnekleri tekrar 100 micron elekten geçirilmiş 0,5 g tartılarak 500 ml'lik erlene konulmuştur. Üzerine 10 ml  $K_2Cr_2O_7$  ve 20 ml  $H_2SO_4$  ilave edildikten sonra 150 °C de 1 dakika ısıtılmış ve soğutulmuştur. Sonra 200 ml saf su ilave edilmiş ve üzerine 12-13 damla baryum difenilamin sülfanat damlatılmış nihai olarak 0,5 N demir sülfat ile titre edilmiştir. Tanık için topraksız titrasyon yapılmış ve hesaplamalarda Walkey-Black (1934) formülü kullanılmıştır.

$$O.M = \frac{(A-B * Nk) 0,581}{T}$$

A = 1N potasyum dikromattan alınan hacim (ml)

B = Titrasyonda harcanan demir sülfat (ml)

Nk = Standart demir sülfat çözeltisinin kesin normalitesi

T = Analize alınan toprak miktarı (g)

Toplam Ni, Cu, Zn, Pb analizleri için toprak örnekleri  $HNO_3$ ,  $HClO_4$  ve HF karışımı ile yakılarak organik ve inorganik maddenin parçalanması sağlanmıştır (Loeppert ve Inskeep, 1996). Ni, Cu, Zn ve Pb'in toplam konsantrasyonları PE 3110 Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre ile belirlenmiştir. Bu mikro element analizleri KSÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Laboratuarında bölüm elemanlarının yardımıyla yürütülmüştür.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Afşin-Elbistan Termik Santrali hafriyat dökülmüş ağaçlandırılmış arazide görülen kurumalara yönelik gözlem ve incelemeler yapılmıştır. Arazide kuruyan ağaç ve fidanlar üzerinde yapılan gözlemlerde, kurumaların çok uç ve tepe sürgünlerinden başlayıp aşağıya doğru devam ettiği ve zaman içerisinde ağacın tüm ibrelerini kurutacak bir şekilde gelişme gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. 27-20 yıllık parselde tepe dallarından kurumuş yalancı akasya

Yapılan gözlemlerle yeni dikilen ve 2-10 yıllık karaçam fidanlarının ortalama %3 oranında kuruduğu ve sonraki dönemlerde bu kurumaların hızlandığı ve nihai olarak 27-20 yıl bundan önce dikilen karaçamların %16'sının tamamen, %12'sinin dallarının bir kısmının kuruduğu %6'sının zayıflayarak kurumaya yüz tuttuğu saptanmıştır. Yalancı akasyalar

arasında kurumaların daha geç sürede başladığı ve 2013 yılının Temmuz ayında yapılan incelemelerde %14'nün hepsinin kuruduğu, %10'nun tepe dallarının, %4'nün ise kök kısımlarının kuruduğu kayıt edilmiştir. Aynı çalışma 2014 yılında da yürütülmüş ve kurumaların devam ettiği gözlenmiştir. Kuruma nedenlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan toprağın sıcaklık, nem ve fiziko-kimyasal analizleri ile böcek faunasının belirlenmesi çalışmalarının değerlendirilmesi aşağıda verilmiştir.

#### **4.1. Zararlı Böcek Faunası ve Popülasyon Durumu**

Afşin-Elbistan Termik Santrali çevresi hafriyat döküm sahasındaki ağaçlandırılmış parsellerde 2012-2014 yılları arasında böcek türleri, besini ve popülasyon düzeyi araştırılmıştır. Çalışmalar sonucu 10 takıma ait 28 familya, 42 cinse ait toplam 47 tür tespit edilmiştir. Saptanan böceklerin ismi, sistematik bilgileri, toplandığı lokaliteler ve popülasyon düzeyleri Çizelge 4.1'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi tür sayısı bakımından en zengin olan takım Coleoptera takımındır. Bu takım 11 familya, 16 cinse ait olmakla toplam 17 türle temsil edilmektedir. Hemiptera takımından 4 familya ve 9 cinse ait 11 tür, Lepidoptera takımından 4 familya ve 5 cinse ait 6 tür saptanmıştır. Tür sayısı bakımından en düşük takımlar ise Orthoptera, Odonata, Homoptera 2, Neuroptera, Diptera ve Dermaptera ise 1 türle temsil olunmuştur.

Çizelge 4.1. Ağaçlandırılmış alanlarda zararlı ve faydalı böcek türlerinin dağılımı

Takım	Familiya	Cins	Tür	Toplandığı yer	Popülasyon düzeyi	
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella</i>	<i>C. septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	Ağaç yaprağı	+++	
	Meloidae	<i>Mylabris</i>	<i>Mylabris sp.</i> (Fabricius, 1775)	Çalılık	++	
			<i>M. quadripunctata</i> (Fabricius, 1775)	Çalılık	++	
	Curculionidae	<i>Anthonomus</i>	<i>A. rubi</i> (Herbest, 1795)	Bitki yaprak ve dallarından	++++	
	Scarabaeidae	<i>Cetonia</i>	<i>C. aurata</i> (Linnaeus, 1758)	Bitki yaprak ve dallarından	+	
	Cerambycidae	<i>Plagionotus</i>	<i>P. arcuatus</i> (Linnaeus, 1758)	Ağaç gövdesi	+	
			<i>Leptura</i>	<i>L. annularis</i> (Fabricius, 1801)	Bitki yaprak ve dallarından	+
			<i>Monochamus</i>	<i>M. sartor</i> (Megerle in Dejean, 1821)	Çam ağacı gövdesi	+
			<i>Phytoecia</i>	<i>P. molybdaena</i> (Charpentier, 1825)	Bitki yaprak ve dallarından	++
			<i>Judolia</i>	<i>J. erratica</i> (Mulsant, 1863)	Çiçek üzerinden	+
	Cetoniidae	<i>Oxythyrea</i>	<i>O. funesta</i> (Poda, 1761)	Çiçek üzerinden	++++	
	Buprestidae	<i>Anthaxia</i>	<i>A. scutellaris</i> (Gene, 1839)	Çalılık	++	
			<i>Capnodis</i>	<i>C. cariosa</i> (Pallas, 1776)	Ağaç gövdesi çatlağında	+
	Byrrhidae	<i>Cytilus</i>	<i>C. alternatus</i> (Erichson, 1846)	Çalılık	+	
	Cantharidae	<i>Rhagonycha</i>	<i>R. fulva</i> (Scopoli, 1763)	Çalılık	+	
Elateridae	<i>Melanotus</i>	<i>M. erythropus</i> (Gyllenhal, 1817)	Ağaç gövdesi	+		
Carabidae	<i>Carabus</i>	<i>C. glabratus</i> (Paykull, 1970)	Bitki yaprak ve dallarından	+		
Hemiptera	Pentatomidae	<i>Eurydema</i>	<i>E. ornatum</i> (Linnaeus, 1758)	Bitki yaprak ve dallarından	++++	
			<i>C. mediterraneus</i> (Kolenati, 1846)	Bitki yaprak ve dallarından	+++	
		<i>Carpocoris</i>	<i>C. fuscispinus</i> (Boheman, 1850)	Bitki yaprak ve dallarından	+++	
			<i>C. purpureipennis</i> (De Geer, 1773)	Bitki yaprak ve dallarından	+++	
			<i>Graphosoma</i>	<i>G. lineatum</i> (Linnaeus, 1758)	Bitki yaprak ve dallarından	+
	Lygaeidae	<i>Nezara</i>	<i>N. viridula</i> (Linnaeus, 1758)	Bitki yaprak ve dallarından	+	
			<i>Lygaeus</i>	<i>L. pandurus</i> (Scopoli, 1763)	Çiçek üzerinden	+
			<i>Spilostethus</i>	<i>S. hospes</i> (Scopoli, 1763)	Bitki yaprak ve dallarından	+
Scutelleridae	<i>Eurygaster</i>	<i>E. maura</i> (Linnaeus, 1758)	Çeşitli ot ve bitki üzerinden	++++		

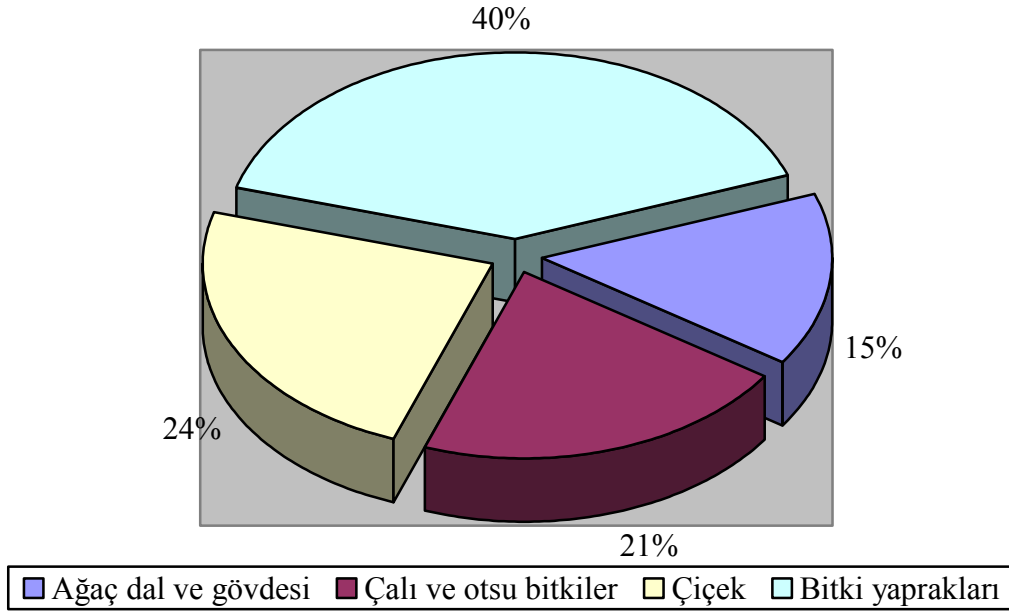
Popülasyon Düzeyleri: (Nadiren +) (Az ++) (Orta +++) Yoğun (++++)



Çizelge 4.1'in devamı

Hemiptera	Miridae	<i>Leptopterna</i>	<i>L. dolabrata</i> (Linnaeus, 1758)	Çalılık	++
		<i>Calocoris</i>	<i>C. alpestris</i> (Fabricius, 1787)	Çalılık	+++
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Vanessa</i>	<i>V. cardui</i> (Linnaeus, 1758)	Çiçek üzerinden	++++
		<i>Brintesia</i>	<i>B. circe</i> (Fabricius, 1775)	Çiçek üzerinden	++
	Pieridae	<i>Pieris</i>	<i>P. brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	Çiçek üzerinden	++
	Papilionidae	<i>Papilio</i>	<i>P. alexanor</i> (Esper, 1799)	Çiçek üzerinden	++
			<i>P. machaon</i> (Linnaeus, 1758)	Çiçek üzerinden	+
	Erebidae	<i>Amata</i>	<i>A. phegea</i> (Linnaeus, 1758)	Çiçek üzerinden	++
Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula</i>	<i>F. auricularia</i> (Linnaeus, 1758)	Ağaç çatlakları	+
Homoptera	Cicadidae	<i>Cicadatra</i>	<i>C. atra</i> (Olivier, 1790)	Bitki yaprak ve dallarından	+
			<i>C. xantes</i> (Olivier, 1790)	Bitki yaprak ve dallarından	+
Odonata	Libellulidae	<i>Libellula</i>	<i>L. depressa</i> (Linnaeus, 1758)	Bitki yaprak ve dallarından	+++
		<i>Sympetrum</i>	<i>S. striolatum</i> (Charpentier, 1840)	Bitki yaprak ve dallarından	+++
Neuroptera	Myrmeleontidae	<i>Myrmeleon</i>	<i>M. formicarius</i> (Gerstaecker, 1885)	Bitki yaprak ve dallarından	+
Diptera	Syrphidae	<i>Eristalis</i>	<i>E. arbustorum</i> (Linnaeus, 1758)	Çiçek üzerinden	+++
Hymenoptera	Scoliidae	<i>Scolia</i>	<i>S. maculata</i> (Fabricius, 1775)	Çiçek üzerinden	+
	Vespidae	<i>Polistes</i>	<i>P. dominulus</i> (Christ, 1791)	Bitki yaprak ve dallarından	++
		<i>Vespula</i>	<i>V. germanica</i> (Fabricius, 1793)	Çalılık ve ağaç üzerinden	+++
Apidae	<i>Apis</i>	<i>A. mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	Bitki yaprak ve dallarından	++++	
Orthoptera	Acrididae	<i>Oedipoda</i>	<i>O. miniata</i> (Pallas, 1771)	Çalılık	++++
		<i>Doclostaurus</i>	<i>D. maroccanus</i> (Thunberg, 1815)	Çalılık	++++
Popülasyon Düzeyleri: (Nadiren +) (Az ++) (Orta +++) Yoğun (++++)					

Yakalanan böcek türlerinin %40'ı çeşitli bitkilerin yaprak üstlerinden, %24'ü çiçek, % 21'i çalı ve otsu bitkiler ve %15'i de ağaçların dal ve gövde gibi kısımlarından toplanmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Yakalanan böcek faunasının toplandığı lokasyon ve oranları

Bazı familyalara (Coccinellidae, Curculionidae, Cicadidae, Acrididae, Scutelleridae, Miridae ve Elateridae) ait türler her ne kadar sıkı görülüp bitki ekosistemi için zararlı özelliklere sahip olsa da, ağaç ve fidanların kurumasında tehlike oluşturmadıkları gözlenmiştir. Karaçamda yaygın olarak gözlenen çam kese böceği (*Thaumetopoea pityocampa*, Denis & Schiffermüller), küçük orman bahçıvanı (*Blastophagus minor*, Hartig 1834), çam kültür hortumlu böceği (*Pissodes notatus*, Germar 1817) gibi tehdit oluşturan böceklerin çalışma sahasında tespit edilememesi, kurumalarda böceklerin etkin bir rol oynamadığını kanıtlamaktadır.

#### 4.2. Vejetasyon Döneminde Ağaçlandırılmış Alanlarda Toprağın Sıcaklık ve Nem Durumu

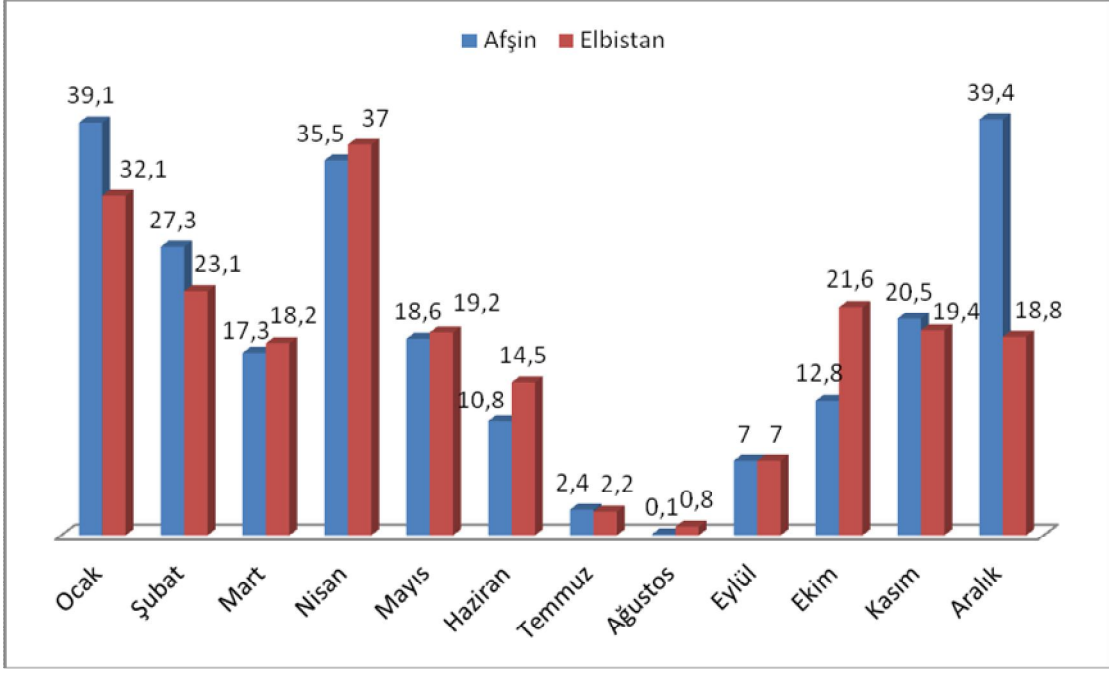
Her yıl (2013-2014) çeşitli parsellerde toprağın sıcaklık ve nemi ölçülmüş, elde edilen veriler Çizelge 4.2' de belirtilmiştir.

Çizelge 4.2. Ağaçlandırılmış alan ve çevre köylerin toprak sıcaklık ve nem oranı

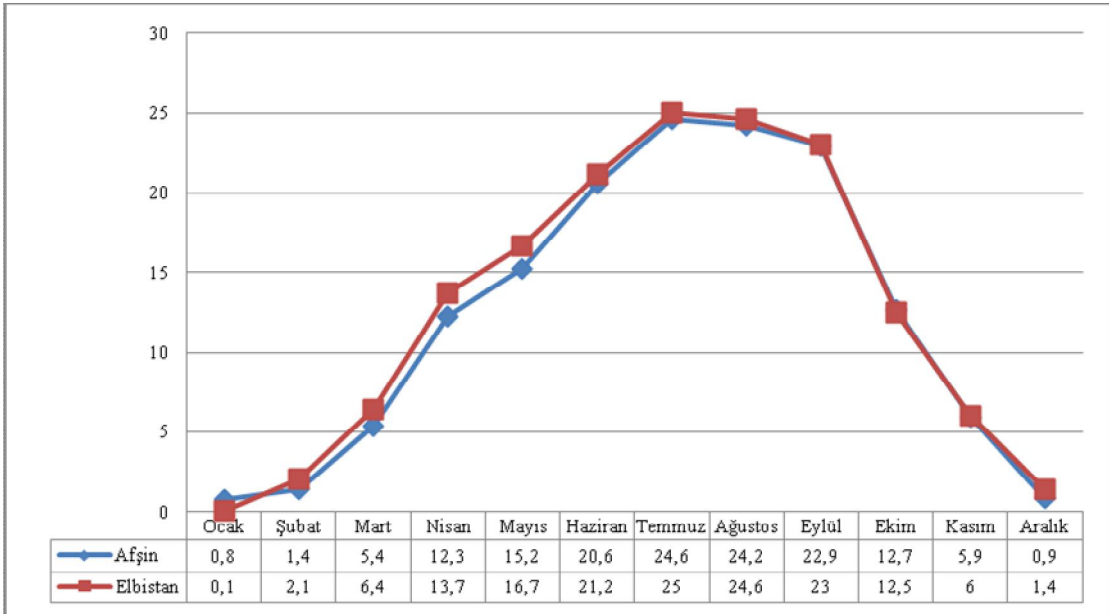
Ölçümlerin yapıldığı aylar	Ağaçlandırılmış araziler				Çevre Köyleri			
	Çam		Akasya		Çomüdüz		Alemdar	
	Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
Nisan	8,3	18,6	11,9	18,3	7,9	28,8	10,5	28,9
Mayıs	12	18,0	15,3	17,4	13,4	28,6	14,2	28,2
Haziran	15,4	17,7	20,4	16,0	20,9	28,0	20,2	28,0
Temmuz	21,5	18,2	21,5	17,6	21,4	29,6	21,2	28,6
Ağustos	24,3	19,6	23,8	18,4	18,9	30,2	17,8	28,9
Eylül	22,9	20,2	19,5	20,1	13,5	30,7	12,7	29,3

Fidanlar dikilmiş parsellerde toprağın sıcaklığı ve nemliği 30 cm. derinlikte ölçülmüş, çam (*Pinus nigra*) fidanları dikilmiş topraklarda (dikim yılları dikkate alınmaksızın) en yüksek sıcaklık 24,3°C (Ağustos ayı) ve en yüksek nemlik ise %20,2 (Eylül ayı) olmuştur. Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) dikilen arazilerde ise en yüksek sıcaklık 23,8°C (Ağustos ayı), en yüksek nemlik ise %20,1 (Ocak ayı olarak ölçülmüştür. Kontrol olarak Çomüdüz köyünde toprağın en yüksek sıcaklığı 21,4°C (Temmuz ayı), en yüksek nemlik ise %30,7 (Eylül ayı), Alemdar köyünde toprağın en yüksek sıcaklığı 21,2°C (Temmuz ayı), en yüksek nemlik ise %29,3 (Eylül ayı) olarak tespit edilmiştir.

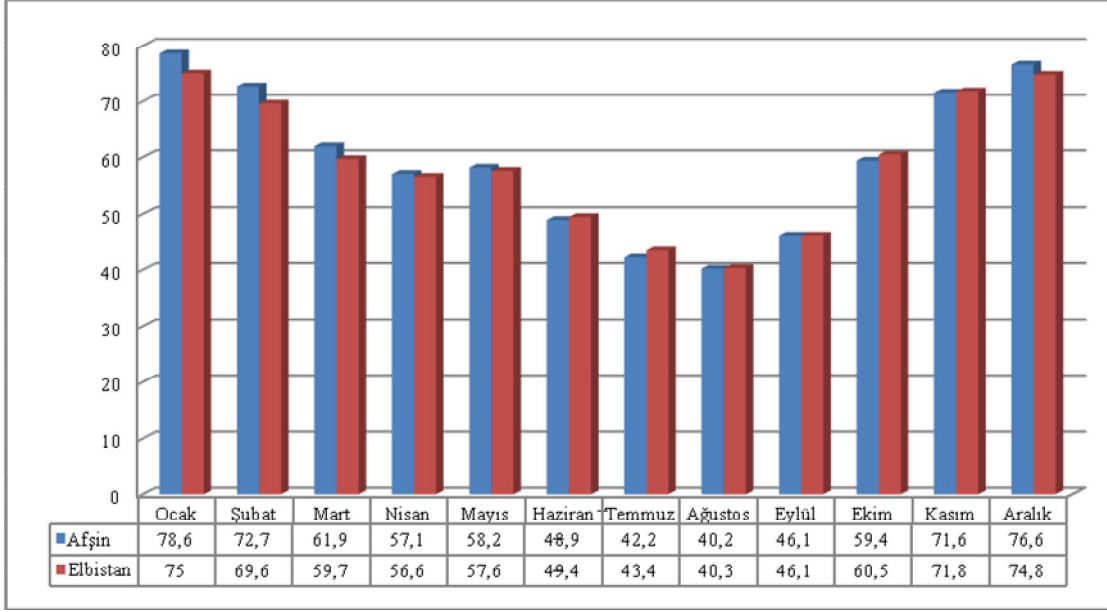
İki yıllık çalışma sonucu yazın köy topraklarında ortalama sıcaklık 2,4°C düşük, nemlik ise %9-10 yüksek olduğu belirlenmiştir. Ağaçlandırılmış arazilerdeki toprak sıcaklığının yüksek ve nem oranının kontrol arazilerle (Çomüdüz ve Alemdar köyü) kıyaslandığında düşük olması büyük bir ihtimal ki toprağın yeterli derecede sıkışmaması ve kül içermesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca son 5 yılda Afşin-Elbistan İlçelerine düşen yağmurların ortalama miktarına bakıldığında bu oranın önceki yıllara nazaran azaldığı ve toprağın doğal yolla yeterli oranda neme sahip olamaması dolayısıyla toprakta yeterli miktarda nem oluşmaması sebebiyle ağaçların kurumasında tetikleyici bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Toprak nem miktarı düşük olduğundan dolayı toprak-su çözeltisinin, yüksek yoğunluğu veya toprak tanecikleri arasındaki kohezyonun yüksek olması sebebiyle sıkıştırma enerjisi, toprak tanelerine yer değiştirmekte fazla etkili olamamakta ve düşük seviyede bir sıkışma elde edilmektedir. Bunun sonucu olarak toprak nem miktarı düşük olmakta ve sıcaklığı güçleşmektedir (Demiralay ve Güresinli, 1979; Özdemir, 1998). Devlet Meteoroloji İşleri Müdürlüğünden elde edilen verilere dayanarak Elbistan ve Afşin İlçesinin 2013, 2011, 2009, 2007, 2005 yıllarının ortalama yağış ortalaması, hava sıcaklığı ve nem oranı Şekil 4.3, 4.4 ve 4.5'te verilmiştir (DMİ, 2014).



Şekil 4.3. Afşin ve Elbistan'ın aylık toplam yağış ortalaması (mm) (2013-2005 yılları arası)



Şekil 4.4. Afşin ve Elbistan'ın aylık sıcaklık ortalaması (°C) (2013-2005 yılları arası)



Şekil 4.5. Afşin ve Elbistan'ın aylık nem ortalaması (%) (2013-2005 yılları arası)

### 4.3. Atmosfer Kirliliğinin Değerlendirilmesi

Afşin-Elbistan Termik Santrali Müdürlüğünden alınan verilere göre (2013 yılı) yanma ünitelerinden her saniyede 270-330 m<sup>3</sup> arasında değişen debide toz, karbondioksit (CO<sub>2</sub>), azot oksit (NO), partikül maddeler, kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) gibi zararlı gazlar havaya karışmaktadır. Ayrıca bu tütsü ile tozdan oluşan bileşimde alüminyum oksit (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), kalsiyum oksit (CaO), demir III oksit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), magnezyum oksit (MgO), klor (Cl), kükürt trioksit (SO<sub>3</sub>) vb. gibi maddeler atmosfere atılmaktadır. Bu maddeler doğal ortama taşınmakta ve çevrede sorun oluşturmaktadır. Atmosfere bırakılan atıkların emisyon sınır değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. 2013 yılı emisyon değerlerini yönetmelikteki sınır değerleri ile karşılaştırdığımızda standart emisyon değerlerini aştığı tespit edilmiştir. Bu değerlerin aşılması, çevre için son derece önemlidir. Termik santral bacalarından atılan bu maddelerin bir kısmının ağaçların kurumasında önemli bir etken olduğu düşünülmektedir (Anonim, 2013).

Tütsü-toz ve kimyasal bileşenleri içeren maddeler termik santral çevresi ve 30 km. kadar uzaklıktaki alanlara taşınmakta, çeşitli tarım bitkilerinin gelişimini olumsuz etkilemektedir. Her ne kadar bacalardaki filtreler belirli aralıklarla değiştirilse de havaya karışan toz ve bileşenleri tamamen tutunmamaktadır. Özellikle de termik santral çevresindeki 3-5 km. dairesel alanda yetiştirilen tarım bitkilerinin durumu pek de iç açıcı değildir. Örneğin; şeker pancarı tarlalarında uzaktan bakıldığında yaprakların yüzeyi toz bir tabaka ile kaplı olduğu gözlenilir.

Çizelge 4.3. Hava kalitesi emisyon sınır değerleri (Anonim, 2008)

Kirlenici	AB-Limit Değerler			Türkiye-Limit Değerler			
	Süre	Limit Değer (µg/m <sup>3</sup> )	Aşma Sayısı	Süre	2012 Sınır Değer (µg/m <sup>3</sup> )	2013 Sınır Değer (µg/m <sup>3</sup> )	2014 Sınır Değer (µg/m <sup>3</sup> )
SO <sub>2</sub>	Saat	350	24 Kez/Yıl	Saat	900	900	500
	24 Saat	125	3 Kez/Yıl	24 Saat	310	280	250
	Kış Dönemi	20 (Ekosistem)	----	Kış Dönemi	175	150	125
	Yıl	20 (Ekosistem)	----	Yıl	150 (İnsan Sağlığı) 36 (Ekosistem)	150 (İnsan Sağlığı) 28 (Ekosistem)	20 (Ekosistem)
NO <sub>2</sub>	Saat	200	18 Kez/Yıl	24 Saat	300	300	300
	Yıl	40	----	Yıl	76	68	60
NO <sub>x</sub>	Yıl	30 (Ekosistem)	----	----	----	----	30
Pb	Yıl	0,5	----	Yıl	1,4	1,2	1
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Yıl	5	----	----	----	----	10
CO	8 Saat	10 000	----	8 Saat	----	----	16 000
	Yıl	----	----	Yıl	10 000	10 000	10 000
	24 Saat	----	----	24 Saat	18 000	14 000	10 000
O <sub>3</sub>	8 Saat	120 (Hedef Değer)	25 Gün/Yıl	8 Saat	120 (2022 İçin Hedef Değer)		
	Saat	180 (Bilgi Eşiği) 240 (Uyarı Eşiği)	----	Saat	180 (Bilgi Eşiği) 240 (Uyarı Eşiği)		
Ni	Yıl	0,02	----	Yıl	----	----	----

Genelde yukarıda adı geçen bileşenler ve inorganik emisyonlar; bölgede güneybatıdan kuzeydoğuya doğru esen rüzgar eşliğinde çeşitli tarım arazilerine yayılmaktadır.

Gaz toz dumanı fidanların yaprak yüzeyinde kalın toz tabakası oluşturmakta geniş yapraklılardan yalancı akasya üzerinde nekroz şeklinde yanıklara neden olmaktadır. Bununla birlikte birinci derecede asit yağmurlarından kaynaklandığı ihtimal edilmektedir. Sonuçta bitkiler terleme olayını kontrol edemez ve su dengesi bozularak ağaçlarda kurumaların görüldüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Asit yağmuru sonucu dikili fidanların yapraklarındaki nekroz yanıkları

Ayrıca Alpacar (1989), termik santrallerin bacalarından SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> gibi gazların çıkararak çevreye yayıldığını ve bu gazların asit yağmurlarının oluşumunda birinci dereceden etken olduğunu belirtmiştir. Bacalardan atılan kükürt hakim rüzgarlarla ortalama 2-7 gün içerisinde atmosfere taşınmakta, su partikülleri ile tepki göstererek sülfüroz asit meydana getirmekte, toprağa dönerek taban suyu ile birleşerek sülfirik asite dönüşürler. SO<sub>2</sub>'nin bitki köklerine zarar vererek besin ve su iletim sistemlerinin görevlerini çalışmaz duruma getirir ve sonuç olarak kitlesel orman kurumalarına neden olduğu bilinir.

#### 4.4. Toprağın Fiziko-Kimyasal Analizi

Çalışma döneminde (2013-2014) ağaçlandırılmış arazilerde dikim yılına bağlı olarak çeşitli derinliklerden toprak örnekleri alınmış ve toprağın fiziko-kimyasal özellikleri teşhis edilmiştir. Ayrıca arazi toprakları ile kıyaslamak amacı ile yakındaki köy topraklarından da örnekler alınmıştır. Çalışma sonucu çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4'e göre toprak örnekleri saturasyon durumlarına göre "killi-tın" tekstür grubuna girmekte ve toprak örnekleri arasında saturasyonda kullanılan su miktarı çok fazla değişkenlik göstermemektedir.

Araştırma topraklarının elektriksel iletkenlik değerleri 1,06-3,17 dS/m aralığında değişmekte ve köy toprakları ile kıyaslandığında tuzluluk oranı yüksek çıkmaktadır. Fazla tuz her türlü bitkinin gelişmesini önemli ölçüde sınırlar. Birinci olarak sodyum ve bor gibi elementler bitkilerde zehir etkisi yaparlar. İkincisi çözünebilir tuzlar besi ortamının su potansiyelini düşürerek bitkide su açığı yaratır ve bitki gelişmesinde negatif bir rol oynar (Aydemir, 1992).

Tahlil sonucunda fidanların dikim yılına bağlı olmaksızın topraktaki pH'ın miktarı ortalama 8,5 ve kontrol arazilerde ise 7,4 olarak kayıt edilmiştir. Ağaçlandırılmış arazilerde pH değerinin köy topraklarıyla kıyaslandığında yüksek olduğu, orta alkali sınıfına girdiği ve böyle pH'lı topraklarda da iyon dengesi bozulması sonucu bitkiler tarafından gerekli olan bazı elementlerin (Ca, Mg ve K) topraktan yeterli düzeyde alınmamaktadır. Karaçam için en ideal pH oranının 5-5,5 olduğu düşünülürse bu değerlerin ağaçlandırılmış arazilerdeki topraklarda yüksek olduğu görülür. Ayrıca pH değerinin 8'den fazla olması sodyum karbonat gibi bitkiler için çok zararlı etki yapan bileşiklerin oluşmasına neden olarak bitkilerin gelişmesini engelleyebilir (Aydemir, 2008).

Ağaçlandırılmış arazi topraklarında kireç %19,39-25,74, köy topraklarında ise %7,28-10,25 arasında değişim göstermektedir. İstatistiksel olarak en yüksek miktarda CaCO<sub>3</sub> 27-20 yıllık parselde kayıt edilmiştir. Ağaçlandırılmış alan toprakları fazla kireçli, köy toprakları ise kireçli kategorisine girmektedir (Ülgen ve Yurtsever, 1974).

Kireç oranının kontrol alanlara göre yüksek olmasının nedeni hafriyat alanlarına kireçli ve humuslu toprakların karıştırılarak dökülmesinden kaynaklandığı ihtimal edilmektedir. Kireç miktarının yüksek olması pH değerinin de doğru orantılı olarak artmasına ne-



den olmakta ve bu gibi topraklarda fosfor, kalsiyum fosfat halinde bağlanarak güç çözünür duruma geçerek bitkiler tarafından alınmasını zorlaştırır.

Tahliller sonucu ağaçlandırılmış topraklarda organik madde miktarı % 0,54- 0,87 arasında olup fakir topraklar sınıfına aittir. İstatistiksel olarak organik madde miktarları köy topraklarında ağaçlandırılmış araziye kıyasla daha yüksek (%1,03-1,80) görülmüştür (Çizelge 4.4).

Toprakta organik maddelerin az olması su tutma kapasitesini azaltır ve organik maddelerin ayrışması sırasında açığa çıkan organik bileşikler, bitki tarafından alınabilir konumda olan bitki besin maddelerini alınamaz konuma getirerek toprağın verimliliğini azaltır ve bitki gelişiminde negatif etki oluşturur. (Walkley-Black, 1934).

Çizelge 4.4 Toprak fiziko-kimyasal analiz sonuçları (2013 yılı)

	Saturasyon	Elektriksel İletkenlik (EC) (dS/m)	pH	Toplam Kireç (%)	Organik Madde (%)	Ni (mgkg <sup>-1</sup> )	Cu (mgkg <sup>-1</sup> )	Zn (mgkg <sup>-1</sup> )	Pb (mgkg <sup>-1</sup> )
Çam (27-20)	61,48	2,82	8,23	25,18	0,54	74,05	102,49	121,16	68,92
Akasya (27-20)	60,17	2,46	8,26	25,74	0,64	84,27	100,53	143,81	72,41
Çam (20-15)	62,16	2,48	8,51	24,23	0,67	89,68	98,76	171,18	93,23
Akasya (20-15)	61,18	2,96	8,32	24,36	0,73	73,25	104,18	154,72	74,47
Çam (15-10)	62,27	2,48	8,43	19,39	0,81	110,3	97,46	104,48	94,69
Akasya (15-10)	60,18	3,01	8,38	21,46	0,87	63,16	99,16	156,27	83,27
Çam (10-5)	60,16	2,17	8,36	24,15	0,59	121,4	96,48	132,56	69,81
Akasya (10-5)	62,48	2,34	8,49	23,46	0,63	69,7	98,26	124,32	74,56
Çam (5-1)	63,49	3,17	8,42	23,18	0,71	60,75	89,18	143,78	73,25
Akasya (5-1)	61,22	2,61	8,39	22,32	0,68	72,6	92,06	124,69	85,49
Çömüdüz	59,16	2,16	7,72	9,52	1,42	53,27	79,87	134,29	54,39
Alemdar	59,85	1,06	7,66	7,28	1,03	50,23	84,29	145,94	61,27
Çoğulhan	61,36	2,24	7,59	10,25	1,80	51,42	87,50	135,34	71,01

Çizelge 4.4'de hakim rüzgar yönünde ve çeşitli köylerden alınan toprak örneklerinin toplam Ni, Cu, Zn ve Pb elementlerinin sonuçları görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre toplam Ni konsantrasyonu 50,23-121,4 mgkg<sup>-1</sup>, toplam Cu konsantrasyonu 79,87-104,18 mgkg<sup>-1</sup>, toplam Zn konsantrasyonu 104,48-171,18 mgkg<sup>-1</sup>, toplam Pb konsantrasyonu 54,39-94,69 mgkg<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Ağaçlandırılmış arazilerdeki toprağın ağır metal sınır değerleri (TKKY, 2005)

Toplam Ağır Metal	pH <6 mg/kg Fırın Kuru Toprak	pH >6 mg/kg Fırın Kuru Toprak
Kurşun	50**	300**
Kadmiyum	1**	3**
Krom	100**	100**
Bakır*	50**	140**
Nikel*	30**	75**
Çinko*	150**	300**
Civa	1**	1,5**
*pH değeri 7'den büyük ise bakanlık sınır değerleri %50'ye kadar artırabilir.		
** Yem bitkileri yetiştirilen alanlarda çevre ve insan sağlığına zararlı olmadığı bilimsel çalışmalarla kanıtlandığı durumlarda bu sınır değerlerin aşılmasına izin verilebilir.		

Topraktaki ağır metal sınır değerlerine göre (Çizelge 4.5) araştırmadaki bazı toprak örneklerine ait Ni konsantrasyonlarının üst sınır değerini aştığı belirlenmiştir. Toprak kirliliği kontrol yönetmeliğindeki değerler dikkate alınırse topraklarda değişken miktarlarda bir Ni kirlenmesi mevcuttur. Toprakta yüksek miktarda bulunan Ni bitki köklerini tahrip etmekte ve Fe ile P elementlerinin bitki tarafından alınmasını engellemektedir. Diğer elementler ise yüksek sınır değerlere ulaşmamış ve henüz bu elementlerden oluşan bir kirlilikten söz etmek mümkün değildir (TKKY, 2005).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Afşin-Elbistan Termik Santrali çevresi hafriyat döküm alanlarında dikili fidanların durumu aşağıda paragraflar halinde özetlenmiştir.

Son yıllarda santral çevresinde hafriyat alanlarında hakim tür olarak yaygın olan karaçam ve yalancı akasya fidanlarının %30 kadarı kurumuş ve bu kuruma devam etmektedir. Yapılan analizler sonucu hafriyat topraklarında pH ve kireç miktarının yüksek, elektriksel iletkenliğini ise tuzlu kategorisine girdiği ayrıca organik madde bakımından fakir olduğu belirlenmiştir. Bu özelliğe sahip topraklarda bitki yetiştiriciliği zor olup nitekim laboratuarda bu toprak örneklerinde yetiştirilmiş fasulye bitkisinin ürün vermeden kısa bir süreden sonra kuruduğu gözlenmiştir. Kül-cüruf karışımından oluşan böyle topraklarda her türlü bitkilerin gelişimi oldukça zordur (Kahraman, 2012).

Yapılan gözlemlerle yalancı akasya ağacı yaprakları üzerinde tütsü toz tabakasından oluşan beyaz toz lekesini sürekli görmek mümkündür. Rüzgarın yaprakları hafif titretmesi ile bu toz tabakası yere dökülür ve zaman içerisinde havadan tekrar yaprak üzerine birikir.

Kömürün yanması sonucu meydana gelen gazlar (CO, NO ve SO<sub>2</sub>) atmosfere yayılır, hava kirliliğine neden olur ve su buharı ile birleşerek asit yağmuru oluşumuna sebep olur. Ayrıca oluşan asit yağmurları da yaprak yüzeyinde küçük nekroz yanıklara yol açmakta ve sonuçta yapraklar sararıp dökülmektedir (Alpacar, 1989).

Ağaçların kurumasında önem taşıyan diğer bir faktör de toprağın nem bakımından yetersiz oluşudur. Her ne kadar fidanlar dikilmeden önce belli bir süre (2-3 yıl) kül-cüruf karışımı toprağın sertleşmesi beklenilse de ve dikimden sonra 2-3 yıl fidanlar sulansa da sonraki yıllarda sulama işlemi durdurulmakta, dolayısıyla bitkinin suya ihtiyacını karşılamamaktadır. Nitekim Elbistan Meteoroloji Müdürlüğünden aldığımız verilerde uzun yıllar aylık ortalama havanın sıcaklığı, nemliği ve düşen yağmurların ortalama miktarı bu ihtimalimizi güçlendirmektedir. Verilerde Elbistan İlçesinde son 5 yılda düşen yağmurların miktarı ve nem oranında düşüşlerin, sıcaklığın ise arttığı belirtilir. Son 3 yılda yağmurların miktarı %30 oranında azalmış ve bu da toprakta nem miktarını olumsuz etkilemiş ve bu da nem oranı için yetersiz olmuştur. Diğer taraftan sıcaklığın artışı da toprak yüzeyindeki nemin çabuk kaybolmasını sağlamıştır. Her ne kadar fidanların kökleri gelişse de toprağın alt

katmanlarından ihtiyaç duyduğu suyu alamamakta ve buna ilaveten de toprağın besin yönünden fakir olması bitkilerin gelişmesini engellemekte ve hem de zayıflayarak kurummasını tetiklemektedir.

Çalışma süresince ağaçlandırılmış arazilerde 10 takım, 28 familya, 42 cinse ait toplam 47 tür tespit edilmiştir. Tür sayısı bakımından Coleoptera takımı oldukça zengin olup 11 familya, 16 cinse ait toplam 17 tür içermektedir. Hemiptera takımı 4 familya 9 cinse ait ve 11 türle temsil edilmektedir. Tür sayısı bakımından en düşük olanları Neuroptera, Diptera, Orthoptera ve Dermaptera takımlarıdır. Her ne kadar tür sayısı belli bir düzeyde olsa da fidanların yaprak, dal, gövde ve köklerinde böcekler tarafından oluşturulan önemli bir zarara rastlanmamıştır. Ayrıca popülasyon düzeyleri de önem arz etmemektedir. Böcek faunası tamamen formalaşmamış ve bir tehdit unsuru oluşturmamaktadır. 10 yıl bundan önce ağaçlandırılmış arazilerde 21 böcek türü saptandığını (Bahadıroğlu ve ark., 2003) düşünsek, her yıl bu alanlara yeni böcek türlerinin göç ettiği kanısına varılır.

Geçen süre zarfında böcek faunasının zenginleştiği ancak buna rağmen ağaçlar için tehdit oluşturmadığı gözlenmektedir. Dolayısıyla hafriyat dökülmüş alanlardaki fidanların kurummasının en önemli kaynağını abiyotik faktörler oluşturduğu ve bu faktöründe bir etmeden yok, birkaç etmenin bir araya gelerek ağaçların kurummasına neden olduğu ve gelecekte de bu kurumaların devam edeceği ihtimalini vermektedir.

Tüm bu etmenleri kısaca özetleyecek olursak; topraktaki pH, toplam kireç ve Ni elementinin yüksek, organik bileşenlerin düşük, bacalardan salınan emisyonların standart değerler üzerinde olması, ayrıca son yıllarda hava sıcaklıklarının yüksek, nem oranının düşük ve ilaveten de yağmur miktarında düşüşlerin görülmesi ağaçların kurummasını tetikleyen başlıca unsurlar olduğu ihtimalini düşündürmektedir.

Koşullar böyle devam ederse ağaçlandırılmış alanlardaki fidanların kurummasını önlemek için aşağıda belirtilen tedbirlerin alınması büyük önem arz etmektedir.

1) Doğal koşullarda ve serbest karbonatlarca (kireç) zengin topraklarda pH'ı düşürmek son derece zordur. Bununla birlikte toprak alkali karbonatları içermeyen bazı kimyasallar uygulanarak pH düşürülebilir. Bu amaçla kükürt, alüminyum sülfat ve sülfürik asit gibi en çok kullanılan kimyasal maddeler toprağa uygulanarak fidanların gelişimi için uygun düzeye kadar düşürülmesi gerekmektedir.

2) Mevcut ağaçlandırılmış arazide nemliğin düşük ve tuzluluk oranının yüksek olması fidanlar için temel minerallerin alınmaması, iyon dengesinin bozulması ve aşırı su kayıpları gibi sorunları teşkil etmektedir. Bu durumun önlenmesi için toprağın yaz aylarında en azından periyodik olarak sulanması gerekmektedir. Ayrıca tuzlu toprakların büyük çoğunluğunda taban suyu oldukça yüksektir. Uygun yerlere açılacak açık veya kapalı drenaj kanalları taban suyunun kritik derinliğin altına düşmesini sağlayabilir.

3) Organik maddece yoksun olan arazi topraklarında organik gübreleme programları uygulanmalıdır. Böylece toprak organik maddece zenginleşirken aynı zamanda da organik gübre yardımı ile toprağın tuzluluk ve pH oranlarının da düşmesine yardımcı olabilir.

4) Bölgede Ni değerlerinin Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği sınır değerlerinin üstünde bulunması Ni birikimi tehlikesini işaret etmekteyse de, bu durumun santral kaynaklı olabileceği kanısına varmak güçtür. Ancak kesin yargıya varabilmek için bölge topraklarından belirli aralıklarla örnekler alınarak analiz yapılması daha kesin bir sonuca ulaşılmasını sağlayabilir. Ayrıca bölgede mevcut bir birikim söz konusu olmayan Cu, Zn, Pb vb. elementlerden de numuneler alınarak belirlenen yönetmelikçe sınır değerlerinin altında tutulması amaçlanabilir.

5) Afşin-Elbistan Termik Santralının bacalarından salınan gazlar insanlar ve çevre için tehlike oluşturmaktadır. Santralin B ünitesinde bacalardan çıkan bu zararlı emisyonları engelleyen filtre sistemleri bulunurken, A ünitesinde filtre sistemi bulunmamaktadır. Bunun için mevcut termik santralde bacalardan çıkan partikülleri engellemek için bu sistemlerin kurulması ve ayrıca ileri teknoloji kullanarak çevreyi olumsuz yönde minimum seviyede etkileyecek ve ekolojik dengeyi bozmayacak diğer önlemlerin alınması gerekmektedir.

6) Santralin baca kül filtreleri sürekli olarak kontrol edilmeli, filtresi çalışmayan üniteler onarım süresi bitinceye kadar devre dışı bırakılmalıdır.

7) Santralde sadece filtrelerde tutulan küllerin bir kısmı değerlendirmeye alınmakta, diğer kısmı ise kül tepeleri halinde biriktirilmekte ve rüzgar vb. etkilerle çevreye yayılmaktadır. Santralden çıkan bu küllerin belirli kullanım alanlarında değerlendirilmesi çalışmaları yapılmalıdır.

8) Emisyon değerleri ölçüm cihazlarıyla sürekli ölçülmeli, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> ve asit yağmurlarının yoğun olarak tespit edildiği bölgelerde desülfirizasyon tesisleri kurulmalıdır.

9) Ağaçlandırma çalışmaları; toprak yapısı, santral atık malzemesinin bulunduğu sahalarda yetişebilen ağaç türleri seçimi, dikim teknikleri ve bölgenin doğal vejetasyon yapısı gibi etmenler göz önüne alınarak yapılmalıdır.

10) Tesis edilen ağaçlandırma alanları sık sık kontrol edilmeli, gerektiğinde böcek ve mantar zararlılarına karşı mücadele teknikleri etkin metotlarla ve geciktirilmeden uygulanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Adriano, D.C., Page, A.L., Elseewi, A.A., Chang, A.C. ve Straugham, I. 1980. Utilization and Disposal of Fly Ash and Other Coal Residues in Terrestrial Ecosystems. A review. J. Environ. Qual., 9:333-444.
- Ajmal, M. and Khan, A. 1986. Effects of coal fired thermal power plant discharges on agricultural soil and crop plants. Enviromental Research, 39,405-17.
- Akbay, C., Dikici, H., Arı, H., ve Bilgiç, A., 2011. "Afşin-Elbistan Termik Santrali'nin Neden Olduğu Çevre Kirliliğinin Ekonomik Analizi", Tübitak Kahramanmaraş.
- Alpacar, N. 1989. Asit Yağmurlarının Ormanlar Üzerindeki Etkileri. 5. Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi.
- Anonim, 1997. Kahramanmaraş İli Arazi Varlığı. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Anonim, 2008. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmenliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Anonim, 2011. Kahramanmaraş İli Çevre Durum Raporu, ÇED Hizmetleri ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Kahramanmaraş.
- Anonim, 2012. Afşin-Elbistan A Termik Santrali İşletme Müdürlüğü.
- Anonim, 2013. Elektrik Üretim Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü.
- Avcı, S. 2005. Türkiye'de Termik Santraller ve Çevresel Etkileri. İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Coğrafya Dergisi, Sayı 13, Sayfa 1-26 İstanbul.
- Aydemir, O., 1992. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Atatürk Üniversitesi Yayınları. No: 734. Erzurum.
- Aydemir, G. 2008. Afşin-Elbistan Termik Santrali Emisyonlarının Yöre Topraklarına Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.



- Baba, A. 2000. Leaching Characteristics of Wastes from Kemerköy (Muğla-Turkey) Power Plant, *Global Nest: the Int. J.*, 2-1, 51-57.
- Baba, A., Kaya, A. ve Birsoy, Y.K. 2003. The Effect of Yatağan Thermal Power Plant (Muğla-Turkey) on The Quality of Surface and Ground Waters, Water, Air, and Soil Pollution 149: 93-111.
- Bahadıroğlu, C. 2003. Afşin-Elbistan Linyit İşletmesinde Hafriyat Topraklarda Biyosenozun Oluşumu. TÜBİTAK Togtag Trap-2526 nolu Proje.
- Black, C.A. 1965. *Methods of Analysis Part I*. Amer. Soc. of Agron. Wisconsin- USA.
- Carlson, C.L. ve Adriano, D.C. 1993. Environmental Impacts of Coal Combustion Residues. *Journal of Environmental Quality* 22, 227-247.
- Çancı, B. 1998. Geochemical Assessment of Environmental Effects of Fly Ash From Seyitömer (Kütahya) Thermal Power Plant. Msc Thesis, İstanbul.
- Çepel, N. 1985. *Toprak Fiziki*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3313, O.F. Yayın No: 374, İstanbul.
- Çepel, N. 2006. Toprak Kirliliği ve Ekolojik Önemi. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları CD'si Konu 11.
- Deborah, A.K. ve Ernest, E.A. 1981. Effect of Leachate Solutions From Fly and Bottom Ash on Groundwater Quality, *Journal of Hydrology*, 54, 341- 356.
- Demiralay, İ., Y.Z. Güresinli, 1979. Erzurum ovası topraklarının kıvam limitleri ve sıkışabilirliği üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 10(1-2): 77-93.
- Demiralay, İ. 1993. *Toprak Fiziksel Analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi No.143, Erzurum.
- Demirsoy, A., *Yaşamın Temel Kuralları, Böcekler, Entomoloji*, 5. Baskı, Cilt 2, Kısım 2, Meteksan yayınları, 941 ss., Ankara, 1997.

- Deniz, M., 2010. Termik Santral Kaynaklı Hava Kirliliğinin Bitkilerdeki Mineral Beslenme ve Antioksidatif Savunma Mekanizmasına Etkisi Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, Adana.
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Klima Veri Kaynakları, 2014.
- Gehrs, C.W., Shriner, D.S., ve Herbes, S.E. 1979. Environmental Health and Safety Implications of Increased Coal Utilisation. in: Elliot, M.A.(ED.) Chemistry of Coal Utilisation. Second Supplementary Volume, 2194-2219.
- Goncaloğlu B. G., Ertürk F., Ekdal A. 2000. Termik Santraller ile Nükleer Santrallerin Çevresel Etki Değerlendirilmesi Açısından Karşılaştırılması. İstanbul.
- Gupta, M.C. Ghose, A.K.M. 1986. The effects of Coal-smoke pollutants on the leaf epidermal architecture in solanum molengena L. Varyety pusa purple long; environ. Pollut A. (41), 315-321.
- Güleç, N., Tuncel, G., Erler, A., Çancı, B., Hamzaoğlu A., Arcasoy, A., 1999. "Seyitömer Termik Santrali Küllerinin Çevreye Etkisinin İncelenmesi", Tübitak, Ankara.
- Gürkan, S. 1992. Çayırhan Linyitlerinden Kostik Yıkama Yöntemiyle Mineral Maddenin Giderilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Haktanır, K., Sözüdoğru Ok, S., Karaca, A., Arcak, S., Çimen, F., Topçuoğlu, B., Türkmen, C., Yıldız, H. 2010. Muğla-Yatağan Termik Santrali Emisyonlarının Etkisinde Kalan Tarım ve Orman Topraklarının Kirlilik Veri Tabanının Oluşturulması ve Emisyonların Vejetasyona Etkilerinin Araştırılması, Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi. Cilt 2, Sayı 1, Ankara.
- Jakson, M. L. 1962. Soil chemical analysis. Prentice –Hall, Inc. New York.
- Kahraman, Y. 2012. Afşin-Elbistan Termik Santrali Küllerinin Tarımda Kullanım Olanakları, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.

- Kantarci, M.D. 2003. The Effects of Three Thermo Electric Power Plants on Yerkesik-Denizova Forests in Mugla Province (Turkey). *Water, Air&Soil Pollution*, 3:211-219.
- Karaca, A. 1997. Afşin-Elbistan Termik Santrali Emisyonlarının Çevre Topraklarının Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Karaca, A., Türkmen C., Arcak S., Haktanır K., Topçuoğlu B. ve Yıldız H., 2005. Çayırhan Termik Santrali Emisyonlarının Yöre Topraklarının Bazı Ağır Metal ve Kükürt Kapsamlarına Etkilerinin Belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1 (1): 17-25.
- Karaca, A., Turgay, O.C., Karaca, S., Sağlam, M., Türkmen, F., Deviren, S. ve Türkmen, N. 2007. Seyitömer Termik Santrali Emisyonlarının Çevre Toprakları Üzerine Etkiler. Proje, Yayınlanmamış, Ankara.
- Karagöktaş, M., 2012. Afşin-Elbistan Termik Santrali'nin Çevreye Olan Olası Etkisinin Belirlenmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversite Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Karakurt, H. 2002. Ege Bölgesinde Açık Kömür İşletmeciliği Yapılan Orman Sahalarının Yeniden Ağaçlandırılması için Toprak Verimliliği Yönünden Alınacak Önlemler Üzerinde Bir Araştırma. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Karakurt, H. 2004. Ege Bölgesinde Açık Kömür İşletmesi ve Toprak Döküm Alanlarındaki Ekolojik Şartlar ile Bu Alanlara Uygun Ağaçlandırma Tekniklerinin ve Ağaç Türlerinin Belirlenmesi. Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü. Teknik Bülten. İzmir.
- Karakurt, H., Akkaş, M.E., Kostak, S., Kaymakçı, E. 2009, Aydın Linyitleri Açık Kömür Havzasında Malzeme Döküm Alanlarının Ağaçlandırma Yoluyla Islahı. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, İzmir.
- Koç, E., Şenel, M. C. 2013. “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu Genel Değerlendirme,” *Mühendis ve Makina*, cilt 54, sayı 639, s. 32-44.

- Lodos, N., Türkiye Entomolojisi III genel, uygulamalı ve faunistik ders kitabı, E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 456: 79-98, 1983.
- Loeppert, R.H., Inskeep, W.P. 1996. Iron. p 639–665. In D.L. Sparks (ed) Method of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3. SSSA, Madison, WI.
- Loeppert, R.H., Suarez, D.L. 1996. Carbonate and Gypsum. p 437–475. In D.L. Sparks (ed) Method of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3. SSSA, Madison, WI.
- Mejstrik, V. Suacha, J. 1988. Concentration of Co, Cr, Cd, Ni and Zn in crop plants cultivated in the vicinity of coal-fired power plants. The Sci. Of the Total Environment, 72,57-67.
- Mol, T. 1986. "Yatağan Termik Santrali Ve Ormanlardaki Zararları", İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi A, 36 (2), Ss. 1-20.
- Müezzinoğlu, A. Türkman, A., 1985. "Termik Santrallerden Çıkan Kömürlü Atık Suların Çevresel Etkileri Ve Arıtımı", Türkiye Bilimsel Ve Teknik Araştırma Kurumu Mühendislik Araştırma Gurubu, 620, Bornova, İzmir.
- Nighat, F., Zaffar, M., Iqbal, M. Stomatal Conductance, Photosynthetic Rate and Pigment Content in *Ruellia Tuberosa* Leaves as Affected by Coal-Smoke Pollution. Biologia Plantarum. 2000, 43(2), 263–267.
- Önder, F. 1996. Türkiye'de var olan ve tasarlanan termik santraller ile bunlara ait hava kirlenici emisyonlar ve önlem alma projeksiyonları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul (yayınlanmamış).
- Özdemir, N., 1998. Toprak Fiziği. O. M. Üniv. Ziraat Fak. Ders Kitabı No: 30, Samsun 296s.
- Özyurt, Z., 2006. Termik Santral Atıklarındaki İz Elementlerin Çevresel Etkileri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir 49s.

- Öztan, B. ve Ülgen, H. 1961. Saturasyon Macununda Ve Ekstraktında Tuz Tayinleri. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Teknik Yayın No 7, Ankara.
- Pacyna, J.M. ve Nriagu, J.O. 1987. Atmospheric Emissions of Cr From Natural and Anthropogenic Sources. Cr in The Natural and Human Environments. (Ed. J.O. Nriagu and E. Nieboer. John Willey and Sons Ltd. Inc.
- Sarıgül, M. 1991. Hava Kirliliğinin Muğla-Yatağan Yöresinde Orman Toprağı ve Ağaçları Üzerine Etkisi. Ormancılık Araştırma Enstitü Teknik Bülten, No. 217-248.
- Semerci, A., Çelik, O., Şanlı, B., Şahin, Ö., Eczacıbaşı, B., Argun, N. 2006. İç Anadolu Bölgesinde Son Beş Yılda İncelenen Bazı Ağaç Kurumalarının Nedenlerinin İrdenmesi ve Çözüm Önerileri, Türkiye’de Yarı Kurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalışmayı, I. Cilt, 7-10 Kasım 2006, Ürgüp, Sayfa 42-53.
- Sesli M. 2003. Soma İlçesinde Yol Kenarında Yetişen Tütünlerde Kurşun Miktarının Araştırılması. Manisa.
- Singh, J., Agrawal, M., Narayan, D. 1995. Changes in Soil Characteristics Around Coal-Fired Power Plants. Environment International, 21(1), 93-102.
- Taşkın, Ö. 1998. Uçucu Kül Ve Bazı Organik Materyallerin Toprak Biyolojik Aktivitesi Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Tonguç, Ö. 1997. Determination of Heavy Metal Levels in Some Moss Species Around Thermic Power Stations. Muğla.
- Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği 2005, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Tuna A. L., Girgin A. R., 2005. Mısırdaki (*Zea mays* L.) Gelişme, Mineral Beslenme ve Ağır Metal İçeriği Üzerine Termik Santral Uçucu Küllerinin Etkisi. Ekoloji. 11 (57): 7-15.

Ural, S. 2005, Comparison of Fly Ash Properties from Afsin-Elbistan Coal Basin, Turkey, Journal of Hazardous Materials B119, 85-92.

Ülgen, N. ve N. Yurtsever, 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayın No:28, Ankara.

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil Sci. 63:251-263.

Zabunoğlu, S., Haktanır, K., Karaçal, G. ve Oskay, K. 1989. Samsun Azot Sanayi ve Karadeniz Bakır İşletmeleri Baca Emisyonlarının Çevredeki Tarım Alanlarına ve Bitkisel Ürüne Etkilerinin Araştırılması. TÜBİTAK Proje no. ÇAĞ-84.

## **EKLER**

**EK 1:** Arazide tespit edilen Coleoptera takımına ait türler



1



2



3



4



5



6

**Ek Şekil 1:** 1. *Coccinellidae septempunctata* 2. *Mylabris sp.* 3. *Anthonomus rubi* 4. *Cetonia aurata* 5. *Plagionotus arcuatus* 6. *Oxythyrea funesta*



**Ek 1'in devamı**



**7**



**8**



**9**



**10**



**11**



**12**

**Ek Şekil 2:** 7. *Leptura annularis* 8. *Monochamus sartor* 9. *Phytoecia molybdaena* 10. *Judolia erratica* 11. *Anthaxia scutellaris* 12. *Mylabris quadripunctata*

**Ek 1'in devamı**



**13**



**14**



**15**



**16**



**17**

**Ek Şekil 3: 13. *Cytillus alternatus* 14. *Rhagonycha fulva* 15. *Melanotus erythropus* 16. *Carabus glabratus* 17. *Capnodis cariosa***

**EK 2:** Arazide tespit edilen Hemiptera ve Neuroptera takımına ait türler



1



2



3



4



5



6

**Ek Şekil 4:** 1. *Eurydema ornatum* (Hemiptera) 2. *Carpocoris mediterraneus* (Hemiptera) 3. *Lygaeus pandurus* (Hemiptera) 4. *Eurygaster maura* (Hemiptera) 5. *Carpocoris fuscispinus* (Hemiptera) 6. *Carpocoris purpureipennis* (Hemiptera)

**Ek 2'nin devamı**



**7**



**8**



**9**



**10**



**11**



**12**

**Ek Şekil 5:** 7. *Spilostethus hospes* (Hemiptera) 8. *Leptopectera dolabrata* (Hemiptera) 9. *Calocoris alpestris* (Hemiptera) 10. *Graphosoma lineatum* (Hemiptera) 11. *Nezara viridula* (Hemiptera) 12. *Myrmeleon formicarius* (Neuroptera)

**EK 3: Arazide tespit edilen Lepidoptera takımına ait türler**



1



2



3



4



5



6

**Ek Şekil 6: 1. *Vanessa cardui* 2. *Brintesia circe* 3. *Pieris brassicae* 4. *Papilio alexanor* 5. *Papilio machaon* 6. *Amata phegea***

**EK 4:** Arazide tespit edilen Hymenoptera ve Homoptera takımına ait türler



1



2



3



4



5



6

**Ek Şekil 7:** 1. *Scolia maculata* (Hymenoptera) 2. *Polistes dominulus* (Hymenoptera) 3. *Apis mellifera* (Hymenoptera) 4. *Vespula germanica* (Hymenoptera) 5. *Cicadatra atra* (Homoptera) 6. *Cicadatra xantes* (Homoptera)

**EK 5:** Arazide tespit edilen Odonata, Orthoptera, Dermaptera ve Diptera takımına ait türler



1



2



3



4



5



6

**Ek Şekil 8:** 1. *Libellula depressa* (Odonata) 2. *Sympetrum striolatum* (Odonata) 3. *Oedipoda miniata* (Orthoptera) 4. *Dociostaurus maroccanus* (Orthoptera) 5. *Forficula auricularia* (Dermaptera) 6. *Eristalis arbustorum* (Diptera)

## ÖZGEÇMİŞ

### **Kişisel Bilgiler**

Adı, soyadı : İsmail ÖZCAN  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 14.02.1990 Bursa  
Medeni hali : Bekar  
Telefon : 0 (224) 250 14 02  
Faks : 0 (344) 219 10 42 (KSÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Dekanlığı)  
e-posta : ozcan\_16bursa@hotmail.com

### **Eğitim**

<b>Derece</b>	<b>Eğitim Birimi</b>	<b>Mezuniyet Tarihi</b>
Yüksek Lisans	KSÜ/Biyoloji Bölümü	2014
Lisans	KSÜ/Biyoloji Bölümü	2012
Lise	Bursa Atatürk Lisesi	2006

### **Yabancı Dil**

İngilizce

### **Yayınlar**

Özcan İ., Bahadıroğlu C., Bozdoğan H., "Afşin-Elbistan Termik Santrali Çevresi Hafriyat Döküm Alanlarında Dikili Fidanların Kuruma Nedenleri Üzerine Araştırma". Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt 3(1) sayfa 8-16.

Elbistan Ovası (Kahramanmaraş İli) Linyit İşletmelerinde Ağaçlandırılmış Arazilerde Zararlı Böcek Faunası Üzerine Araştırma KSÜ Araştırma Projeleri Yönetim Birimi, BAP, 2013/3-32M (Tamamlanma aşamasında).

### **Hobiler**

Kitap okuma, tarih ve bilim araştırmaları yapma, yüzme, doğa yürüyüşü.