



**MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**SALDA GÖLÜ (BURDUR) ÇEVRESİNDEKİ
LİKEN ÇEŞİTLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ VE
BİYOİNDİKATÖR TÜRLERLE HAVA
KALİTESİNİN İZLENMESİ**

TUĞÇE KAAN
520116021

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

Biyoloji Programı

DANIŞMAN

Prof .Dr. GÜLŞAH ÖZYİĞİTOĞLU

İSTANBUL, 2020



MARMARA UNIVERSITY
INSTITUTE FOR GRADUATE STUDIES
IN PURE AND APPLIED SCIENCES



**DETERMINATION OF LICHEN DIVERSITY
AROUND LAKE SALDA (BURDUR) AND
OBSERVATION OF AIR QUALITY
BIOINDICATOR SPECIES**

TUĞÇE KAAAN
520116021

MASTER THESIS

Department of Biology

Biology Program

ADVISOR

Prof. Dr. GÜLŞAH ÖZYİĞİTOĞLU

İSTANBUL, 2020

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın, fikir halinden bu yana somutlaşmasına yaptığı katkılar nedeniyle, saygıdeğer hocam Prof. Dr. GÜLŞAH ÖZYİĞİTOĞLU' na teşekkürü bir borç bilirim. Değerli Gülşah Hocama ders ve proje döneminde akademisyen olmanın yanında iyi bir eğitimci olmanın tarifini davranışlarıyla göstermesi, eğitim hayatımda yol gösterici bir sorumluluk üstlenmesi ve sevgisini benden esirgememesine büyük şükran duymaktayım.

Araştırma süresi boyunca verdiği destek ve yardımları nedeniyle birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum yol arkadaşlarım Elif Aysu ÖZKÖK, Damla YAYMAN, Ezgi ÖZEN, Uğurcan ALTIOK, Ahmed AL-AMOODY ve Ahmet ÖZCAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez kapsamındaki çalışmalara FEN-C-YLP-130219-0034 no'lu proje ile destek olan Marmara Üniversitesi BAPKO birimine teşekkür ederim. Analiz işlemleri için Mersin Üniversitesi'nde Öğr. Gör. Sevda İldan ÖZMEN'e, haritalama programı yardımları için, öncelikle Medeniyet Üniversitesi'nden Doç. Dr. Mustafa YAVUZ'a, istatistiksel analizlerde SPSS 21 programının kullanımında yardımını esirgemeyen Prof. Dr. Orhan SEVGİ'ye, Antarktika liken örneklerini temin etmemde yardımcı olan İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden Prof. Dr. Nurgül BALCI hocalarımın teşekkürlerimi sunarım.

Başarılı olmam için her zaman beni destekleyen, koşulsuz yanımda olan annem, babam ve kardeşlerime teşekkür ederim.

Tuğçe KAAN

Aralık 2020

İÇİNDEKİLER

Table of Contents

Contents

ÖZET	9
ABSTRACT	10
SEMBOLLER/ SYMBOLS	vii1
KISALTMALAR/ABBREVIATIONS	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLolar/LIST OF TABLES	ix
GRAFİK LİSTESİ	x
HARITALAMA LİSTESİ	xi
BÖLÜM I	1
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
BÖLÜM II GENEL BİLGİLER	4
2. LİKENLER	4
2.1 Likenlerin Biyolojik Özellikleri	4
2.2 Likenlerin Yaşam Ortamları	4
2.2.1 Likenlerin Ekolojisi	20
2.3 Likenlerin Sınıflandırılması	20
2.3.1 Tallus Yapılarına Göre Likenler	20
2.3.2 Morfolojik yapılarına göre likenler	21
2.3.3 Substrat Tiplerine Göre Likenler	7
2.4 Biyoindikatör ve Biyomonitör Likenler	8
3. HAVA KİRLİLİĞİ	9
3.1 Hava Kirliliğinin Tanımı ve Kapsamı	9
3.2 KİRLETİCİLER	10
3.2.1 Kirletici & Ağır Elementler	11
3.2.2. Ağır metal kaynakları	12
3.3 Likenlerin hava kirliliğinin tespitinde kullanımları	13

3.4 Hava kirliliğinin insan sağlığına etkileri.....	14
3.5 Ekosistem Üzerine Etkileri.....	30
3.6 İklim Değişikliği Üzerine Etkileri	30
4. Türkiye’de Hava Kirliliği Çalışmaları.....	30
4.1 ÇALIŞMA BÖLGESİ	17
4.1.1 Burdur İlinin İklimsel ve Coğrafik Özellikleri.....	17
4.1.2 Önceki çalışmalar	18
4.1.3 Örneklerin Toplandığı İstasyonların Tanıtımı	20
BÖLÜM III	22
5. MATERYAL ve YÖNTEM:	22
5.1 Materyal:	22
5.2 Araç ve Gereçler:	22
5.3 Yöntem	22
5.3.1 Literatür Taramasının Yapılması.....	22
5.3.2 Liken Örneklerinin Toplanması.....	22
5.3.3 Teşhis Aşaması.....	23
5.3.4 Kirleticilerin Nicel Olarak Belirlenmesi	38
5.3.5 Çalışma alanının hava kalitesinin değerlendirilmesi	26
5.4 ÇALIŞILAN LİKEN TÜRLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER	26
5.4.1 Xanthoria parietina.....	26
5.4.2 Hypogymnia physodes	27
5.5. Liken Referans Materyali (IAEA)	27
BÖLÜM IV.	28
6. BULGULAR VE TARTIŞMA	28
6.1 Bulgular	28
6.2 Tür Listeleri Tabloları.....	28
6.3 Toplanan taş ve kaya örneklerinin üzerindeki likenlerin tür listesi	30
6.4 Tayin Edilen Likenlerin Taksonomik Sınıflandırılması.....	30
6.5 ICP-MS ANALİZ SONUÇLARI.....	32

6.5.1 Al Elementi Analiz Sonuçları.....	49
6.5.2 V Elementi Analiz Sonuçları.....	35
6.5.3 Cr Elementi Analiz Sonuçları.....	37
6.5.4 Mn Elementi Analiz Sonuçları.....	39
6.5.5 Fe Elementi Analiz Sonuçları	40
6.5.6 Ni Elementi Analiz Sonuçları.....	57
6.5.7 Cu Elementi Analiz Sonuçları	59
6.5.8 Zn Elementi Analiz Sonuçları	45
6.5.9 As Elementi Analiz Sonuçları	47
6.5.10 Pb Elementi Analiz Sonuçları	48
6.5.11 Cd Elementi Analiz Sonuçları.....	50
6.6 İstatiksel Analiz Sonuçları	50
7. TARTIŞMA.....	53
8. SONUÇLAR.....	60
9. ÖNERİ.....	61
10. Bilgilendirme	62
11. KAYNAKLAR/ REFERENCES.....	62
12. INTERNER KAYNAKLAR/ INTERNET REFERENCES.....	66
13. ÖZGEÇMİŞ.....	67
14. Yayınlar	67

ÖZET

SALDA GÖLÜ (BURDUR) ÇEVRESİNDEKİ LİKEN ÇEŞİTLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ VE BİYOİNDİKATÖR TÜRLERLE HAVA KALİTESİNİN İZLENMESİ

Çağımızın en büyük problemlerinden biri olan hava kirliliği günümüzde büyük şehirlerde olduğu kadar orta ve küçük ölçekli şehirlerimizde de gözlenmektedir. Hava kirleticilerine, partikül maddelere uzun süre ve yüksek düzeylerde maruz kalmak tüm ekosistem için olumsuz sonuçlara neden olmaktadır.

Bu tez çalışması Türkiye’de 1. Derece Doğal Sit Alanı olarak ilan edilen Salda gölü (Burdur İli Raporu 1996) ve çevresindeki liken çeşitliliğini belirlemeyi ve aynı zamanda göl çevresindeki hava kalitesinin biyomonitör likenlerle izlenmesini (biyoizleme) amaçlamaktadır. Salda Gölü; Türkiye’nin en derin, dünyanın ise üçüncü en derin gölü olmasıyla bilinir.

Çalışmamızda hava kirliliği seviyesinin tahmini konusunda biyolojik araçlar olarak bilinen likenlerden faydalanılacaktır. Likenler çeşitli kaynaklardan havaya yayılan kirleticileri; ağır metalleri, SO₂, NO₂, F, vb. kirletici maddeleri bünyelerinde biriktirerek farklı reaksiyonlar gösterirler. Tez çalışması kapsamında; Salda gölü ve çevresinden ağaç, toprak ve kaya gibi çeşitli substratlar üzerinden likenler toplanmıştır. Liken örnekleri morfolojik ve anatomik olarak incelenerek türleri belirlenmiştir. Bu türler arasından biyoindikatör ve biyomonitör olarak kullanılacak liken türleri seçilmiştir. Toplanan likenlerde kirlilik göstergesi olarak 11 element (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V, Zn) için çoklu-element analizi uygulanmıştır. Elde edilen analiz sonuçları referans değeri ile kıyaslanarak değerlendirilip elementlerin bölgedeki dağılımlarını belirlemek adına -SURFER 17.1 programı ile kirlilik haritaları oluşturulmuştur.

Salda gölü ve çevresi için yapılan analizler sonucunda tüm istasyonlardan alınan örneklerin kirliliği göz ardı edilemeyecek kadar büyük olduğu kanısına varılmıştır. Bölgedeki hava kirliliği kaygılandırıcıdır. Sonuç olarak, bu proje Türkiye hava kalitesinin; temiz sayılan bölgelerdeki kirliliği gözler önüne sunması açısından önemli bir değere sahiptir. Proje bu özgün değeriyle birlikte Salda gölü ve çevresi için de bir ilk biyoizleme çalışması olma özelliğine sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Liken, Salda Gölü, Burdur, hava kirliliği, biyoizleme, biyoindikatör

ABSTRACT

DETERMINATION OF LICHEN DIVERSITY AROUND LAKE SALDA (BURDUR) AND OBSERVATION OF AIR QUALITY WITH BIOINDICATOR SPECIES

Air pollution, which is one of the biggest problems of our age, is observed in our medium and small-scale cities as well as in large cities. Exposure to air pollutants and particulate matter for a long time and at high levels causes negative consequences for the entire ecosystem.

This thesis was done in Turkey 1st Degree Natural Protected Areas as declared in lake Salda (Burdur Province Report 1996) and the surrounding area to determine the lichen diversity and at the same time around the lake monitoring air quality with biomonitors lichen (biomonitoring) aims. Salda Lake; Turkey's deepest lake, is also known for being the third deepest lake in the world. In our study, lichens, known as biological tools, will be used to estimate the level of air pollution. Lichens are pollutants emitted into the air from various sources; heavy metals, SO₂, NO₂, F, etc. They show different reactions by accumulating pollutants in their bodies. Within the scope of thesis work; Lichens were collected from various substrates such as trees, soil and rocks from Salda Lake and its surroundings. Lichen samples were examined morphologically and anatomically and their types were determined. Among these species, lichen species to be used as bioindicators and biomonitors were selected. Multi-element analysis was applied for 11 elements (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V, Zn) as pollution indicator in the collected lichens. The obtained analysis results were compared with the reference value and pollution maps were created with the SURFER 17.1 program to determine the distribution of the elements in the region.

As a result of the analysis made for Salda Lake and its surroundings, it is concluded that the pollution of the samples taken from all stations is too large to ignore. Air pollution in the region is a concern. As a result of this project, Turkey air quality; It has an important value in terms of revealing the pollution in clean areas. Along with this unique value, the project has the feature of being the first biomonitoring study for Salda lake and its surroundings.

Keywords: Lichen, Salda Lake, Burdur, air pollution, bioindicator, biomonitoring

SEMBOLLER/ SYMBOLS

%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
µL	: Mikro litre
µM	: Mikro molar
Ca²⁺	: Kalsiyum
Cm	: Santimetre
Dk	: Dakika
K⁺	: Potasyum
L	: Litre
M	: Molar
m²	: Metrekare
ml	: Mililitre
rpm	: Dakikada dönme hızı (Revolutions per minute)
α	: Alfa
β	: Beta

KISALTMALAR/ABBREVIATIONS

Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
Cd	: Kadmiyum
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
F	: Flor
Fe	: Demir
HF	: Hidrojen florür
H₂SO₄	: Sülfürik asit
HNO₃	: Nitrik asit
K	: Potasyum
Mn	: Manganez
N	: Azot
Ni	: Nikel
NO₂	: Nitrojen dioksit
NO_x	: Azot monoksit
Pb	: Kurşun
SO₂	: Kükürt dioksit
V₂O₅	: Vanadyum pentoksit
V	: Vanadyum
Zn	: Çinko
UV	: Ultraviyole (Ultraviolet)
PM	: Partikül Madde
MM	: Milimetre
M	: Metre
µg/g	: Mikrogram/Gram
µg/m³	: Mikrogram/Metreküp
ICP-MS	: Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer (İndüktif Eşleşmiş Plazma - Kütle Spektrometresi)

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1 : <i>Xanthoria parietina</i>	21
Şekil 2: <i>Pseudevernia furfuracea</i>	6
Şekil 3: <i>Rhizocarpon geographicum</i>	22
Şekil 4: <i>Squamarina cartilaginea</i>	22
Şekil 5: <i>Xanthoria parietina</i>	23
Şekil 6: <i>Rhizocarpon geographicum</i>	23
Şekil 7: Burdur ili maden Haritası.....	19
Şekil 8: Salda gölü.....	20
Şekil 9: Salda gölü koordinat haritası.....	21
Şekil 10: a) <i>Xanthoria parietina</i> b) arazi çalışması.....	23
Şekil 11: a ve b örneklerin kurutma ve yıkama işlemleri.....	24
Şekil 12: a ve b örnekleri zarflama ve öğütme işlemleri.....	24
Şekil 13: a,b,c ve d örnekleri etüvde kurutma ve tartım işlemleri.....	40
Şekil 14: Icp-ms cihazı.....	40
Şekil 15: Cadmium Elementi (Cd).....	50

TABLULAR/LIST OF TABLES

Tablo 1: Ağır metal kaynakları.....	13
Tablo 2: arazi koordinatları listesi.....	21
Tablo 3: Liken örneklerinin tür listesi.....	30
Tablo 4: Taş Ve Kaya Örneklerinin Üzerinden Teşhis Edilen Liken Tür Listesi.....	30
Tablo 5: Çalışılan Elementlerin ICP-MS Analiz Sonuçları. (DL: dedeksiyon limiti {seyreltme sonucu, analiz sırasında ölçülemeyen değer}).	34
Tablo 6: ICP-MS Al Elementi Analiz Sonuçları.....	49
Tablo 7: ICP-MS V Elementi Analiz Sonuçları.....	51
Tablo 8: ICP-MS Cr Elementi Analiz Sonuçları.....	52
Tablo 9: ICP-MS Mn Elementi Analiz Sonuçları.....	54
Tablo 10: ICP-MS Fe Elementi Analiz Sonuçları.....	56
Tablo 11: ICP-MS Ni Elementi Analiz Sonuçları.....	57
Tablo 12: ICP-MS Cu Elementi Analiz Sonuçları.....	59

Tablo 13: ICP-MS Zn Elementi Analiz Sonuçları	61
Tablo 14: ICP-MS As Elementi Analiz Sonuçları	62
Tablo 15: ICP-MS Cr Elementi Analiz Sonuçları.....	63
Tablo 16: 14 İstasyon için ortalama Al değerleri	48
Tablo 17: 14 İstasyon için ortalama Fe değerleri.....	48

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1: ICP-MS Al Elementi Analiz Sonuçları.....	49
Grafik 2: ICP-MS V Elementi Analiz Sonuçları.....	51
Grafik 3: ICP-MS Cr Elementi Analiz Sonuçları.....	53
Grafik 4: ICP-MS Mn Elementi Analiz Sonuçları	39
Grafik 5: ICP-MS Fe Elementi Analiz Sonuçları.....	41
Grafik 6: ICP-MS Ni Elementi Analiz Sonuçları.....	58
Grafik 7: ICP-MS Cu Elementi Analiz Sonuçları	59
Grafik 8: ICP-MS Zn Elementi Analiz Sonuçları	61
Grafik 9: ICP-MS As Elementi Analiz Sonuçları	48
Grafik 10: ICP-MS Cr Elementi Analiz Sonuçları.....	49
Grafik 11: istasyon bazlı element analiz sonuçları.....	66
Grafik 12: istasyon bazlı ortalama Al (ppm) element analiz sonuçları	66
Grafik 13: istasyon bazlı ortalama Fe (ppm) element analiz sonuçları	67
Grafik 14: Element bazlı istasyon analizi karşılaştırma grafiği	67
Grafik 15: <i>Xanthoria</i> ve <i>Physcia</i> türlerinin Al değerleri analizi karşılaştırma grafiği.....	69

HARITALAMA LİSTESİ

Haritalama 1: ICP-MS Al Elementi Analiz Sonuçları	50
Haritalama 2: ICP-MS V Elementi Analiz Sonuçları.....	52
Haritalama 3: ICP-MS Cr Elementi Analiz Sonuçları	53
Haritalama 4: ICP-MS Mn Elementi Analiz Sonuçları.....	55
Haritalama 5: ICP-MS Fe Elementi Analiz Sonuçları	57
Haritalama 6: ICP-MS Ni Elementi Analiz Sonuçları	58
Haritalama 7: ICP-MS Cu Elementi Analiz Sonuçları.....	60
Haritalama 8: ICP-MS Zn Elementi Analiz Sonuçları.....	62
Haritalama 9: ICP-MS Pb Elementi Analiz Sonuçları	49



BÖLÜM I

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Son yıllarda şehirleşme ve endüstrileşmeye bağlı olarak ve doğal kaynakların bilinçsiz kullanımını sonucu evsel ve endüstriyel atıkların doğaya ve bu atıklardan oluşan gazların havaya gönderilmesiyle kentlerin birçoğunun hava kalitesi bozulmuştur. (Özdemir 1992). Günümüzde hava kirliliği; canlıların varlığını, metabolizmasını ve sağlığını negatif yönde etkileyen, bünyelerinde fizyolojik ve metabolik değişikliklere sebep olan, havadaki yabancı maddelerin belirli sınırların üzerine çıkması ve aşırı yoğunluğa ulaşmasına denir. “Hava kirliliği” terimi ve “hava kalitesi” ile aynı anlama gelmemektedir. “Hava kirliliği”, kirleticiler ile “hava kalitesi” ise kirleticilerin sebep olduğu etkiler ile tanımlanmaktadır (Çobanoğlu 2015). Hava kirliliğini; Dünya Sağlık Örgütü (WHO), biyolojik etken tarafından fiziksel veya kimyasal maddeler ile atmosferin tabii özelliklerinin değişmesi olarak tanımlamaktadır.

Vücudumuzda metabolizma olayları ve reaksiyonlar için havada bulunun oksijene ihtiyaç vardır. Solunum yoluyla alınan oksijen ile birlikte havada ki diğer gazlarda vücut içerisine alınmaktadır. Havadaki partikül maddelerin ve toz parçalarının solunum sistemi ve akciğerlerdeki hareketleri ve etkileri, partiküllerin şekil, çap, yoğunluk ve büyüklüklerine bağlıdır. Bu partiküllerin ince olanları solunduğunda akciğerlere kadar ulaşmaktadır (United States Environmental Protection Agency 2003). Çok düşük değerlerde olsa bile (100 mg/m³ den az) kısa süreli maruz kalım sağlığı olumsuz yönde etkilemektedir. Düşük değerlerde olsa bile partikül maddelere uzun süreli maruz kalındığında insan sağlığına etkileri oldukça çoktur.

Hava kirliliği sadece insanı değil çevredeki biyolojik çeşitliliği ve ekosistem sağlığını da olumsuz etkilemektedir. Son yıllarda özellikle yapılan araştırmalarda Partikül Madde (PM) ve ağır metaller üzerine önem verilmesinin ana sebebi bu kirleticinin canlı sağlığı, ekosistem üzerine etkileri ve iklim değişikliği üzerine olumsuz etkilerinin olması kaynaklıdır (WHO 2016). Ayrıca birçok hava kirleticisi, partikül maddeler küresel ısınmaya, iklim değişikliğine sebep olmaktadır. Hava kirleticileri meteorolojik faaliyetlere de sebep olabilir. Oluşan bu değişime neden olan; atmosferdeki sıcaklık artışı ve ozonun seviyesini artırarak havanın daha çok ısınmasına yol açmaktadır (EEA Air Quality in Europe report 2016).

Gelişmiş bir kök sistemine sahip olmadığından dolayı canlılığını sürdürebilmesi için mineral ve su alışverişini yüzeyinden gerçekleştiren likenler, hava kirliliğine oldukça hassas olup

havadan kaynaklanan kirleticileri bünyelerinde biriktirme özelliğine sahip ve bu özellik sayesinde ile birlikte hava kirliliği belirlenmesi çalışmalarında kullanılan biyoindikatör canlılardır.

Hava kirliliğinin likenler üzerindeki etkisine dayalı çalışmalar son yarım yüzyılda yoğunlaşmıştır. Yapılan bu çalışmalarda, bazı liken türlerinin hava kirliliğine farklı hassas, bazı liken türlerinin bu maddelere karşı oldukça dayanıklı olduğu açığa çıkmıştır. Bu tür çalışmalarda ilk yaklaşım hava kirliliğine dayanıklı veya hava kirliliğinin olduğu yerlerde yaşayan liken türlerinin bünyesinde biriken kirleticilerin ölçümü ve bu kirleticilerin neden olduğu morfolojik, anatomik ve fizyolojik değişimlerin belirlenmesidir. İkincisi ise spesifik hava kirleticileri ile ilişkili olarak belli liken türlerinin alandaki varlığına göre liken komünitelerinin haritalanmasıdır (Çetin ve Sümbül 2010).

Bu tez çalışması, Türkiye’de birinci derecede doğal sit alanı olarak ilan edilmiş olan Salda gölü (Burdur İli Raporu 1996) çevresindeki liken çeşitliliğini belirlemeyi ve aynı zamanda göl çevresindeki hava kalitesinin biyomonitör likenlerle izlenmesini amaçlamaktadır. Çalışmamızda hava kirliliği seviyesinin tahmini konusunda biyolojik araçlar olarak bilinen likenlerden faydalanılmıştır.

Tez çalışması kapsamında; Salda Gölü ve çevresindeki biyoindikatör ve biyomonitör olarak kullanılacak likenler toplanmış. Liken örnekleri likenolog ekip tarafından incelenerek türleri belirlenmiştir. Lokalitelerin biyoindikatör likenleri karşılaştırılarak hava kirliliği indeksi ve kirlilik haritalarının oluşturulması ve bunun yanında biyomonitör türlerde yapılacak analizlerle ağır metal, PM oranlarına bağlı olarak hava kalitesinin izlenmesi hedeflenmektedir. Türkiye hava kalitesinin Dünya üzerinde temiz hava sahasına sahip bölgelerle karşılaştırılması açısından öncü bir çalışma niteliğindedir. Araştırmamız süresince elde edilen kirlilik ile ilgili bu veriler yalnızca sadece Salda gölünde oluşacak tahribatı içermeyecektir; aynı zamanda Türkiye içerisindeki korunaklı bölgelerdeki kirliliğin de benzer etkileri taşıdığını gösterecek ve aynı tahribatın sonuçlarını gözlemlememizi sağlayacaktır. Bu konuda yapılması gerekenler hakkında ışık tutacaktır. Bu çalışma sonunda Salda Gölü kıyısında uzanan bu yerleşmede bazı yıllarda ortaya çıkan kirlilik probleminin nedenlerinin anlaşılmasına ve alınması gereken tedbirlerin ortaya konulmasına katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Bu tez çalışması bu özgün değeriyle birlikte Salda gölü çevresi için bir ilk çalışma olma özelliğine sahiptir.

Çalışmanın hedefleri aşağıda belirtildiği gibidir:

- Salda Gölü çevresinden Burdur ili için muhtemel yeni liken kayıtları bulunması ve Türkiye liken biyoçeşitliliğine katkı sağlanması,
- Toplanan liken örneklerinin biriktirdikleri kirletici (PM, ağır metaller) oranlarını belirleyerek hava kalitesinin nicel incelemesinin yapılması,
- Biyomonitör türlerden yararlanılarak ICP - MS cihazı ile yapılacak ölçümlerle ağır metal oranlarına bağlı olarak hava kalitesinin izlenmesi,
- Bu çalışmada izlenen yöntem alanı kirleten atmosferik orijinli elementlerin tanımlanmasını sağlayacaktır.
- İleride ekolojik açıdan yaşanabilecek problemlerin önüne geçilmesine öncülük edilmesi,
- Liken örneklerinin üzerinde yaşadıkları substratları da incelenerek kirleticilerin cansız ortama etkileri ve kirlilik kaynaklarının tespit edilme çalışılması.
- Tezden elde edilen sonuçların uluslararası saygın dergilerde yayınlanabilirliğinin sağlanması, çalışmanın amaçları arasındadır.
- Özellikle ülkemizde bu alanda yapılan çalışmalara ve dünyadaki bu uygulama ile ilgili literatüre ülkemiz adına katkıda bulunulması hedeflenmektedir.

Tez çalışmamızın detaylı olarak amaçları şöyle sıralanabilir:

- Bölgeden toplanan liken türlerinde çoklu-element analizleri ile havadan kaynaklı kirletici birikimlerinin rakamsal veriler olarak tespit edilmesi,
- Bu alanlarda biyomonitör liken örneklerinin biriktirdikleri kirletici metal-ağır metal oranları hakkında elde edilen analitik veriler ile hava kalitesinin nicel olarak incelenmesi,
- Bölgeden toplanan likenlerden elde edilecek rakamsal veriler ile karşılaştırılması yoluyla çalışma alanlarındaki hava kalitesinin izlenmesi ve kirlilik seviyesinin değerlendirilmesi,
- Liken türlerinin özellikle havadaki kükürt dioksite (SO₂) farklı derecede duyarlılık göstermesi nedeniyle bir bölgede doğal olarak bulunan liken türleri kirlilik seviyesinin tahmininde kullanılmaktadır. Bölgeden toplanan biyoindikatör liken türlerinin bu alanlardaki dağılımının hava kirliliği seviyesi bakımından değerlendirilmesi ve buna göre kirlilik indeksi ve haritalarının oluşturulması.

BÖLÜM II GENEL BİLGİLER

2. LİKENLER

2.1 Likenlerin Biyolojik Özellikleri

Likenler hava kirliliğine duyarlı türlerden oluşan ve bu özellikleri ile hava kirliliğinin belirlenmesinde kullanılan biyoindikatör canlılardır. Likenler endüstriyel ve fosil yakımından kaynaklanan kirleticileri bünyelerinde biriktirerek, farklı kirletici çeşitlerinde farklı reaksiyon gösterebilme özelliğindedirler. Diğer bitkiler gibi gelişmiş bir kök meristem sistemine sahip olmadıklarından dolayı havadan su ve mineral madde alışverişini tallus yüzeyleriyle yaparlar. Bu sebeple havada bulunan; ağır metaller, pestisitleri vb. kirleticilerini bünyelerinde bulundurabilirler (Garty 2001; Çetin ve Sümbül 2010).

Hava kirliliğine duyarlı, dayanıklı gibi türler bulunduğu yüzeyden kaybolurken, dayanıklı türler ise kirleticileri, ağır metalleri, pestisitleri depolamaya devam edebilirler (Hauck vd. 2008). Ayrıca likenlerin yapısında stoma ve kütikula gibi yapılarının bulunmaması nedeniyle havadan gelen maddeleri tallusun tüm yüzeyi tarafından kolaylıklar absorbe edilmektedir. Devamında ise kolayca algelere ulaşmaktadır. Likenler hava sıcaklığına göre farklı etki gösterebilirler. Yaz aylarında bünyesinde depoladığı sıvı içeriğini azaltarak canlı kalmayı sağlayabilirler. Fakat bu sistem ile bünyelerindeki kirletici konsantrasyonunu toksik seviyeye ulaşabilir. Ayrıca bu kirleticilerin alımı liken içindeki alg hücrelerinin ölümüne neden olduğu birçok çalışmada gözlemlenmiştir (Nash 1996).

2.2 Likenlerin Yaşam Ortamları

Likenler, dünyanın her bölgesine yayılmış olarak yaşayan zengin bir canlı grubudur. Kutuplarda, Ekvatorda, deniz kıyısında, dağlık ovalık kayalık arazilerde diğer organizmaların bile yaşayamayacağı her alanda yetişebilirler. Ayrıca likeni oluşturan alg ve mantarın birbirleriyle dayanışması ile zor koşullarda kolaylıkla yaşayabilirler (Karamanoğlu 1971).

Likenler çok ekstrem habitatlarda sıcağa, çok düşük dereceli soğuğa ve kuraklığa dayanıklı canlılardır. Likenler, sıklıkla ağaçların gövde ve dal kabukları üzerinde (epifitik), taş kaya üzerinde nemli topraklarda yaşarlar. Likenler, genel olarak; toprak üstünde, ağaç gövde ve dalları üzerinde, çitler vb. yerlerde ve kayalar üzerinde yaşarlar (Altuner 1996; Çolak 2016).

2.2.1 Likenlerin Ekolojisi

Son yapılan çalışmalarla birlikte likenler günümüzde yaklaşık olarak 25.000 tür oluşturduğu sınıflandırılmıştır. Türkiye’de ise likenler ile yapılan çalışmalar yetersiz olduğundan liken Türkiye mikrobiyotası tamamen sınıflandırılmamıştır. Ülkemizde likenler ile ilgili ilk çalışmalara 1800’lü yılların ortalarında yabancı araştırmacılar tarafından başlanmıştır. Son yıllarda ise özellikle ülkemiz araştırmacıları tarafından likenler ile ilgili birçok çalışma yapılmış olup, artarak devam etmektedir. Biyoindikatör Likenler hava kirliliğinin belirlenmesinde kullanılabilme özelliklerinden dolayı ülkemizin liken mikrobiyotası belirlemek oldukça önemlidir. Yapılmış olan liken çalışmalarında literatüre göre Türkiye’de yaklaşık olarak 2500 liken türü kayıtlara geçmiştir (Akataurl 2020).

Genel olarak likenlerin ekolojik önemini; nem tutma kabiliyeti, çöllerde nem seviyesini korumadaki etkisi, ağaçlar için gerekli olan fosfor ve azotu toprağa kazandırılması, böceklere gıda kaynağı olması, taş minerallerini fiziksel ve kimyasal olarak parçalaması, değişik likenlerin hava şartlarına farklı uyum göstermesi çevre kirliliğinin takibi ve belirlenme olarak örneklendirebiliriz (Yavuz 2004).

2.3 Likenlerin Sınıflandırılması

Likenler; morfolojik şekilleri, tercih ettikleri substrat tipleri, içinde bulundurduğu mantar türü, apotesyum şekli gibi ayırt edici özelliklerine göre sistematikçiler tarafından değişik şekillerde sınıflandırılmıştır. Likenler için en çok kullanılan sınıflandırmalar; substrat tipine ve morfolojik şekiline göre olan sınıflandırmalardır (Öztürk 1995). Sistematik anlamda yapılan sınıflandırmada ise mikobiyont esas alınmaktadır.

2.3.1 Tallus Yapılarına Göre Likenler

Mantarlar ve Alglerin arasındaki etkileşim iki şekilde olabilir. Mantar ve alg hücreleri tallus yapısında homojen bir dağılım gösteriyorsa bu tip likenler ‘Homeomerik’ liken olarak adlandırılır. Alg ve mantar hücreleri tallus içinde tabakalaşma gösterir ise de ‘Heteromerik’ liken olarak isimlendirilirler.

Homeomerik Likenler

Homeomerik likenlerde ise, mantar ve alg farklı bir katman oluşturmadan homojen bir şekilde karışmışlardır. Tallus ise jelatini andıran bir yapıdadır (Güner 1986).

Heteromerik Likenler

Çoğu liken heteromerik liken grubunda yer alır. Bu gruptaki likenler`de, algler korteks ile orta kısım arasında yaşamını sürdürürler. Diğer bölümleri ise mantar hiflerinden oluşur. Medulla tabakası; mantar hiflerin`den oluşan tabakaya, Gonid tabakası ise, alg hücrelerinden oluşan tabakaya denir. Örnek olarak *Hypogymnia* cinsini verebiliriz.

2.3.2 Morfolojik Yapılarına Göre Likenler

Yapraksı Likenler

Yapraksı likenler yassılaştırmış ve yapraklardan oluşan substrata tutunan likenlerdir. Substrata rizin veya umblikus yapıları ile bağlıdırlar. *Parmelia*, *Umbilicaria*, *Peltigera* cinsleri yapraksı likenlere örnektir. Genellikle yapraksı likenlerin kenarları yassı, lopları kıvrık, şişkin veya yuvarlak olabilir. Örneğin *Umbilicaria* sp., *Parmelia* sp. ve *Xanthoria* sp. (Brodo 2001) (Şekil 1).



Şekil 1 : Yeşilova köyünde ağaç kabuğu üzerindeki *Xanthoria parietina*



Şekil 2: Salda gölü ormanlık alanından ağaç kabuğu Üzerinden *Pseudevernia furfuracea*

Dalsı Likenler

Dik olarak büyüyen tallusları az veya çok dallanmış iplik, şerit şeklinde olan likenlerdir. Küçük bir tallus parçası ile substrata tek bir noktadan tutunurlar. Bu gelişim şekli dallanmış veya dallanmamış çalimsı likenleri ve iplikler halindeki likenleri kapsar. Kolayca substratlarından ayrılırlar. Dalsı likenlere örnek olarak *Evernia* sp., *Usnea*, *Ramalina* sp cinsleri verilebilir (Brodo 2001) (Şekil 2).

Kabuksu Likenler

Tallusları kabuk şeklinde olan ve tüm alt yüzeyi ile substrata sıkıca bağlanmış, tallusları tamamen substrata (ağaç kabuğuna, kayalara) yapışık olan likenlerdir. Bu tür likenler kabuk üzerinde yassı olarak büyüme eğilimindedirler. Substrattan kazıyarak ya da bir miktar substrat ile birlikte toplanabilir likenler sahip oldukları enzimler ile kayaların yüzeylerini eritebilir ve kayanın iç bölümlerinde yaşayabilirler. Örneğin; *Aspicilia* sp., *Caloplaca*., *Lecanora*., (Brodo 2001) (Şekil 3).



Şekil 4: Saldı gölü kuzey bölümü kayalık

Arazisi kaya üzerinde

Rhizocarpon geographicum



Şekil 3: *Squamarina cartilaginea* (Url-7)

Pulsu Likenler

Bu likenler talluslarında ‘pullar’ formu ile substrattan ayrılmaktadırlar. Pulsu likenler üst korteks bulundurması ile kabuksu likenler ile benzerlik gösterirler. Örnek; *Squamarina cartilaginea* (Solak 2016) (Şekil 4).

2.3.3 Substrat Tiplerine Göre Likenler

Likenler, üzerinde yaşadıkları substratlara göre temel olarak 4 grupta incelenebilirler.

Epifitik Likenler

Epifitik likenler doğadaki diğer bitki formlarını (ağaç, karayosunu, vb.) substrat olarak seçip üzerinde yaşamını devam ettiren likenlerdir. Bu likenler üzerinde var oldukları substrata tamamen ya da kısmi gömülü olarak veya yüzeyde bulunabilirler (Şekil 5).



Şekil 6: Salda gölü ormanlık alanından ağaç kabuğu üzerinden *Xanthoria parietina*



Şekil 5: Salda gölü kuzey bölümü kayalık arazisi kaya üzerinde *Rhizocarpon geographicum*

Saksikol Likenler

Saksikol likenler farklı türden taş yada kaya üzerinde gelişim gösteren likenlerdir. Bunlardan kaya üzerinde gelişim gösteren likenlere epilitik likenler, kayaya kısmen gömük olarak “gelişim gösteren likenlere ise endolitik likenler adı verilir (Şekil 6).

Terrikol Likenler

Terrikol likenler; kalkerli, humuslu veya silisli toprak üzerinde gelişim gösterip, büyüyen likenlerdir.

Musikol Likenler

Karayosunları üzerinde gelişen, büyüyen likenlere musikol liken denir (Yavuz 2004).

2.4 Biyoindikatör ve Biyomonitör Likenler

‘**Biyoindikatör**’ terimi organizmaların kirleticilere verdikleri cevap ile ilişkilidir. Organizmanın atmosferdeki kirleticilerin varlığını ve miktarını gösterme yeteneklerini ifade etmektedir (Çobanoğlu 2015). Ayrıca, çevresel değişiklikler ve çevre kalitesinin nicel

etkileri üzerinde haber verici organizmalara ‘**biyomonitör organizmalar**’ denilmiştir (Garty 2001). Başka bir deyişle biyoindikatör liken türleri kirlilik seviyesine bağlı olarak yayılış gösterir veya kirlilik yüksek olduğunda ortamdan yok olurlar, onların varlığı veya yokluğu hava kirliliği özellikle SO₂ (Kükürt dioksit= Sulfur dioxide) hakkında bilgi verir. Biyomonitör likenler ise talluslarında biriken kirlenici maddelerin (metal, element, radyonüklidler gibi) ölçülmesiyle atmosferdeki oranları yansıtırlar (Esen 2016).

Likenler, uzun yaşayan ve yavaş büyüyen çok yıllık canlılardır. Ayrıca birçok bitkide olduğu gibi dökülen kısımları yoktur ve bunun sonucu olarak yaşamları boyunca morfolojileri değişmeden kalır. Bu şekilde yüksek bitkilerden farklı olarak, atmosferik kirlenicileri uzun süre biriktirebilirler (Zschau ve ark. 2003).

150 yıl kadar önce likenlerin hava kirliliğine olan özel duyarlılıkları fark edilmiş; likenolojik çalışmalardan hava kirliliği izlemeye kadar sahip olunan bilgiler geniş bir alana yayılmıştır. Örneğin; atmosferdeki SO₂ seviyesiyle ilişkili olarak liken komünitelerinin gelişimi verilebilir. Şöyle ki; son yıllarda emisyonların kontrol altına alınması ve daha etkili dağılım stratejileriyle SO₂ seviyesi düşüş göstermiştir. Bunun sonucunda likenler daha önce kaybolduğu bölgelerde yeniden görülmeye başlamıştır ancak diğer faktörler nedeniyle tekrar kolonize olmaları tamamlanamamıştır (Nash 2008). Sonuç olarak; türlere bağlı olarak likenlerin hava kirliliğindeki ani artış likenler üzerinde çok hızlı bir şekilde etki gösterir (Seaward 1989).

Bir organizmanın “**biyomonitör**” olabilmesi için gerekli özellikler (Garty) tarafından şöyle sıralanmıştır: Organizmanın ölçülebilir miktarda metal biriktirme yeteneğinin olması. Organizma veya ilgili kısımlarının kalite ve yeryüzündeki dağılımı açısından uygun olması ve örnek toplanmasının mümkün olması. Çalışmanın tekrar edilebilir olması. Toplama ve analizlerin gerektirdiği harcamaların kabul edilebilir olması (Garty 2001; Wolterbeek 2002; Çobanoğlu 2015).

3. HAVA KİRLİLİĞİ

3.1 Hava Kirliliğinin Tanımı ve Kapsamı

Hava kirliliği günümüzün en önemli ve göz ardı edilemeyecek problemlerinden biridir. ‘‘Dünya Sağlık Örgütü hava kirliliğini, fiziksel, kimyasal veya biyolojik kirlenici tarafından atmosferin özelliklerinin tamamen ya da kısmi olarak değişmesi olarak tanımlamaktadır’’ (WHO 2016). Hava kirliliği ekosisteme, atmosfere ve canlılara maddi ve manevi zarara, geri dönüşü olmayacak sonuçlara sebep olur. Hava kirliliğinin temel sebebi doğal ya da

antropojenik (insan kaynaklı) yanma olayları (yangınlar, volkanik patlamalar, ısınma, endüstriyel faaliyetleri motorlu taşıtlar) olabilir. Hava kirliliği özellikle fosil kaynaklı yakıtların kullanılması ile hızla artmıştır. Yanma sonucu ile havadaki kirleticiler normal seviyenin üzerindeki miktar ve yoğunluğa ulaşır ve kirlilik üst düzeye ulaşır. Bütün bu sebepler sonucunda kirliliğe sebep olan kimyasal bileşiklerin tümü “Hava Kirleticisi” olarak kabul edilir. Başlıca hava kirleticileri ağır metaller, toz, kül, kükürt, partikül maddeler ve azotlu bileşikler örnek olarak verilebilir.

Kirletici emisyonun yayılma derecesi ve menzili, emisyon kaynağının tipine, kirleticilerin kompozisyonuna ve hava şartlarına bağlıdır. Emisyonun önemli bir bölümü kirleticinin kaynak civarında yoğunlaşırken, bir kısmı binlerce kilometre ötelere kadar taşınabilir. Genellikle atmosferde gaz formunda bulunanlar kükürt ve azot bileşikleri, partikül maddelere (PM) bağlı olarak bulunanlar ise ağır metaller bulunurlar (Poikolainen 2004). Partikül madde emisyonu açısından ise en önemli kaynak kömürdür. Kükürt dioksit emisyonları bakımından en önemli kaynaklar ise; fuel-oil ve kömürdür. Doğalgazda ise partikül madde emisyonları ve SO₂ emisyonları oldukça azdır. Azot oksitler ise en önemli kirletici emisyonu olarak görülmektedir (Özbaş 2010; Keçebaş 2010).

3.2 KIRLETİCİLER

Hava kirleticilerini; birincil ve ikincil kirleticiler olarak ikiye ayırabiliriz. Birincil kirleticiler kaynaktan doğrudan çıkan bileşikler kapsar (Kükürt dioksit, Hidrojen sülfür, Azot oksitler, Karbon oksitler, Hidrojen florür, Metalik Partiküller vb.). İkincil kirleticiler ise atmosferde sonradan oluşan bileşikler kapsar (Endüstriyel duman, Ozon, Kükürt trioksit, Sülfürik asit ve Ketonlar vb.) (Corrêa ve Arbillab 2006).

Günümüzde hava kirliliğinin ekosistem ve tüm canlıların sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu göz ardı edilemeyecek bir gerçektir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda bu olumsuz etkiler sonucunda, çoğunlukla akciğer kanser vakalarında (özellikle partiküler madde nedeniyle), solunum yolu hastalıklarında (kronik astım krizi artışı, göğüs daralması sıklığında, öksürük/ balgam artışı, üst solunum sistemi akut bozukluğu) göz, burun ve boğaz tahribatında ve ölüm oranlarında artışa sebep olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca sağlık tedavi masrafında artış, iş veriminde ve üretimde düşüş olmaktadır (Öztürk 2005).

Doğal kaynaklı kirleticiler ve partiküller; yangınlar, orman yangınları, volkanlar, fırtınalar ve canlıların vejetasyon etkisinden kaynaklı olarak meydana gelir. Bunların dışında antropojenik olarak endüstriyel faaliyetler, elektrik santralleri ve araçlarda fosil

yakıtların kullanılması gibi çeşitli insan aktiviteleri atmosferde yüksek oranda partikül artışına sebep olmaktadır. Partikül maddelere maruz kalındığında önemli sağlık problemlerine; solunum akciğer hastalıklarına, kanserlere, kalp ve damar hastalıklarına ve bebek ölüm oranlarında artışa sebep olmaktadır (Garty 2001).

Atmosferik ve biyolojik çalışmalarda sıklıkla kullanılan “ağır metal” terimi; fiziksel olarak metal, geçiş metali veya yarı metal olarak atmosferde yüksek miktarlarda bulunduğu zaman tüm canlılar üzerinde toksik etki gösteren elementler anlamına gelmektedir.

Likenler bünyelerinde kirleticileri ve ağır metalleri biriktirebilen ve bunlara karşı oldukça duyarlı olmaları atmosferik çalışmalarda kullanımını artırmıştır. Liken substratlarında; doğal (toz, yağış) antropolojik aktiviteleri, mineral besinler ve ağır metaller bulunduğu yapılan çalışmalarda gözlemlenmiştir. 1996’da Hutchinson & Maynard Yapmış olduğu çalışmada önemli metal kirleticilerinin Pb, Zn, Ni, Hg, Cr, V ve Ti olduğu belirlenmiştir (Hutchinson 1996).

Partiküller katı ya da sıvı olabilir ve oldukça geniş boyut dağılımı, şekil ve kimyasal kompozisyona sahip olabilirler (Brunekreef 2004). Partikül madde katı, sıvı ya da her ikisinin karışımından meydana gelen hava kirleticileridir. Özellikleri, partikül boyutu olarak adlandırılan aerodinamik çapına göre özetlenmiştir (WHO 2005). Kaba partiküller PM2.5-10 olarak isimlendirilir, aerodinamik çapı 2.5 µm ile 10µm arasındadır, üst solunum yolu ve akciğerlere ulaşabilirler. Atmosferde kalma süreleri partikül boyutlarına bağlıdır. PM10 emisyonları birkaç saat içinde çökme (sedimentasyon) ve yağışlarla atmosferden uzaklaşır, PM2,5 haftalarca atmosferde kalabilir ve bu partiküller uzun mesafelerce taşınabilir (WHO 2005). Küçük ya da ince partiküller PM2,5 olarak isimlendirilir, aerodinamik çapları 2,5 µm’ den küçüktür, akciğerlere nüfuz eder ve alveolar bölgeye ulaşabildiklerinden dolayı çok tehlikelidirler (Bayraktar 2010).

3.2.1 Kirletici & Ağır Elementler

Yaşadığımız evrende sebep olduğumuz; düzensiz planlama ve şehirleşme, aşırı nüfus artışı, fosil yakıtlarının kullanılması, endüstrileşmenin artması sonucunda doğaya bırakılan kirliliğe neden olan maddelere atık denir. Atıklar; katı, sıvı, gaz halinde olabilir ve girdikleri ortamın özelliklerini fiziksel, kimyasal olarak değiştirebilen maddelerdir. Bunlar canlı bünyesine deri emilimi ya da solunum yoluyla alınabilir ve dokularda kanserojen etki gösterebilir. Toksik etkilere sahip olan ve biyolojik arıtmaya karşı dayanıklı olan, yeraltı ve yüzey suları kirletebilen atıklar ise tehlikeli ve zararlı atıklar sınıfındadır. Bu sınıfa girenler arasında

toksisitenin asıl kaynağı, özgül ağırlığı 4'ten büyük kimyasal elementlere ağır metaller denir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği 2004; Filiz 2017) (Url -7).

Ağır metaller genel olarak insan vücudu için gerekli olmayan ani zehirlenmeye neden olan vücuda alındığında anneden çocuca da geçebililen toksik maddelerdir. Ağır metaller sanayi ve endüstriyel faaliyetler ile çevreye atılıp temizlenmeden bırakılan atıkların sularında, çöp sularında ve maden ocaklarının atık sularında bulunur. Bu sular kirletici kaynaklardan yağmur ya da çevresel etkiler ile göl, nehir, yeraltı sularına karışır ve yoprakta birikebilir. Dolayısıyla kirliliğin kaynak noktasından kilometrelerce uzakta bile toksik etkisini ve kirlilik değerlerini kaybetmeden durabilirler. Buldukları ortamlarda metal bileşikleri diğer metal bileşiklerine dönüşebilirler fakat biyolojik ve kimyasal yöntemlerle parçalanamazlar. Metallerin diğer metal bileşiklerine dönüşmesi sırasında metalin zehirli veya suda çözünen bileşiği de oluşabilmektedir (Filiz 2017).

Metaller genellikle periyodik cetvelde çok geniş bir alana sahiptirler. Metaller özgül ağırlıkları 4 gr/cm^3 ve atom numarası 20 den büyük olan elementlerdir. Metaller periyodik cetvelde geçiş elementleri ve diğer element grupları ile karşılaştırıldığında daha uzun bir gruba aittirler (Özyürek 2016).

Bu grup 70 kadar elementi içine dahil etmekte olup içinden ekolojik olarak en önemlileri; Fe, Mn, Zn, Cu, V, Mo, Co, Ni, Cr, Pb, Be, Cd, Tl, Sb, Se, Sn, Ag, As, Hg, Al'dir. Bu elementlerin bir kısmı Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Ni bitki ve hayvanlar için mikro besin maddesi olabilmekte, elementlerden bazıları ise belirlenen sınırı aşmadığı sürece toksik etki yaratmamaktadırlar. Bitki gelişimi için gerekli olan elementler; Fe, Cu, Zn, Mn ve Mo olup. Bitki gelişimini destekleyici olan elementler ise; V, Co ve Ni'dir. Bitkiler için toksik etki yapanlar ise; As, Pb, Cd, Cr ve Hg'dir (Özyürek 2016; Dağdeviren 2007; Filiz 2017).

3.2.2. Ağır Metal Kaynakları

Ağır metaller, özgül ağırlığı 5g/cm^3 'den büyük olan ve atom numarası 20'den büyük olan fazlalığı kirlilik ve toksisite yaratan metaller olarak tanımlanırlar (Apaydın 2005). Bu gruba dâhil olan metaller; kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), krom (Cr), demir (Fe), kobalt (Co), bakır (Cu), nikel (Ni), cıva (Hg) ve çinko (Zn)'dur (Özkan 2009) (Tablo 1). Ağır metaller, insanlar tarafından kimyasal ya da biyolojik yollar ile oluşturulamaz ve yok edilemezler. Bu özellikleriyle ağır metaller diğer toksik elementlerden ayrılırlar. Bu özellikleriyle ağır metaller farklı kaynaklardan atmosfere bırakılabilir; toprakta, sedimentte, bitkilerde, likenlerde, su kaynaklarında ve deniz suyunda birikebilirler. Ekolojik dengeye zarar veren çevre kirliliği

için büyük bir etkiye sahip olan bu kirleticilerin farklı sektörlerdeki kaynakları aşağıda verilmektedir (Karaçağıl 2013).

Ağır metallerin başlıca kaynaklarını sıralayacak olursak; gübreler, ilaçlar, kanalizasyon atıkları, termik santral bacalarından çıkan toz, iyositler, egzoz, duman, atıksular, kentsel atıklar, fabrika atıkları, endüstriyel atıklar, madencilik, pil ve elektronik atıklarının ayrıştırılmadan doğaya salınması olarak verilebilir (Önder 2012).

Endüstri	Co	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Sn	Zn	Al
Kağıt Endüstrisi	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-
Tekstil	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Petrokimya	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-
Klor- alkali Üretimi	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-
Gübre Sanayi	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-
Demir- Çelik San	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Enerji Üretimi (Termik)	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-

Tablo 1: Ağır metal kaynakları

3.3 Likenlerin Hava Kirliliğinin Tespitinde Kullanımları

Paris'te 1896 yılında ilk kez William Nylander, kırsal alanlarında bazı ağaçlar üzerinde görmüş olduğu bazı liken türlerini, şehir merkezindeki aynı ağaç türü üzerinde likenlerin olmadığını ve buradaki likenlerin yok oluş sebebinin hava kirliliği olduğunu öne sürmüştür. Devamında ise Münih ve İngiltere'de de likenlerin yok olduğu belirlenmiştir (Çetin 2010). 1900'lu yılların başında ise Avrupa'da bu durum gözlemlenmiş ve ilk olarak likenlerin yok oluşların sebebinin kömür kurumuna bağlanmıştır. Sonraki yıllarda, likenlerin yok oluşların

nedeni hava kirleticilerinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu değişimin yanında bazı liken türlerinin ağır metaller ve radyoaktif maddeleri biriktirebildiği araştırmalar sonucunda belirlenmiş ve birikimin kaynaktan uzaklaştıkça azaldığı anlaşılmıştır (Ozdemir 1992).

Son yıllarda ise yapılan hava kirliliğinin çalışmalarında kirliliğin likenler üzerine olan etkileri araştırılmaya başlanmıştır. Bazı çalışmaların sonucunda, farklı liken türlerinin hava kirliliğine farklı hassasiyette olduğu belirlenmiştir. Bazı çalışmalarda ise hava kirliliği olan bölgelerde yaşayan liken türlerinin bünyelerinde biriktirdikleri kirleticiler sonucunda bünyelerinde meydana gelen anatomik, morfolojik ve fizyolojik değişimler belirlenmiştir (Çetin 2010).

Likenler hava kirleticilerine oldukça duyarlı oldukları gibi iyi bir metal biriktiricileridir. Substratlarda doğal ve antropolojik kaynaklı metal ve ağır metallerin bulunduğu yapılan çalışmalar sonucunda belirlenmiştir. Önemli metal kirleticiler Pb, Cr, Hg, Zn, Ni, Ti ve V olarak gözlemlenmiştir (Hutchinson 1996) (Url-6).

3.4 Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkileri

Hava kirliliği insan sağlığının önemli bir belirleyicisidir. İnsan ve hayvan sağlığı açısından hava kirleticilerine uzun süre ve yüksek düzeylerde maruz kalmak, solunum sisteminde oluşabilecek hasarlara, yaşam kalitesini düşürmesine ve ortalama yaşam süresini kısaltması gibi birçok alanda etkiler oluşturmaktadır.

Yapılan birçok epidemiyolojik çalışmada hava kirliliğinin nüfus üzerinde geniş kapsamlı olumsuz yönde sağlık problemleri oluşturduğu kanısına varılmıştır. İnsan sağlığı üzerindeki etkinin büyük oranda kentsel alanlarda görülmekte olup bu etkilerin neler olduğu, sebep olduğu hastalıklar, oluşan olumsuz etkilerden korunma yöntemleri ve bu etkiler sonucu çıkan rahatsızlıkların tedavisi gibi birçok konu günümüzde popüler araştırma konusudur. İnsan vücudunda gerçekleşecek çok sayıda reaksiyon ve metabolik olayda oksijeni kullanmak için beraberinde havada bulunan diğer gazları da soluyarak bünyesine dâhil etmektedir.

20. yüzyılın ortalarından itibaren gelişen endüstrileşme, kırsal alanlardan kentlere göç, savaşlar, maden faaliyetleri, hava kirlenmesi olayının boyutlarını bazı episodlara* sebep olacak ölçüde büyütmiştir. *Episod*: Hava kirliliğinin yüksek oranda artıp bu kirlilik seviyesinin bir kaç gün devam etmesi sonucunda hastalıkların ve ölümlerin artması olayına verilen terimdir. Örneğin; Londra'da 1952 yılında yaşanan episotta yaklaşık olarak 4000 kişi hayatını kaybetmiştir (Ak 2006).

3.5 Ekosistem Üzerine Etkileri

Hava kirliliğinin insanlar, hayvanlar, bitkiler üzerinde birçok olumsuz etkisi olduğu gibi ekosistem üzerinde de çeşitli olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Kirleticilerin doğrudan ve dolaylı olarak bitki örtüsü üzerinde etkileri mevcuttur. Direkt su ve toprak üzerinde de dolaylı bir şekilde etki oluşturarak ekosistemin doğal dengesini bozmaktadır. Ayrıca asidifikasyon ve ötrofikasyon oluşumu ile canlı türlerinin ve biyoçeşitliliğin azalması, en önemli özellik olarak belirtilebilir (Tosun 2017).

3.6 İklim Değişikliği Üzerine Etkileri

Hava kirliliği ve iklim değişikliği birbiri ile bağlantılı iki farklı kavramlardır. Hava kirliliği konusunda birçok çeşitli madde etkili olabilmektedir. Bunlardan en etkilileri Kükürtdioksit ve Partikül Maddelerdir. Son yıllarda özellikle partikül maddeler üzerine yapılan araştırmalara önem verilmesinin en önemli sebebi bu kirleticinin insan sağlığı ve iklim değişikliği üzerine etkilerinin olduğu fark edilmeye başlamasıyla artmıştır (WHO 2016).

Birçok hava kirleticisi (partikül maddeler, Kirletici ağır metaller, tozlar) iklim değişikliği üzerinde ve küresel ısınmaya karşı olumsuz etki oluşturmaktadır. Var olan bu partikül maddeler, ağır metaller ve tozlar birçok kaynak ile atmosfere salınımı gerçekleşmektedir. Meteorolojik faaliyetlerdeki değişim ile birlikte bu kirleticilerin oluşturduğu olumsuz etki artmaktadır., 'örneğin iklimde meydana gelen sıcaklık artışı yer seviyesindeki ozonun oluşumunu artırarak daha fazla ısınmaya yol açmaktadır' (EEA 2016).

4. Türkiye’de Hava Kirliliği Çalışmaları

Son yıllarda Türkiye’de hava kirliliği özellikle büyük şehirlerin önemli bir kısmında problemi büyük bir sorun olarak gözlemlenmektedir. Modern hayatın sonucu küçük ölçekli şehirlerimizde de hava kirliliği problemleri zamanla etkilerini artırmaktadır. Doğa tahribatı, orman yangınları, bilinçsiz üretim, tüketim ve endüstriyel faaliyetler sonucu doğa (ormanlar, göller, akarsular) bu etkiler sebebiyle tahrip olmaktadır. Ayrıca kirliliğin oluşturduğu bu sonuçlar insan ve çevre sağlığını tehdit edebilen birçok problem ortaya çıkmaktadır. İnsan sağlığını olumsuz yönde etkileyen bu sebepler ile birlikte akciğer kanseri oranında

(partiküler madde nedeniyle) artışı ve likenlerle bağlantısı gösterilmiştir (Cislaghi ve Nimis 1997).

Günümüzde Bakanlıkların ve İl Çevre Müdürlüklerinin envanterleri incelendiğinde artan bu sorunlar net bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda likenler, kara yosunları, veya bazı bitkiler kullanılarak gerçekleştirilen ölçümler, çalışma alanının hava kalitesi hakkında geçmiş yıllara ve gelecek yıllara dair dönem bakımından daha güvenilir bilgi sağlamaktadır.

Ülkemiz genelinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı yaklaşık olarak 110 istasyonda farklı istasyonlarda ölçüm yapmaktadır. Partikül maddelerin mikron cinsinden büyüklükleri PM10 ve PM2,5 olarak ifade etmektedir. Çalışmalar sonucu 10 mikron boyutundaki partiküller üst solunum yollarında takılı kalabildiği, daha küçük boyuttaki 2-3 mikron boyutundaki partiküller ise karaciğere kadar inerek astım, verem, kanser gibi birçok hastalığa sebep olabilmektedir. Ülkemizde (Isparta ili hariç) neredeyse tüm illerde PM10 ölçümler yapılmaktadır (TMMOB Çevre Mühendisleri Odası 2017).

Ülkemizde PM10 Parametresine göre “en temiz” iller; Yozgat, Artvin, Bitlis, Kırşehir, Eskişehir, Kırıkkale olarak rapor edilmektedir (*PM10 parametresine göre ölçümleri düzenli yapılan 6 il bulunmaktadır). “PM10 Parametresine göre “en kirli” olarak belirlenen iller ise; İstanbul, Adana, Amasya, Ankara, Bursa, Manisa, Denizli, Yalova, Tekirdağ, Niğde, Sivas, Hatay, Kahramanmaraş, Sakarya, Kütahya, Kırklareli, Samsun ve İçel olarak verilmiştir (TMMOB Çevre Mühendisleri Odası 2017).

Güngör ve Sevindir’in yapmış olduğu çalışmada ise Isparta ilinde son yıllarda önemli bir hava kirliliği problemi olduğu gözlemlenmiştir. Hava kirliliğinin bu sorunun önemli bir kısmını ulaşım araçları, endüstriyel faaliyetler, fabrikalar, toplu konutlar, orman yangınları gibi kaynaklar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, atmosfere bırakılan kirleticilerin ve bunların taşınımında meteorolojik olayların etkili olduğu göz önüne serilmiştir (Güngör ve Sevindir 2013). Ayrıca, Yavuz’un yapmış 2010 yılında yapmış olduğu likenle biyoizleme çalışmasına göre, Isparta il içinde endüstriyel alan veya ağır sanayi olmadığı halde sonuçların çok fazla çıktığı. Likenlerin yüksek miktarda hava kirliliğine maruz kaldığı ortaya çıkmıştır (Yavuz 2010).

Yakın zaman içinde Burdur ili ve Salda gölü çevresi için yapılmış hava kalitesi çalışması yapılmamıştır. Bu bölgede hava kirliliği ölçümleri istikrarlı bir şekilde yapılmadığı için elimizde hava kalitesi açısından net bilgi bulunmamaktadır.

4.1 ÇALIŞMA BÖLGESİ

4.1.1 Burdur İlinin İklimsel ve Coğrafi Özellikleri

Bölgenin Jeolojisi ve Coğrafi Konumu

Salda Gölü, Burdur il sınırları içinde Göller Bölgesi'nde, 42 59404-44 4624 N enlemi, 17 99785-7 34837 boylamı ile Türkiye'nin güney batısındaki bir göldür. Salda Gölü, tektonik çukur üzerinde yer alan kapalı bir havza içinde bulunmaktadır. Yaklaşık 6.8 km uzunluğunda ve 9.186 km uzunluğunda ve 44.7 km²'lik bir göl alanını kapsamaktadır. Burdur ilinin arazisinin yüzde 60.6'sı dağlık alan, yüzde 2.7'si yayla, yüzde 19'u ova ve yüzde 17.6'sı ise platodan oluşmaktadır. Bölgenin toprakları ise tektonik ve karstik çöküntü alanlarını içermektedir (Balcı 2018). Bu sebeple sularla dolu çöküntü çanaklarının, vadilerin, mağaraların ve dehlizlerin bulunduğu bölgeye göller bölgesi denmektedir (Çalışkan 2010).

Burdur iklimi yağış bakımından Akdeniz iklimini özellikleri taşır, sıcaklık olarak ise karasal iklim özelliklerine sahip olup; yazları sıcak, kışları soğuktur. Yıllık ortalama sıcaklık derecesi yaklaşık olarak 13.2 C^o'dir. Yaz dönemi en sıcak ay ortalama sıcaklığı 24.8 C^o'dir. Kışın en soğuk ay sıcaklık ortalaması 0.2 C^o'dir. İlin rakımı 500 metre ile 1400 metre arasında değişir. Ormanlık araziler mevcut olup çoğunluğu dağların eteklerinde bulunmaktadır. Sedir, karaçam, meşe ve kızılçam ağaçlarına rastlanır (Burdur İli Raporu 1996).

Salda Gölü, Türkiye'nin önemli sulak alanlarından biridir ve korunan alanların statüsündedir. Bu nedenle göl, turizm ve balıkçılık için yaygın olarak kullanılmaktadır. Salda Gölü, içerdiği güncel stromatolit oluşumları ve sahip olduğu eşsiz özellikleri ile yerkürede yaşamın nasıl başladığı ve geliştiği sorusunun yanı sıra; Mars'a benzer özellikleriyle yerküre dışında da potansiyel yaşam alanlarının belirlenmesi için önemli ipuçları içermektedir (Balcı 2018; Clarke 2013). Son yıllarda Salda gölü'nün popülaritesini artmasının sebebi bölgede sunulan olanakların artması ve turistik tanıtımının çok fazla yapılması olarak örnek verilebilir. Fakat bu olanaklar ve popülarite bölgenin hızlıca kirlenmesinde oldukça büyük olumsuz etkilere sahiptir.

Burdur ilinde var olan 63 sanayi tesisleri, genelde ilin tarım ve hayvancılık potansiyelini değerlendirmeye yönelik olarak gıda sanayinde faaliyetlerini yürütmektedir Burdur ilinin ikinci büyük gölü olan Salda Gölü Yeşilova ilçe sınırları içinde yer almaktadır. Burdur'da krom üretimi yapılan iller Yeşilova ve Tefenni olurken, ilin değişik bölgelerinde

farklı elementler manganez, demir, molibden ve manyezite gibi rastlanmıştır (Burdur İli Raporu Bölgesel Gelişme Ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü Eylül, 1996).

Dünyada çeşitli bölgelerde var olan mermer rezervi ülkemizde de oldukça fazladır. Dünyada var olan mermer rezervinin yaklaşık olarak %40'ının ülkemizde olduğu tahmin edilmektedir. Ülkemiz için önemli yer altı kaynaklarından birisidir (Sarıtaş 2006). Burdur ili içerisinde var olan rezervleri etkin şekilde kullanan mermer fabrikaları mevcuttur. Bu işletmeler yaklaşık olarak 50.000.000 USD'nin üzerinde mermer ihracatı yapmaktadır ve bu günden güne artmaktadır (Sarıtaş 2006). Mermer ise Yeşilova Gençali ve Yarışlı da üretilmektedir. Yeşilova ilçesinde 115 adet mermer ocağı aktif olarak çalışmaktadır. Yeşilova ilçe merkezinde ve Çuvallı köyünde birer adet mermer fabrikası bulunmaktadır (TC. Yeşilova Kaymakamlığı). Son yıllarda yeni mermer tesisleri Karamanlı, Tefenni ve Bucak kurulmuştur (Burdur İli Raporu Bölgesel Gelişme Ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü Eylül, 1996) (Şekil 7).

Burdur Şehri konumu, doğası, tabiatı itibariyle hava kirliliğine uğramaya müsait bir yerleşme gibi görünmesinde ilde yapılan çalışmalarda bazı yıllarda partikül madde (PM) ve kükürtdioksit (SO_2) değerleri açısından sınır değerlerinin üzerine çıkmış olduğu gözlemlenmiştir (Atayeter 2005).

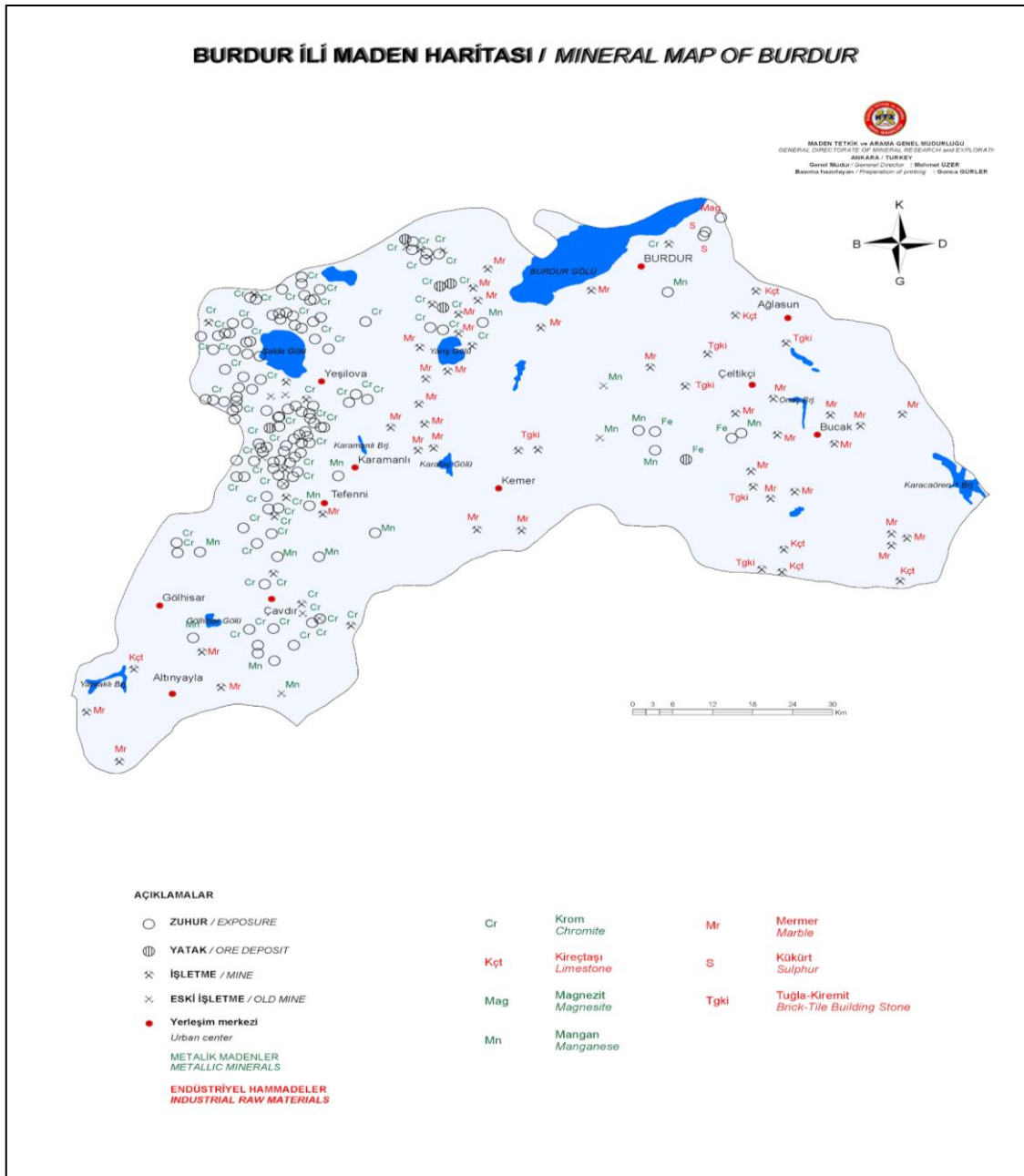
Gölün kuzey bölümü hariç tüm sahil kenarlarında $MgCO_3$ (Magnezit) çökeline sahip kum yüzeyi olduğundan kıyı şeridinde bitki örtüsü bulunmamaktadır. Kapalı bir havza içerisinde olan gölün suyu tatlıdır (Sezer 2004).

4.1.2 Önceki Çalışmalar

20 yıldır Türkiye liken biyoçeşitliliği üzerine çalışmalar yapan John, Türkiye likenleri ile ilgili literatürleri toplayıp bu literatürleri liste halinde yayınlamıştır (John 1992; 1995).

Salda gölü ve çevresinde likenler ile ilgili çalışmalar bulunmamaktadır. Fakat Burdur ili için yapılmış olan liken çeşitliliği çalışmaları mevcuttur. Selçuk Üniversitesi yüksek lisans öğrencisi Hatice Esra Akgül'ün yapmış olduğu Karacaören baraj gölü (Burdur, Isparta) çevresindeki likenler ve likenikol funguslar adlı tez çalışmasında Karacaören Baraj Gölü çevresinde 11 farklı lokaliteden toplanan liken ve likenikol mantar örneklerinin değerlendirilmesi sonucu 12 takım, 26 familya, 45 cinse ait 110 tür ve tür altı takson tespit edilmiştir (Akgül 2013).

Öztürk ve ark., yapmış oldukları çalışmalarda Isparta ve Burdur illerinden 73 liken kaydı yayınlamıştır. Bu kayıtlardan 38 takson Isparta ili için yeni kayıttır. Sadece *Collema cristatum* (L.) Weber ex F.H.Wigg. ve *Squamarina cartilaginea* (With.) P.James var. *pseudocrassa* D.Hawksw. taksonları Burdur için yeni kayıttır. (Öztürk ve ark., 2005). Gülşah Çobanoğlu ve Mustafa Yavuz'un 2006'da yapmış olduğu Afyonkarahisar ve Isparta illerinden Liken Kayıtları çalışmasında 'Afyonkarahisar ve Isparta illerinden toplam 89 liken taksonu listesi rapor edilmiştir. Afyonkarahisar ili için 15 takson bulunmuş olup, Isparta ili için 38 yeni takson kayıt' bulunduğu yayınlanmıştır (Çobanoğlu ve Yavuz 2006).



Şekil 7: Burdur ili maden Haritası

4.1.3 Örneklerin Toplandığı İstasyonların Tanıtımı

Bu tez çalışmada araştırma bölgesi olarak Salda gölü çevresinde belirlenen 14 istasyonda çalışılmıştır. Hava kirliliğinin ölçümünü daha sağlıklı bir şekilde yapabilmek için köy merkezi, ormanlık alanlar, mesken ve araç sayısının fazla olduğu alanlar tercih edilmiştir.

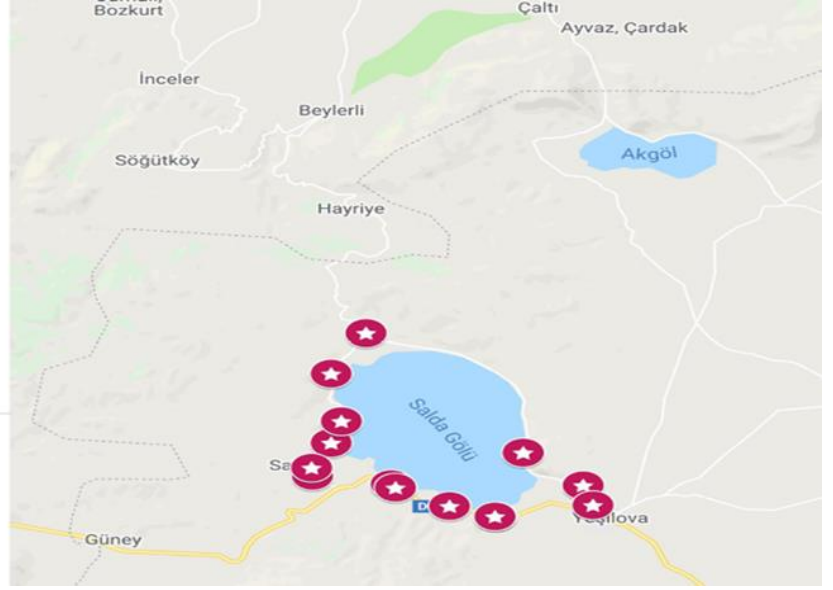
Bölgenin arazi yapısının özelliğinden dolayı çoğunlukla kayalık alanlar olmasından dolayı epifitik liken türlerinin bulunması zorlaşmıştır. Kirli havanın yoğun olduğu yol kenarı gibi bölgelerde ise likenlerin hassasiyetlerinden dolayı yayılım fazla gözlemlenmemiştir. Bu sebep dolayısıyla liken örneklerin bulunması oldukça uzun sürmüştür. Yapılan keşif gezisi sırasında Google Earth bilgisayar programında daha önceden kaydedilmiş GPS (Global Positioning System = Küresel Konumlama Sistemi) adresleri izlenerek tespit edilmiş ve ağaç figürü ile işaretlenmiştir. Bölgede 14 farklı istasyonlardan seçilen farklı ağaçlar üzerinden örnekler toplanmıştır.



Şekil 8: Salda gölü

- 37.5423, 29.6404
- 37.5525, 29.6446
- 37.5749, 29.6405
- 37.5939, 29.6545
- 37.5377, 29.7179
- 37.5222, 29.7420
- 37.5129, 29.7460
- 37.5076, 29.7069
- 37.5124, 29.6882
- 37.5075, 29.7065
- 37.5267, 29.6329
- 37.5305, 29.6326
- 37.5228, 29.6646
- 37.5212, 29.6663

total 14 istasyon



Şekil 9: Saldı gölü koordinat haritası

SALDA GÖLÜ İSTASYON KORDİNATLARI			
İSTASYONLAR	ENLEM	BOYLAM	BİLGİ
1. Saldı gölü giriş ormanlık arazi	37,5423	29,6404	Kayalar
2. Saldı gölü kuzeyi kayalık arazi	37,5525	29,6446	Göl karşı
3.Doğanbaba plajı	37,5749	29,6405	Göl tarafı
4. Doğanbaba köy	37,5939	29,6545	Sahil tarafı (Vişne ağacı,başka ağaç)
5. Kayalık	37,5377	29,7179	Gölün kuzey kayalığı
6.Kayadibi Köy öncesi	37,5222	29,7420	Ağaç üstü
7. Kayadibi köy	37,5129	29,7460	Akasya ağacı
8. Saldı gölü dinlenme tesisi	37,5076	29,7069	Yol kenarı
9.Haşmetçadır bahçesi	37,5124	29,6882	Yol kenarı (dut badem ağacı)
10.Saldı gölü kamp alanı arkası	37,5075	29,7065	Orman tarafı
11. Saldı merkez köy	37,5267	29,6329	Yol kenarı ayaz apart köşesi (erik ağacı,kayısı ağacı)
12. Saldı merkez köy	37,5305	29,6326	Yol kenarı Akasya ağacı
13.Saldı merkez köy	37,5228	29,6646	Göl kenarı yol arkası (çam ağacı)
14. Çıkış yolu	37,5212	29,6663	Yol kenarı çeşme dibi ağacı

Tablo 2: arazi koordinatları listesi

BÖLÜM III

5. MATERYAL ve YÖNTEM:

5.1 Materyal:

Çalışma bölgesindeki kaya, toprak ve ağaç kabukları üzerinden toplanacak liken örnekleri.

5.2 Araç ve Gereçler:

Kese kâğıdı, herbaryum zarfı, çekiç, mikroskop, stereo mikroskop, spot testler için gerekli araçlar, hassas terazi, çeşitli cam malzemeler, falkon tüp, otoklav, inkübatör, UV Spektrofotometre, vorteks, otomatik mikropipet, ICP-MS cihazı (hizmet alınacaktır).

5.3 Yöntem

Bu çalışmada uygulanacak yöntemlerin aşamaları aşağıda açıklanmıştır.

5.3.1 Literatür Taramasının Yapılması

Çalışma konusu hakkında yapılan ile ilgili ön çalışma ile elde edilen kaynakçaya ilave olarak literatürde yer alan yeni gelişmeler takip edilmiştir.

5.3.2 Liken Örneklerinin Toplanması

Liken örnekleri 23.06.2019-26.06.2019 tarihleri arasında arazide 14 farklı istasyondan toplamda adet 56 örnek toplanmıştır. Toplanan likenlerin, ağaçların üzerinden en az 1 m yükseklikten alınmasına özen gösterilmiştir. Arazi çalışmasında toplanan örnekler kese kâğıtları içinde sarılarak zarfların içerisinde muhafaza edilmiştir. Zarfların üzerlerine lokasyon bilgisi, yükseklik, tarih ve substrat tipi not edilmiştir. Toplama sırasında; herbaryum zarfları, bıçak keski, kâğıt havlu, eldiven, poşet, kalem, kâğıt, GPS (Küresel Konumlama Sistemi) ölçer ve kazı aletlerinden yararlanmıştır.

Arazi çalışması sonrasında herbaryuma (MUFE- G.Ç. Liken koleksiyonu bölümü) getirilen materyaller, torbalardan çıkarılarak oda sıcaklığında birkaç gün kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan örnekler özel liken zarflarına alınarak etiketlenmiştir. Analiz için olan likenler ise steril falkon tüplerde saklanmıştır.



Şekil 10: a) *Xanthoria parietina*



b) Salda gölü arazi arazi çalışması

5.3.3 Teşhis Aşaması

Teşhis için liken örnekleri morfolojik özellikleri ile Olympus marka x40 büyütme binoküler stereo mikroskopta incelenmiştir. Liken örneklerinden kesit alınıp, anatomik incelemeler stereo mikroskop ve ışık mikroskopunda incelenmiştir. Tür ve tür altı kategorileri belirlemede oldukça önemli karakterler olan spor, askus, parafiz boyutları, himenyum yükseklikleri oküler mikrometre ile ölçülmüştür. Liken türlerinin tayinleri çeşitli flora kitapları ve tayin anahtarlarından (Smith vd. 2009; Wirth 1995; Brodo 2001) yararlanılarak yapılmıştır. Yeni kayıtların kontrolü için Türkiye likenleri listesi (John ve Türk 2017) kullanılmıştır.

Kullanılan kimyasal reaktifler ve sembolleri:

P :% 95 etil alkoldeki doymuş parafenilendiamin,

I :% 70 etil alkolde çözünmüş iyot kristalleri,

K :% 10 KOH Potasyum hidroksit çözeltisi,

C: Ticari çamaşır suyu-Sodyum hipoklorit çözeltisi,

KC / CK: K ve C'nin art arda uygulanması,

N :% 50 Nitrik asit.

5.3.4 Kirleticilerin Nicel Olarak Belirlenmesi

Toplanan Liken Örneklerinin Temizlenmesi öğütülmesi, çözdürülmesi, örneklerin PM ve çoklu-element analizi yapılmıştır. Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V, Zn vb. elementlerinin konsantrasyonları ICP - MS metodu kullanılarak ölçülmüştür. Analizlerde ölçüm kontrol materyali olarak, Uluslararası Atom Enerjisi Kuruluşundan (International

Atomic Energy Agency) alınan referans liken maddesi (IEAA-336) kullanılmıştır. Liken örnekleri analiz için Mersin Üniversitesi'nde Öğr. Gör. Sevda İldan Özmen tarafından hazırlanmıştır.

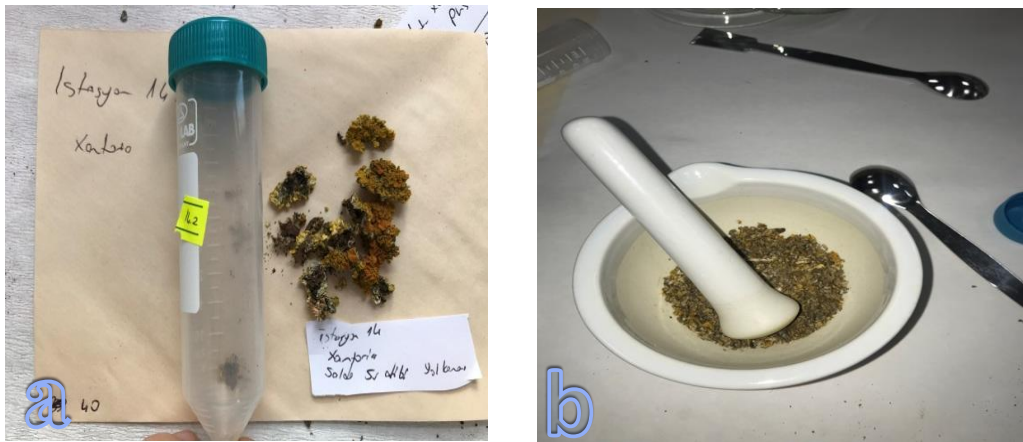
Çoklu Element (ICP-MS) Analizi

Liken Materyalinin Temizlenme ve Kurutulma İşlemleri

40 adet liken örneği analiz için toplanan liken örnekleri pens yardımı ile substratlarından ayrılarak stereomikroskop altında incelenmiş ve tozlarından arındırılmıştır. Liken örnekleri petri kapları içerisinde iki defa distile su ile yıkanmıştır ve 2-3 saat boyunca kurumaya bırakılmıştır (Şekil 11: a ve b). Kurutulmuş örnekler etüv içerisine alınmıştır 12 saat boyunca 60 °C'de tekrar kurutulmuştur. Kurutulmuş olan örnekler toz haline gelinceye kadar öğütülmüştür. Örnekler tartılıp gramaj değerleri ölçülmüştür toz halindeki örnekler ağız kapalı falcon tüplere aktarılıp analizleri yapılmak üzere saklanmıştır (Şekil 11: a,b,c ve d).



Şekil 12: a ve b örneklerin kurutma ve yıkama işlemleri



Şekil 13: a ve b örnekleri zarflama ve öğütme işlemleri



Şekil 14: a ve b örnekleri etüvde kurutma ve tartım işlemleri



Şekil 15: a, b ve c Icp-ms cihazı

Numune Hazırlama İşlemi:

Mersin Üniversitesi'ne gönderilen liken örnekleri 0,1 g olarak tartıldıktan sonra mikrodalga kaplarına konulmuştur. Devamında ise çeker ocakta 6 mL Kral suyu (3:1 oranında HCl: HNO₃) eklendikten sonra bir süre reaksiyon sonucu oluşan gazın uzaklaşması için beklenmiştir. Daha sonra kapların ağzı kapatılıp mikrodalgada 160 °C'de

15 dk boyunca bekletilmiştir. İşlem sonunda çözünürleştirilen örnekler 50 mL lik falkon tüplere alınarak UPW (Ultrasaf su) ile 50 mL' ye tamamlanmıştır.

Mersin Üniversitesi'nde ICP-MS cihazında Referans madde (IEAA-336) ile birlikte hazırlanan örneklerin element analiz ölçümleri yapılmıştır. Liken örnekleri analiz için Mersin Üniversitesi'nde Öğr. Gör. Sevda İldan Özmen tarafından hazırlanmıştır. Liken örneklerinin çözünürleştirme işlemleri 3 kez tekrar edilerek yapılmıştır.

5.3.5 Çalışma Alanının Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi

Element analizleri ve istatistiksel analizlerin sonuçları çalışma alanında atmosferik kaynaklı ağır metal seviyelerinin değişimi açısından değerlendirilmiştir.

5.4 ÇALIŞILAN LİKEN TÜRLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Hava kirliliğine olduğu halde doğal ortamlarındaki gelişmelerini sürdürebilen dayanıklı türler arasında *Xanthoria parietina*, *Physcia* sp. ve *Hypogymnia physodes* örnek olarak bilinir (Çetin ve Sümbül 2010).

5.4.1 *Xanthoria parietina*

Xanthoria parietina, kentsel alanların yaygın bir likenidir. Biyo-izleme programlarında en yaygın olarak kullanılan liken türlerinden *Hypogymnia* fizodları ve *Parmelia sulcata* gibi diğer türlerin yanı sıra kirlilik araştırmalarında kullanılan en yaygın türdür (Nimis ve ark, 2001). *X. parietina* sahip olduğu geniş tallus yüzeyi sebebi ile atmosferik kirleticiler için geniş bir temas yüzeyine sahiptir, Bu sebeple kirli alanlarda içerisinde ağır metal biriktirebilir (Scerbo ve ark, 1999; Scerbo ve ark, 2002; Cuny ve ark, 2004; Frati 2007). Yapılan bir araştırmada domuz çiftliğinin çevresinde *Xanthoria parietina* tallusunda azot biriktirdiği (kuru ağırlık% 2,4'e kadar) bulmuştur. Bununla birlikte, *Xanthoria parietina*'nın NH₃ kirliliğine karşı artan toleransı ile ilişkili bünyesinde olumsuz yönde etkiler olduğu gözlemlenmiştir.

Parviainen'in *Xanthoria parietina* ile yapmış olduğu çalışmada tallusunda metal birikimi nedeniyle fizyolojik veya anatomik bir stres oluşturduğu bulunamamıştır, bu sebeple hava kirliliğinin dağılımını ölçmek için uygun bir toksit tolerant (toksik maddelere karşı dayanıklı) bir tür olduğu sonucuna varılmıştır (Parviainen ve ark. 2019). Diğer bir çalışmada

ise türün içerisinde bulunan parietin maddesi likeni güneş ışınlarına karşı koruduğu gözlemlenmiştir (Nash 2008).

Xanthoria türü sarı-turuncu renklerinde, yapraksı veya kabuksu bir liken türüdür. Tür tayini yapılırken tallusuna K (potasyum) damlatıldığında tallus yüzeyi mor renge dönüşmektedir. Tallusların yüzeyinde bulunan apotesyumlar koyu turuncu renge sahiptir. Sporları 2 hücreli olup ascus yapıları 8 hücrelidir. Dünya çapında *Xanthoria* yaklaşık olarak 15 türden oluşmaktadır. Zor iklim koşullarına dahi dayanıklı olup hayatta kalabilmektedirler (Goward ve ark. 1994).

5.4.2 *Hypogymnia physodes*

Günümüzde likenlerin hava kirliliği çalışmalarında olağanüstü biyoindikatörler olduğu gösterilmiştir (örneğin, Ferry ve diğerleri, 1973; Arndt ve diğerleri, 1987; Nash ve Wirth, 1988; Henderson, 1992). Likenlerin bu çalışmalardaki verimliliği liken tallusunun fizyolojik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bunlar; büyümesinin yavaş olması ve çözünür ve çözünmez mineral besinleri ortam havasından alıp tallusunda biriktirebilmesidir. *Hypogymnia physodes* fizodları hava kirliliğine oldukça dirençli olduğu bilinmektedir (Marti 1985).

Ayrıca, *Hypogymnia physodes*, deneysel araştırmalarda olduğu gibi, biyo-izleme araştırmalarında da yaygın olarak kullanılmaktadır.

Hypogymnia physodes (L.) Nyl. kuzey yarım kürede ılıman ve kuzey bölgelerde yaygın bir yaprak likenidir (McCune 2002). *H. physodes* (McCune 2002) korteksinde (atranorin, kloroatranorin) veya medullada (fizodik, 3-hidroksifizodik, fizodalik, protocetraric, 2'-O-metilfizodik asitler) bulunan yedi liken maddesi tanımlanmıştır. Son iki madde yalnızca küçük miktarlarda bulunur (McCune 2002). *H. physodes*'un kortikal liken maddeleri depsiddir, medüller olanlar ise depsidonlara aittir (Huneck ve Yoshimura 1996).

5.5. Liken Referans Materyali (IAEA)

Son yıllarda, çevre kirliliğinin biyometresi olarak çeşitli biyolojik materyaller önerilmiş ve kullanılmıştır. Örneğin, likenler, eser metallerin ve organik bileşiklerin seviyelerini izlemek için hava kirliliği çalışmalarında kullanılmıştır (Freitas ve ark.1993).

Bu biyomitörlerin analizleri sırasında, yöntemin doğruluğu açısından tekrarlanabilirliği göstermek için, ilgili bileşenlerin konsantrasyonları açısından numuneyele

mümkün olduğunca yakından eşleşen bir sertifikalı referans materyalin analizinin kullanılması gerekmektedir. Biyomitörler söz konusu olduğunda, kontrol veya referans materyallerinin sayısı ve türü çok sınırlıdır. Liken biyomonitörlerinin analizi için bir kalite kontrol materyali olarak kullanılacak bir liken materyalini (IAEA-336 olarak tanımlanmıştır) karakterize etmek için düzenlenmiştir. Materyal, hem nükleer hem de nükleer olmayan analitik teknikler kullanılarak ana ve küçük elementlerin içerikleri için karakterize edilmiştir. Liken için tavsiye edilen ve bilgi değerleri, üretici tarafından karşılaştırmalı değerlendirmelerin çoğunda kullanılan standart istatistiksel teknikler kullanılarak oluşturulmuştur (IAEA-336).

Liken Referans materyali Portekiz'deki kirlilik kaynaklarından uzak Gavião, Ourique ve Serra do Cladeirão (Portekiz'in güneyi) bölgelerinden toplanarak steril koşullarda saklanan örnek kargo yolu ile Dünya'nın her bölgesindeki araştırmacılara gönderilir (Url-8).

BÖLÜM IV.

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

6.1 Bulgular

Yapılan çalışmanın toplanan örneklerinde, *X. parietina* türüne 1,2, 4, 6, 7, 8, 9,10, 11, 12 ve 13. istasyonlarda rastlanmıştır. *Physcia adscendens* türüne 1, 2 ve 4. istasyonlarında rastlanmıştır. *Hypogymnia physodes* türüne 2 ve 3. istasyonlarında rastlanmıştır. *Myriolecis hagenii* (*Lecanora hagenii*) türüne sadece 4.istasyonda rastlanmıştır. *Physcia tenella* türüne 4, 7, 9, 10, 11,12 ve 13. istasyonlarda rastlanmıştır. *Pseudevernia furfuracea* türüne sadece 13. İstasyonda rastlanmıştır. *Physcia aipolia* türüne sadece 13. İstasyonda rastlanmıştır.

Tablo 3 araziden toplanan Liken örneklerinin tür adlarını içermektedir. Tablo 4 ise araziden toplanan taş örnekleri üzerindeki liken türlerinin listesidir.

6.2 Tür Listeleri Tabloları

Liken Örnekleri Tür Listesi

Örnek kodları	Analiz örnek türleri
1.1	<i>Xanthoria parietina</i>
1.2	<i>Physcia adscendens</i>

2.2	<i>Hypogymnia physodes</i>
2.3	<i>Hypogymnia physodes</i>
2.4	<i>Xanthoria parietina</i> , <i>Phycia adscendens</i>
2.5	<i>Phycia adscendens</i>
3.1	<i>Hypogymnia physodes</i>
4.1	<i>Xanthoria parietina</i> , <i>Phycia adscendens</i> , <i>Myriolecis hagenii</i> (<i>Lecanora hagenii</i>)
4.2	<i>Phycia tenella</i>
6	<i>Xanthoria parietina</i> , <i>Phycia tenella</i>
7.1	<i>Xanthoria parietina</i>
7.2	<i>Xanthoria parietina</i>
7.3	<i>Phycia tenella</i>
7.4	<i>Phycia tenella</i>
8	<i>Xanthoria parietina</i>
9.1	<i>Xanthoria parietina</i> * <i>Phycia tenella</i>
9.2	<i>Xanthoria parietina</i>
10.1	<i>Phycia tenella</i>
10.2	<i>Phycia tenella</i>
10.3	<i>Xanthoria parietina</i>
11.1	<i>Xanthoria parietina</i>
11.2	<i>Phycia tenella</i>
11.3	<i>Phycia tenella</i>
12.1	<i>Xanthoria parietina</i>
12.2	<i>Xanthoria parietina</i>
12.3	<i>Phycia tenella</i>
13.1	<i>Phycia tenella</i>
13.2	<i>Phycia tenella</i>
13.3	<i>Pseudevernia furfuracea</i>
13.5	<i>Pseudevernia furfuracea</i>
13.6	<i>Phycia aipolia</i>
13.8	<i>Ramalina farinaceae</i>
13.9	<i>Pseudevernia furfuracea</i>
13.10	<i>Xanthoria parietina</i>

- 14.1 *Physcia aipolia*
14.2 *Xanthoria parietina*

Tablo 3: Liken örneklerinin tür listesi

6.3 Toplanan Taş ve Kaya Örneklerinin Üzerindeki Likenlerin Tür Listesi

Ayrıca yapılan arazi çalışmasında çeşitli taş örnekleri de alınmış olup yüzeylerindeki liken türleri belirlenmiştir. Toplam 16 taş örneğinin tamamı istasyon 1'den alınmıştır. Belirlenmiş olan türler; *Xanthoparmelia pulla*, *Lecanora muralis*, *Lecidella stigmatea*, *Lobothallia alphoplaca*, *Lecanora dispersa*, *Candelariella aurella*, *Aspicilia hoffmanniana*, *Blastenia crenularia*, *Aspicilia cinerea*, *Rhizocarpon geographicum*, *Aspicilia contorta*, *Xanthoparmelia tinctina*, *Xantoria elegans*, *Xanthoparmelia conspersa*, *Aspicilia cinerea*, *Caloplaca crenulatella*'dir

	Taş Türleri
1	<i>Xanthoparmelia pulla</i>
2	<i>Lecanora muralis</i>
3	<i>Lecidella stigmatea</i>
4	<i>Lobothallia alphoplaca</i>
5	<i>Lecanora dispersa</i>
6	<i>Candelariella aurella</i>
7	<i>Aspicilia hoffmanniana</i>
8	<i>Blastenia crenularia</i>
9	<i>Aspicilia cinerea</i>
10	<i>Rhizocarpon geographicum</i>
11	<i>Aspicilia contorta</i>
12	<i>xanthoparmelia tinctina</i>
13	<i>Xantoria elegans</i>
14	<i>xanthoparmelia conspersa</i>
15	<i>Aspicilia cinerea</i>
16	<i>Caloplaca crenulatella</i>

Tablo 4: Taş Ve Kaya Örneklerinin Üzerinden Teşhis Edilen Liken Tür Listesi

6.4 Tayin Edilen Likenlerin Taksonomik Sınıflandırılması

Çalışma alanında bulunan türleri belirlenen liken örneklerinin taksonomik sınıflandırması aşağıdaki gibidir. Tespit edilen liken tür, tür altı taksonları listesi (<http://www.indexfungorum.org>) sistemine göre verilmiştir.

Kingdom: Fungi – champignons, Fungo, fungi

Subkingdom: *Dikarya*

Division: *Ascomycota* – ascomiceto, ascomycètes, asco's, ascomycetes, sac fungi

Subdivision: *Pezizomycotina*

Class: *Lecanoromycetes*

Subclass: *Lecanoromycetidae*

Order: *Candelariales*

Family: *Candelariaceae* Hakul., 1954

Genus: *Candelariella* Mull. Arg.

Species: *Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr.

Order: *Hymeneliales*

Family: *Hymeneliaceae*

Genus: *Lobothallia*

Species: *Lobothallia alphoplaca*

Order: *Lecanorales*

Family: *Parmeliaceae*

Genus: *Pseudevernia*

Species: *Pseudevernia furfuracea*

Family: *Rhizocarpaceae*

Genus: *Rhizocarpon*

Species: *Rhizocarpon geographicum*

Genus: *Xanthoparmelia*

Species: *Xanthoparmelia conspersa* - (Ehrh. ex Ach.)

Species: *Xanthoparmelia pulla*

Species: *Xanthoparmelia tinctoria* - (Maheu & A. Gillet)

Order: *Lecanorales* Nannf., 1932

Family: *Hymeneliaceae* Körb., 1855

Genus: *Aspicilia* Massal.

Species: *Aspicilia cinerea* (L.) Körb.

Species: *Aspicilia contorta* (Hoffm.) Kremp.

Family: *Lecanoraceae* Körb., 1855

Genus: *Lecanora* Ach.

Species: *Lecanora dispersa* Röhl.

Species: *Lecanora hagenii* (*Myriolecis hagenii*)

Species: *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh.

Genus: *Lecidella* Körb.

Species: *Lecidella stigmatea* (Ach.) Hertel & Leuckert

Family: *Parmeliaceae* Zenker, 1827

Genus: *Hypogymnia* (Nyl.) Nyl.

Species: *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.

Family: *Ramalinaceae* C. Agardh, 1821

Genus: *Ramalina* Ach.

Species: *Ramalina farinacea* (L.) Ach.

Order: *Teloschistales*

Family: *Teloschistaceae* Zahlbr., 1898

Genus: *Xanthoria* (Fr.) Th. Fr.

Species: *Xanthoria elegans* (Link) Th. Fr.

Species: *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.

Family: *Physciaceae* Zahlbr., 1898

Genus: *Physcia* (Schreb.) Michaux

Species: *Physcia adscendens* (Th. Fr.) H. Olivier

Species: *Physcia aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fűrnr.

Species: *Physcia tenella* (Scop.) DC.

Family: *Teloschistaceae*

Genus: *Blastenia*

Species: *Blastenia crenularia* - (With.) Arup, Søchting & Frödén

Synonym(s): *Caloplaca crenularia* (With.) J. R. Laundon

Genus: *Xanthocarpia*

Species: *Xanthocarpia crenulatella* - (Nyl.) Frödén

Synonym(s): *Caloplaca crenulatella* (Nyl.) H. Olivier

Subclass: *Ostropomycetidae* Reeb, Lutzoni & Cl.Roux

Order: *Pertusariales* M.Choisy ex D.Hawksw. & O.E.Erikss

Family: *Megasporaceae* Lumbsch, Feige & K.Schmitz

Genus: *Circinaria*

Species: *Circinaria hoffmanniana* (S. Ekman & Fröberg ex R. Sant.) A. Nordin

Synonym(s): *Aspicilia hoffmanniana* (S. Ekman & Fröberg ex R.Sant.)

Synonym(s): *Aspicilia caesioalba* (Le Prévost) Hue

Synonym(s): *Aspicilia hoffmannii* auct. non (Ach.) Flagey

6.5 ICP-MS ANALİZ SONUÇLARI

Salda gölü çevresindeki 14 farklı istasyondan toplanan likenler ve referans liken maddesinin (IEAA-336) ICP-MS cihazında ağır metal analizi yapılmış olup yapılan analizde Al, Mn, V, Cr, Fe, Ni, Zn, Cu, As, Pb, Cd element konsantrasyonları ölçülmüştür.

Elde edilen sonuçlar referans maddeye göre değerlendirmiştir. Çalışma bölgesinden toplanan istasyon için tüm likenlerin analiz sonuçlarının ortalamaları alınıp element değerleri tabloda belirlenmiştir (tablo 5). Elementin sayısal değerleri ayrıca Grafik altında tablo halinde de sunulmuştur. Sonuçlarda ppm birimi kullanılmıştır.

A1, A2, A3 Antarktika likenleri analiz sonuçlarına aittir. R ise referans materyalini göstermektedir. Grafiklerde X (Apsis) eksenini istasyonları, Y (ordinat) eksenini ölçüm değerlerini (ppm) göstermektedir.

File:	Al (ppm)	V (ppm)	Cr (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Ni (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)
12.2	4780	<DL	<DL	22,16	2031	<DL	<DL	41,39	<DL	<DL	<DL
10.2	4685	<DL	<DL	50,30	2615	38,25	5,09	33,83	<DL	<DL	6,02
13.6	2605	1,44	<DL	42,47	2241	382,35	<DL	51,09	<DL	<DL	<DL
12.6	2698	4,44	34,53	99,90	5848	146,55	5,50	33,71	<DL	<DL	<DL
7.4	3146	<DL	<DL	47,55	3799	35,10	17,95	49,14	<DL	<DL	<DL
12.3	4993	<DL	8,93	53,40	3388	81,35	<DL	31,81	<DL	<DL	<DL
7.3	2581	1,22	<DL	47,79	2852	24,16	11,93	39,64	<DL	<DL	<DL
13.8	748	<DL	<DL	18,89	556	<DL	<DL	55,09	<DL	<DL	<DL
2.2	1622	1,15	10,33	45,60	1457	14,70	<DL	26,20	<DL	<DL	<DL
13.7	1060	<DL	<DL	34,14	996	9,01	<DL	57,34	<DL	<DL	<DL
2.1	498	4,32	16,63	33,60	407	5,85	<DL	11,75	<DL	<DL	<DL
13.5	973	1,69	11,63	37,49	808	10,58	<DL	51,69	<DL	<DL	<DL
11.3	2958	4,01	18,78	91,75	4993	103,55	9,62	32,35	<DL	<DL	<DL
13.10	3224	8,04	21,33	67,10	3130	33,25	6,60	42,14	<DL	<DL	5,29
11.2	2374	8,21	35,03	81,85	4415	105,35	6,18	42,54	<DL	<DL	<DL
3.1	1108	2,43	8,18	36,19	1035	15,16	<DL	21,30	<DL	<DL	<DL
13.3	455	<DL	<DL	14,92	334	<DL	<DL	3,66	<DL	<DL	<DL
13.9	1029	4,36	12,58	29,21	857	9,55	<DL	35,69	<DL	<DL	<DL
2.3	939	2,74	6,43	39,23	741	10,58	<DL	18,51	<DL	<DL	5,17
14.1	916	3,85	16,43	26,58	788	10,89	<DL	13,15	<DL	<DL	<DL
14.2	830	4,31	10,88	21,62	786	9,38	<DL	12,64	2,94	<DL	<DL
13.2	5168	11,49	27,88	83,30	5513	55,55	<DL	66,64	1,27	<DL	8,68
2.5	2216	8,20	24,78	41,08	2307	31,51	<DL	19,82	0,60	<DL	<DL
11.1	2930	11,31	50,43	107,90	5888	142,90	6,23	47,34	0,26	<DL	6,51
10.1	1821	1,41	4,93	47,86	2163	31,46	<DL	50,24	<DL	<DL	5,04
13.1	1734	6,83	20,18	36,58	1614	15,36	<DL	32,46	<DL	<DL	<DL
8	2369	12,75	56,93	84,45	2980	50,35	6,16	22,54	<DL	<DL	<DL
9.1	3536	13,51	56,18	89,30	4651	70,65	7,42	20,07	<DL	<DL	<DL
6	2768	15,21	81,06	96,16	4204	87,26	<DL	11,88	<DL	<DL	<DL
7.1	1609	8,06	23,63	32,78	1598	12,45	15,10	15,75	<DL	<DL	<DL
9.2	2593	11,14	84,58	106,25	4087	93,45	7,88	27,29	<DL	<DL	<DL
4.1	1776	9,90	41,93	79,85	3023	69,15	<DL	22,83	<DL	<DL	<DL
10.3	1982	14,38	54,08	49,15	2260	30,64	<DL	25,69	<DL	<DL	<DL
1.2	2160	7,54	22,33	62,10	2054	23,59	<DL	13,55	<DL	<DL	5,66
2.4	1427	6,07	20,68	30,70	1251	10,85	<DL	7,94	<DL	<DL	<DL
1.1	2808	13,11	41,43	73,75	3055	43,55	<DL	7,43	<DL	<DL	<DL
A1	333	4,45	14,68	9,03	224	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL
A2	534	10,21	33,43	15,63	144	<DL	<DL	2,23	<DL	<DL	<DL
A3	1626	21,50	47,68	29,22	1558	<DL	47,29	24,54	<DL	<DL	<DL
Referans	661	13,61	46,33	57,80	275	1,03	2,60	19,49	4,85	<DL	4,01

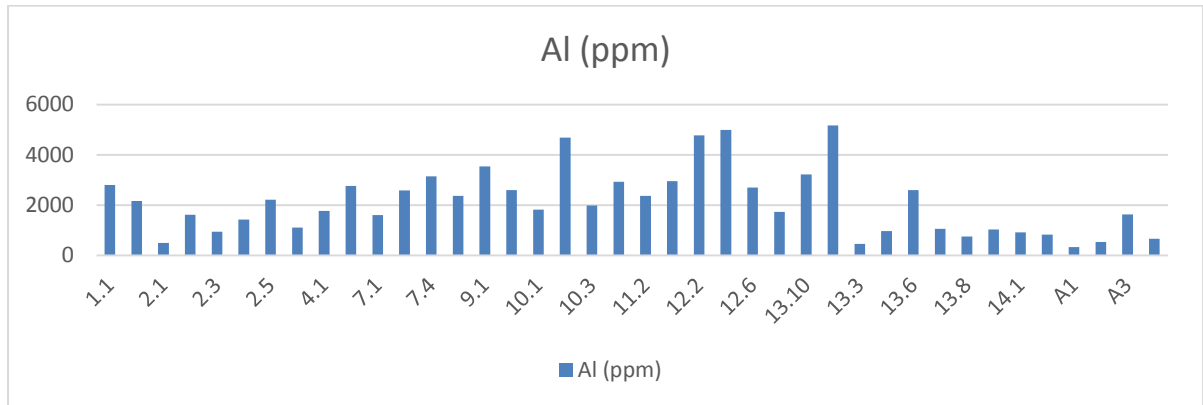
Tablo 5: Çalışılan Elementlerin ICP-MS Analiz Sonuçları. (DL: dedeksiyon limiti {seyreltme sonucu, analiz sırasında ölçülemeyen değer}).

6.5.1 Al Elementi Analiz Sonuçları

Çalışma alanındaki 14 değişik istasyondan alınan örneklerde Al konsantrasyonları standart hataları ve maksimum minimum değerleriyle birlikte Tablo 6’da verilmektedir. Referans materyali Al analiz değeri sonucu 661 ppm olarak ölçülmüştür. Saldı gölü çevresindeki yapılan arazi çalışmalarından alınmış liken örneklerinin analiz sonuçlarını Referans materyali değerine göre karşılaştırdığımızda tüm istasyonlardan alınan örneklerin sınır değerinin çok üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bunlara ek olarak Antarktika örneklerinde ise A3 numaralı örneğin (1626 ppm) sınır değerinin oldukça üstünde olduğu, A1 ve A2 numaralı örneklerde ise analiz sonucu sınır değere oldukça yakın olduğu belirlenmiştir.

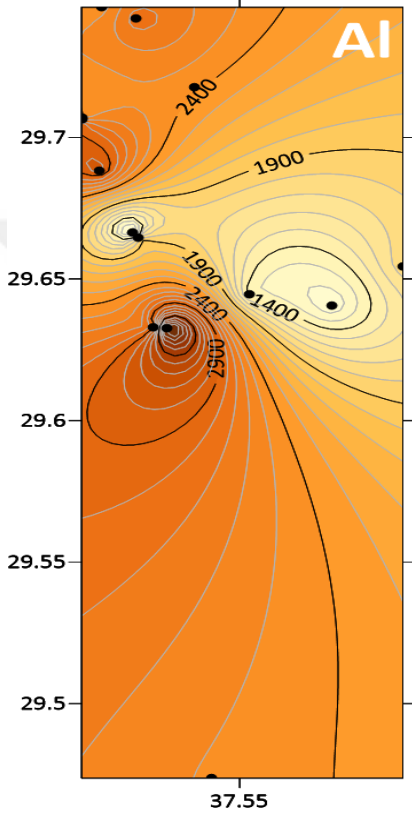
File:	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	4.1	6
Al (ppm)	2808	2160	498	1622	939	1427	2216	1108	1776	2768
7.1	7.3	7.4	8	9.1	9.2	10.1	10.2	10.3	11.1	11.2
1609	2581	3146	2369	3536	2593	1821	4685	1982	2930	2374
11.3	12.2	12.3	12.6	13.1	13.10	13.2	13.3	13.5	13.6	13.7
2958	4780	4993	2698	1734	3224	5168	455	973	2605	1060
13.8	13.9	14.1	14.2	A1	A2	A3	Referans			
748	1029	916	830	333	534	1626	661			

Tablo 6: ICP-MS Al Elementi Analiz Sonuçları



Grafik 1: ICP-MS Al Elementi Analiz Sonuçları

ICP-MS ölçüm değerleri (ppm) alınan liken örnekleri, Surfer programı ile haritalandırılmıştır. Aşağıdaki harita Salda çevresinde farklı lokalitelerden toplanmış likenlerinin Al (ppm) değerleri verilmiştir. Çalışma alanındaki Al element dağılımının görüldüğü haritada, kahverengi olarak görülen yerler kirlilik açısından daha yoğun, açık renkte gözüken yerler ise kirlilik açısından daha az olduğu düşünülmektedir. Koyu renkten açık renge doğru kirlilik miktarı düşmektedir (Grafik 1) (Haritalama 1).



Al (ppm) değerleri Salda merkez köyü girişinde en yüksektir. Bölgedeki değerler; *Physcia aipolia* cinsinde ise 5168 ppm' dir. Salda gölü kuzey kıyısı kayalık alanda en düşüktür. *Pseudevernia furfuracea* cinsinde ise 455 ppm değerinde en düşük miktarda görülmüş olup ortalama değer 2253 ppm olarak bulunmuştur. Referans materyal ise 661 ppm olarak görülmüştür

Haritalama 1: ICP-MS Al Elementi Analiz Sonuçları

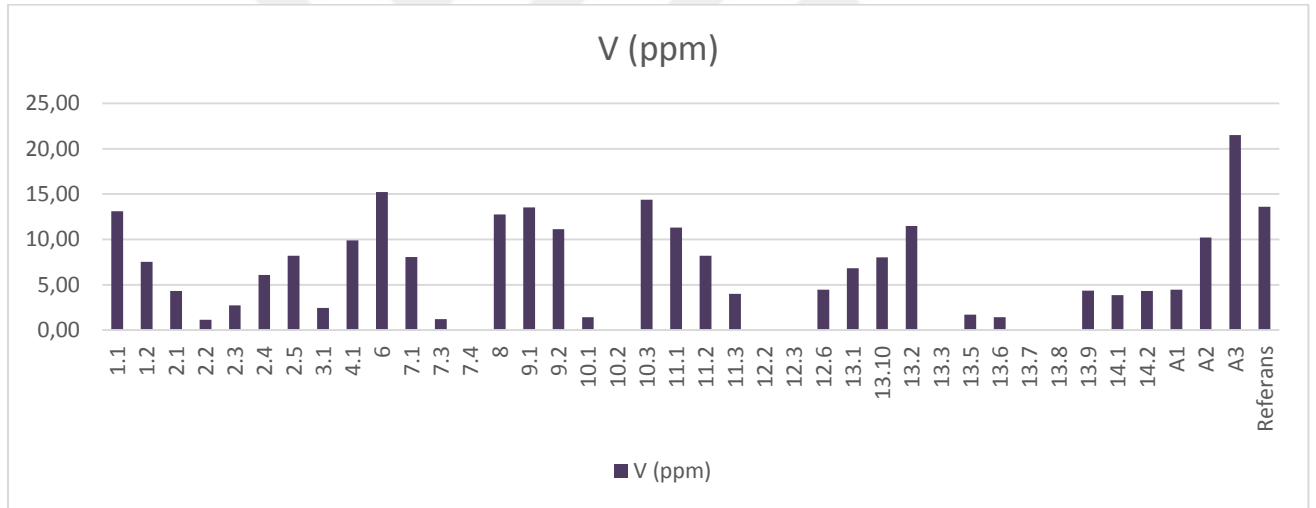
6.5.2 V Elementi Analiz Sonuçları

Çalışma alanındaki 14 değişik istasyondan alınan örneklerde V konsantrasyonları standart hataları ve maksimum minimum değerleriyle birlikte Tablo 7'de verilmektedir. Referans materyali V analiz değeri sonucu 13,61 ppm olarak ölçülmüştür. Salda gölü çevresindeki yapılan arazi çalışmalarından alınmış liken örneklerinin analiz sonuçlarını Referans materyali değerine göre karşılaştırdığımızda 6 ve 10. istasyonlarından alınan örneklerden; 6 ve 10.3 numaralı örneklerin sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. 1.1, 8, 9.1, 11.1, 13.2 numaralı örneklerin ise sınır değere oldukça yakın olduğu belirlenmiştir. Bunlara ek

olarak Antarktika örneklerinde ise A3 numaralı örneğin (21.50 ppm) sınır değerinin oldukça üstünde olduğu belirlenmiştir.

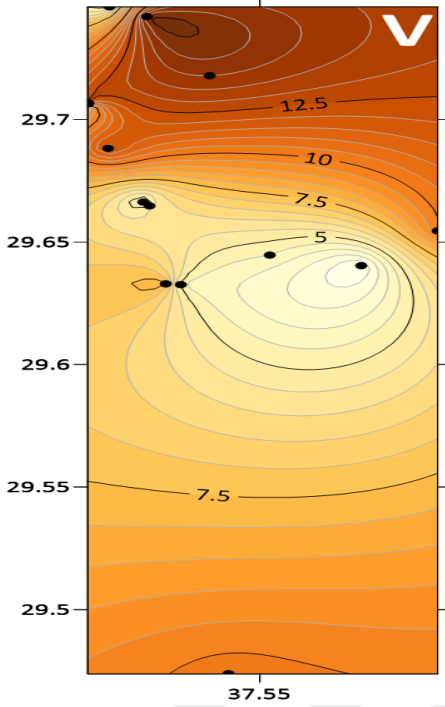
File:	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	4.1	6
V (ppm)	13.11	7.54	4.32	1.15	2.74	6.07	8.20	2.43	9.90	15.21
7.1	7.3	7.4	8	9.1	9.2	10.1	10.2	10.3	11.1	11.2
8.06	1.22	<DL	12.75	13.51	11.14	1.41	<DL	14.38	11.31	8.21
11.3	12.2	12.3	12.6	13.1	13.10	13.2	13.3	13.5	13.6	13.7
4.01	<DL	<DL	4.44	6.83	8.04	11.49	<DL	1.69	1.44	<DL
13.8	13.9	14.1	14.2	A1	A2	A3	Referans			
<DL	4.36	3.85	4.31	4.45	10.21	21.50	13.61			

Tablo 7: ICP-MS V Elementi Analiz Sonuçları



Grafik 2: ICP-MS V Elementi Analiz Sonuçları

Aşağıdaki harita Salda çevresinde farklı lokalitelerden toplanmış likenlerinin V (ppm) değerleri verilmiştir. Çalışma alanındaki V element dağılımının görüldüğü haritada, kahverengi olarak görülen yerler kirlilik açısından daha yoğun, açık renkte gözüken yerler ise kirlilik açısından daha az olduğu düşünülmektedir. Koyu renkten açık renge doğru kirlilik miktarı düşmektedir (Grafik 2) (Haritalama 2).



V değerleri, Kayadibi Köyünde en yüksektir. Bölgedeki değerler; *Xanthoria parietina* -cinsinde ise 15.21 ppm' dir. Salda gölü kuzey kıyısı kayalık alandan alınan örneklerde ise en düşüktür. *Hypogymnia physodes* cinsinde 1.15 ppm değerinde en düşük miktarda görülmüş olup ortalama değer 6 ppm olarak bulunmuştur. Referans materyal ise 13.61 ppm olarak görülmüştür.

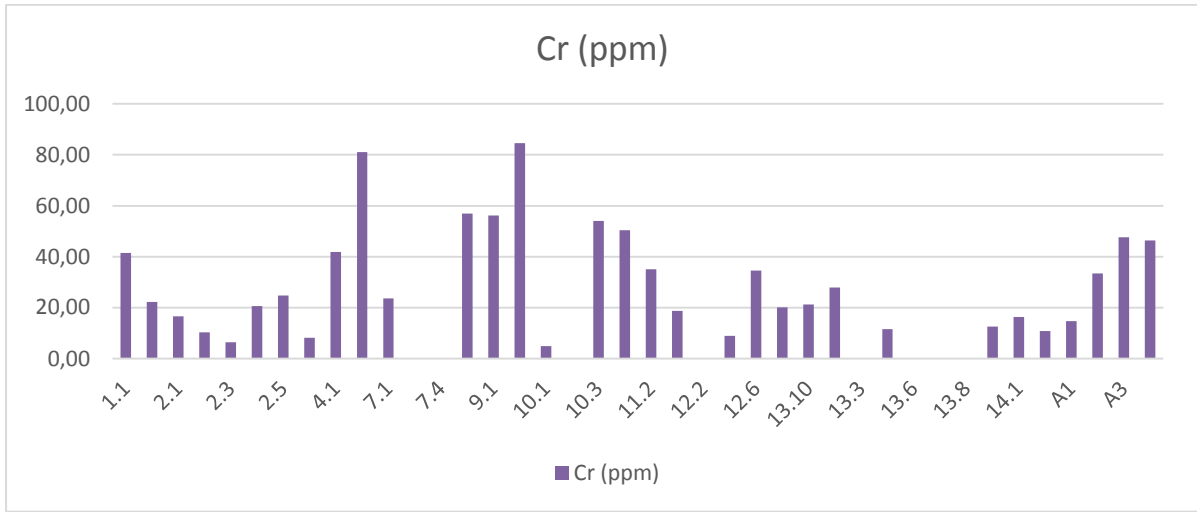
Haritalama 2: ICP-MS V Elementi Analiz Sonuçları

6.5.3 Cr Elementi Analiz Sonuçları

Çalışma alanındaki 14 değişik istasyondan alınan örneklerde Cr konsantrasyonları standart hataları ve maksimum minimum değerleriyle birlikte Tablo 8`de verilmektedir. Referans materyali Cr analiz değeri sonucu 46,33 ppm olarak ölçülmüştür. Salda gölü çevresindeki yapılan arazi çalışmalarından alınmış liken örneklerinin analiz sonuçlarını Referans materyali değerine göre karşılaştırdığımızda 6, 8, 9, 10 ve 11. İstasyonlarından alınan örneklerden; 6, 8, 9.1, 9.2, 10.3, 11.1 numaralı örneklerin sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bunlara ek olarak Antarktika örneklerinde ise A3 numaralı örneğin (47.68 ppm) sınır değerinin oldukça üstünde, A2 numaralı örneğin analiz sonucunun ise sınır değere çok yakın olduğu belirlenmiştir.

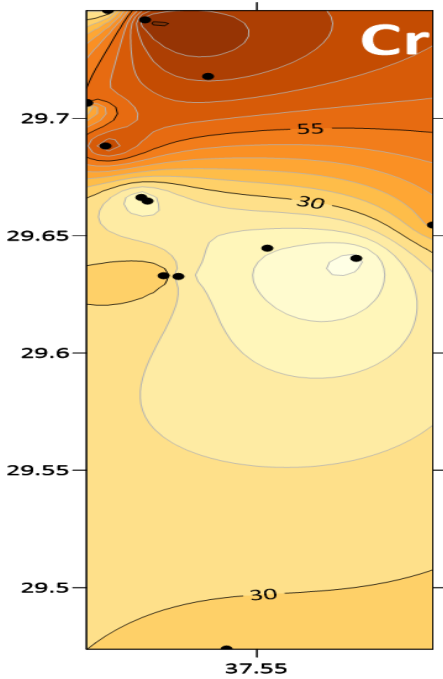
File:	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	4.1	6
Cr (ppm)	41.43	22.33	16.63	10.33	6.43	20.68	24.78	8.18	41.93	81.06
7.1	7.3	7.4	8	9.1	9.2	10.1	10.2	10.3	11.1	11.2
23.63	<DL	<DL	56.93	56.18	84.58	4.93	<DL	54.08	50.43	35.03
11.3	12.2	12.3	12.6	13.1	13.10	13.2	13.3	13.5	13.6	13.7
18.78	<DL	8.93	34.53	20.18	21.33	27.88	<DL	11.63	<DL	<DL
13.8	13.9	14.1	14.2	A1	A2	A3	Referans			
<DL	12.58	16.43	10.88	14.68	33.43	47.68	46.33			

Tablo 8: ICP-MS Cr Elementi Analiz Sonuçları



Grafik 3: ICP-MS Cr Elementi Analiz Sonuçları

Aşağıdaki harita Salda çevresinde farklı lokalitelerden toplanmış likenlerinin Cr (ppm) değerleri verilmiştir. Çalışma alanındaki Cr element dağılımının görüldüğü haritada, kahverengi olarak görülen yerler kirlilik açısından daha yoğun, açık renkte gözüken yerler ise kirlilik açısından daha az olduğu düşünülmektedir. Koyu renkten açık renge doğru kirlilik miktarı düşmektedir (Grafik 3) (Haritalama 3).



Cr değerleri, Haşmet çadır bahçesi yol kenarı alanında en yüksektir. Bölgedeki değerler; *Xanthoria parietina* cinsinde ise 84.58 ppm' dir. Salda gölü kamp alanı arkasında en düşüktür. *Physcia adscendens* cinsinde ise 4.93 ppm değerinde en düşük miktarda görülmüş olup ortalama kirlilik değeri ise 23 ppm olarak bulunmuştur. Referans materyal ise 46.33 ppm olarak görülmüştür.

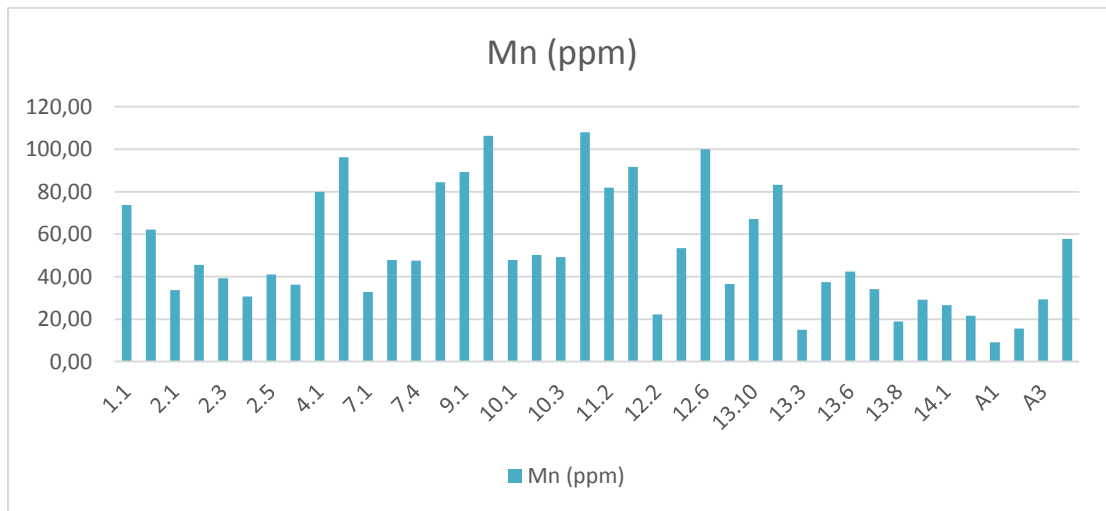
Haritalama 3: ICP-MS Cr Elementi Analiz Sonuçları

6.5.4 Mn Elementi Analiz Sonuçları

Çalışma alanındaki 14 değişik istasyondan alınan örneklerde Mn konsantrasyonları standart hataları ve maksimum minimum değerleriyle birlikte Tablo 9’da verilmektedir. Referans materyali Mn analiz değeri sonucu 46,33 ppm olarak ölçülmüştür. Salda gölü çevresindeki yapılan arazi çalışmalarından alınmış liken örneklerinin analiz sonuçlarını Referans materyali değerine göre karşılaştırdığımızda 1, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12 ve 13. istasyonlarından alınan örneklerden; 1.1, 1.2, 4.1, 6, 8, 9.1, 9.2, 10.3, 11.2, 11.3, 12.6, 13.2 numaralı örneklerin sınır değerinin oldukça üzerinde olduğu belirlenmiştir. 2.2, 2.5, 7.3, 7.4, 10.1, 10.3 ve 12.3 numaralı örneklerin analiz sonuçları ise sınır değerine çok yakın olduğu belirlenmiştir. Bunlara ek olarak Antarktika örneklerinde ise A3 numaralı örneğin (29.22 ppm) sınır değerine yakın olduğu belirlenmiştir.

File:	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	4.1	6
Mn (ppm)	73.75	62.10	33.60	45.60	39.23	30.70	41.08	36.19	79.85	96.16
7.1	7.3	7.4	8	9.1	9.2	10.1	10.2	10.3	11.1	11.2
32.78	47.79	47.55	84.45	89.30	106.25	47.86	50.30	49.15	107.90	81.85
11.3	12.2	12.3	12.6	13.1	13.10	13.2	13.3	13.5	13.6	13.7
91.75	22.16	53.40	99.90	36.58	67.10	83.30	14.92	37.49	42.47	34.14
13.8	13.9	14.1	14.2	A1	A2	A3	Referans			
18.89	29.21	26.58	21.62	9.03	15.63	29.22	57.80			

Tablo 9: ICP-MS Mn Elementi Analiz Sonuçları



Grafik 4: ICP-MS Mn Elementi Analiz Sonuçları

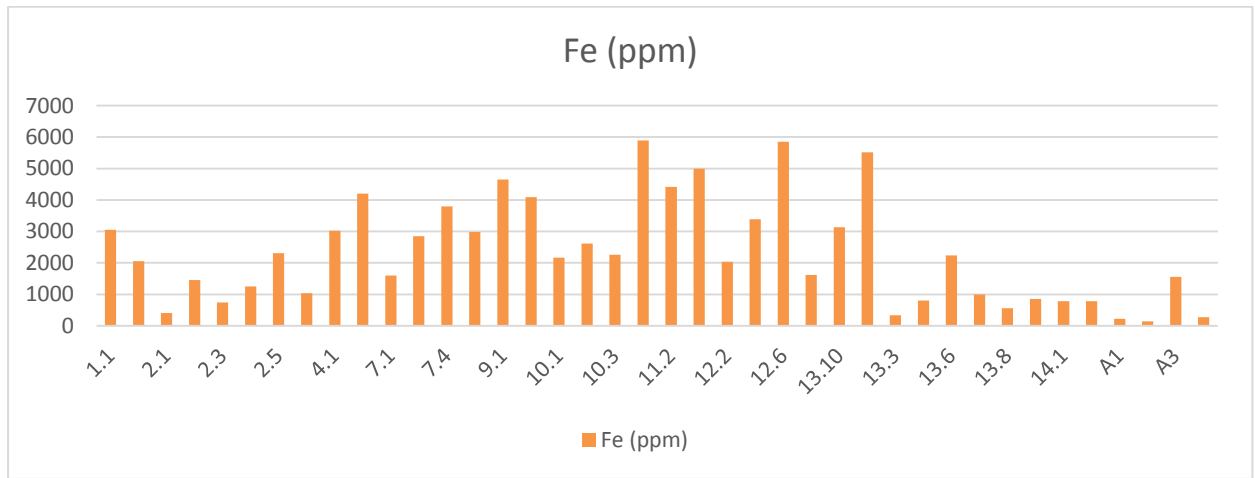
File:	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	4.1	6
Fe (ppm)	3055	2054	407	1457	741	1251	2307	1035	3023	4204

7.1	7.3	7.4	8	9.1	9.2	10.1	10.2	10.3	11.1	11.2
1598	2852	3799	2980	4651	4087	2163	2615	2260	5888	4415

11.3	12.2	12.3	12.6	13.1	13.10	13.2	13.3	13.5	13.6	13.7
4993	2031	3388	5848	1614	3130	5513	334	808	2241	996

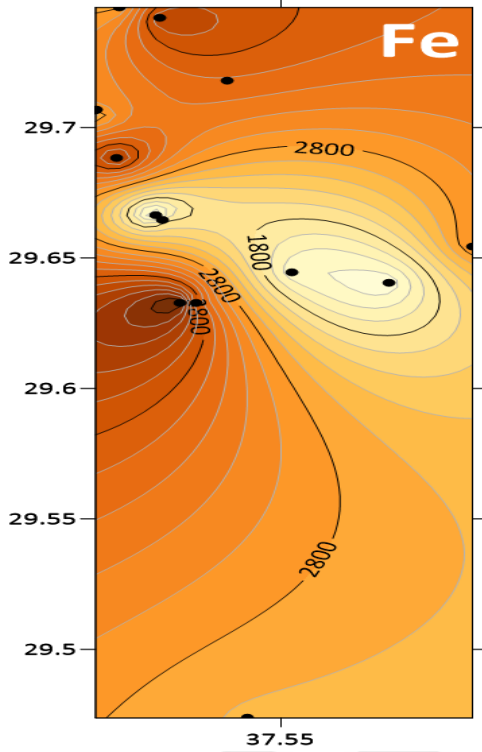
13.8	13.9	14.1	14.2	A1	A2	A3	Referans
556	857	788	786	224	144	1558	275

Tablo 10: ICP-MS Fe Elementi Analiz Sonuçları



Grafik 5: ICP-MS Fe Elementi Analiz Sonuçları

Aşağıdaki harita Salda çevresinde farklı lokalitelerden toplanmış likenlerinin Fe (ppm) değerleri verilmiştir. Çalışma alanındaki Fe element dağılımının görüldüğü haritada, kahverengi olarak görülen yerler kirlilik açısından daha yoğun, açık renkte gözükten yerler ise kirlilik açısından daha az olduğu düşünülmektedir. Koyu renkten açık renge doğru kirlilik miktarı düşmektedir (Grafik) (Haritalama 5).



Fe değerleri, Salda merkez köy içinde en yüksektir. Bölgedeki değerler; *Xanthoria parietina* cinsinde ise 5888 ppm' dir. Salda merkez köy ormanlık alanında en düşüktür. *Pseudevernia furfuracea* cinsinde ise 334 ppm değerinde en düşük miktarda görülmüştür. Ortalama kirlilik değeri ise 2520 ppm olarak bulunmuştur. Referans materyal ise 275 ppm olarak görülmüştür.

Haritalama 5: ICP-MS Fe Elementi Analiz Sonuçları

6.5.6 Ni Elementi Analiz Sonuçları

Çalışma alanındaki 14 değişik istasyondan alınan örneklerde Ni konsantrasyonları standart hataları ve maksimum minimum değerleriyle birlikte Tablo 11'de verilmektedir. Referans materyali Ni analiz değeri sonucu 1,03 ppm olarak ölçülmüştür. Salda gölü çevresindeki yapılan arazi çalışmalarından alınmış liken örneklerinin analiz sonuçlarını Referans materyali değerine göre karşılaştırdığımızda tüm istasyonlardan alınan örneklerin sınır değerinin çok üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bunlara ek olarak Antarktika örneklerinde ise Ni elementine rastlanmamıştır.

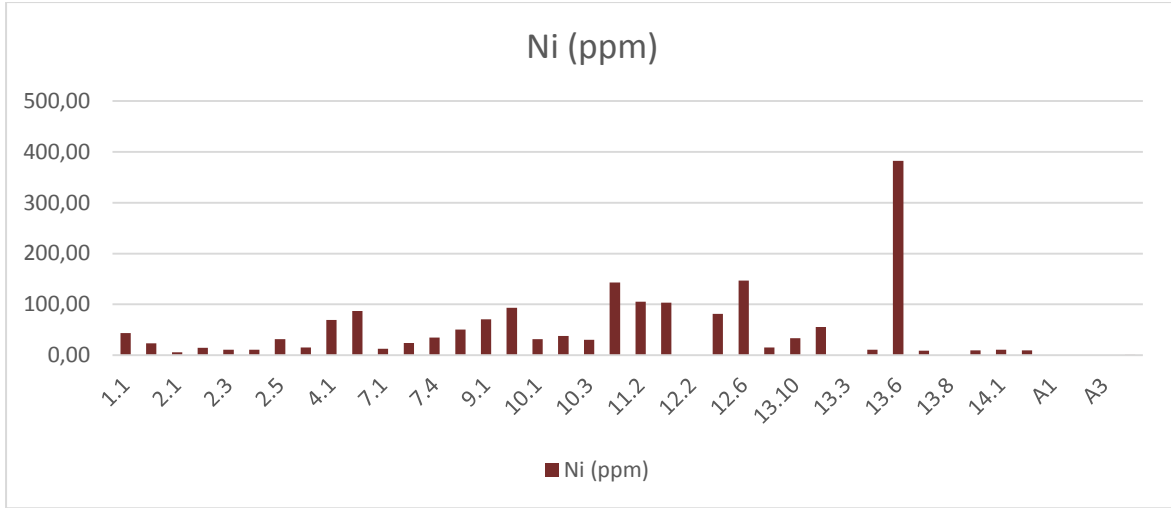
File:	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	4.1	6
Ni (ppm)	43.55	23.59	5.85	14.70	10.58	10.85	31.51	15.16	69.15	87.26

7.1	7.3	7.4	8	9.1	9.2	10.1	10.2	10.3	11.1	11.2
12.45	24.16	35.10	50.35	70.65	93.45	31.46	38.25	30.64	142.90	105.35

11.3	12.2	12.3	12.6	13.1	13.10	13.2	13.3	13.5	13.6	13.7
103.55	<DL	81.35	146.55	15.36	33.25	55.55	<DL	10.58	382.35	9.01

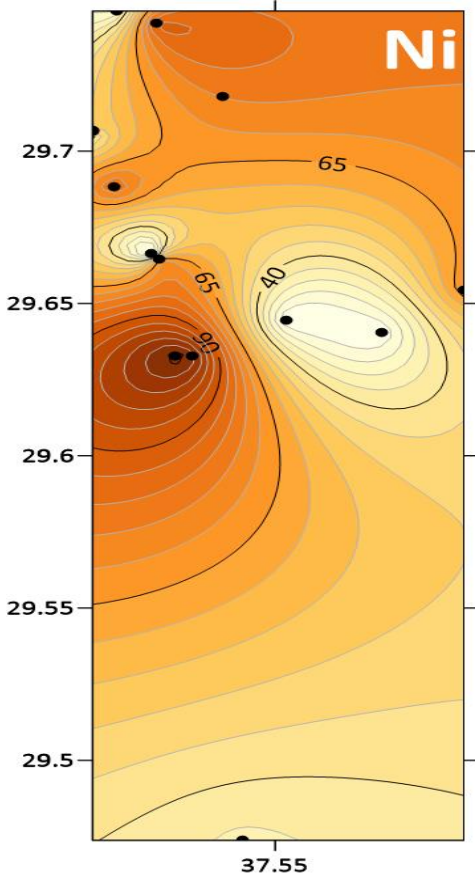
13.8	13.9	14.1	14.2	A1	A2	A3	Referans
<DL	9.55	10.89	9.38	<DL	<DL	<DL	1.03

Tablo 11: ICP-MS Ni Elementi Analiz Sonuçları



Grafik 6: ICP-MS Ni Elementi Analiz Sonuçları

Aşağıdaki harita Salda çevresinde farklı lokalitelerden toplanmış likenlerinin Ni (ppm) değerleri verilmiştir. Çalışma alanındaki Ni element dağılımının görüldüğü haritada, kahverengi olarak görülen yerler kirlilik açısından daha yoğun, açık renkte gözüken yerler ise kirlilik açısından daha az olduğu düşünülmektedir. Koyu renkten açık renge doğru kirlilik miktarı düşmektedir (Grafik 6)(Haritalama 6).



Ni değerleri, Salda merkez köy yol kenarı ormanlık alan içinde en yüksektir. Bölgedeki değerler; *Physcia aipolia* cinsinde ise 382.35 ppm' dir. Salda gölü kuzey kıyısı kayalık alanda en düşüktür. *Hypogymnia physodes* cinsinde ise 5.85 ppm değerinde en düşük miktarda görülmüştür. Ortalama kirlilik değeri ise 50 ppm olarak bulunmuştur. Referans materyal ise 1.03 ppm olarak görülmüştür.

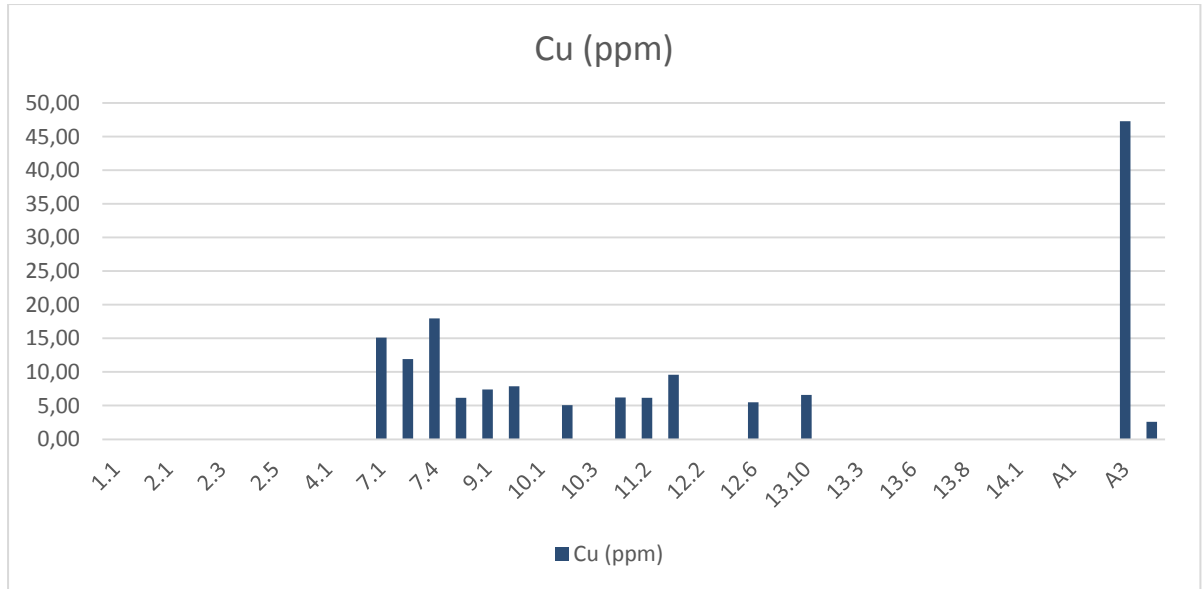
Haritalama 6: ICP-MS Ni Elementi Analiz Sonuçları

6.5.7 Cu Elementi Analiz Sonuçları

Çalışma alanındaki 14 değişik istasyondan alınan örneklerde Cu konsantrasyonları standart hataları ve maksimum minimum değerleriyle birlikte Tablo 12’de verilmektedir. Referans materyali Cu analiz değeri sonucu 2,60 ppm olarak ölçülmüştür. Salda gölü çevresindeki yapılan arazi çalışmalarından alınmış liken örneklerinin analiz sonuçlarını Referans materyali değerine göre karşılaştırdığımızda tüm istasyonlardan alınan örneklerin sınır değerinin çok üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bunlara ek olarak Antarktika örneklerinde ise A3 numaralı örneğin (47.29 ppm) sınır değerinin oldukça üstünde olduğu, A1 ve A2 numaralı örneklerde ise Cu elementine rastlanmamıştır.

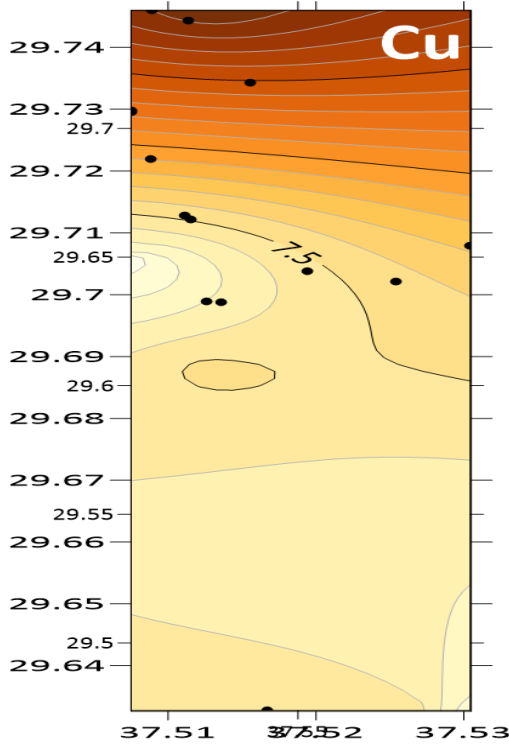
File:	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	4.1	6
Cu (ppm)	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL
7.1	7.3	7.4	8	9.1	9.2	10.1	10.2	10.3	11.1	11.2
15.10	11.93	17.95	6.16	7.42	7.88	<DL	5.09	<DL	6.23	6.18
11.3	12.2	12.3	12.6	13.1	13.10	13.2	13.3	13.5	13.6	13.7
9.62	<DL	<DL	5.50	<DL	6.60	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL
13.8	13.9	14.1	14.2	A1	A2	A3	Referans			
<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	47.29	2.60			

Tablo 12: ICP-MS Cu Elementi Analiz Sonuçları



Grafik 7: ICP-MS Cu Elementi Analiz Sonuçları

Aşağıdaki harita Salda çevresinde farklı lokalitelerden toplanmış likenlerinin Cu (ppm) değerleri verilmiştir. Çalışma alanındaki Cu element dağılımının görüldüğü haritada, kahverengi olarak görülen yerler kirlilik açısından daha yoğun, açık renkte gözüken yerler ise kirlilik açısından daha az olduğu düşünülmektedir. Koyu renkten açık renge doğru kirlilik miktarı düşmektedir (Grafik 7) (Haritalama 7).



Haritalama 7: ICP-MS Cu Elementi Analiz Sonuçları

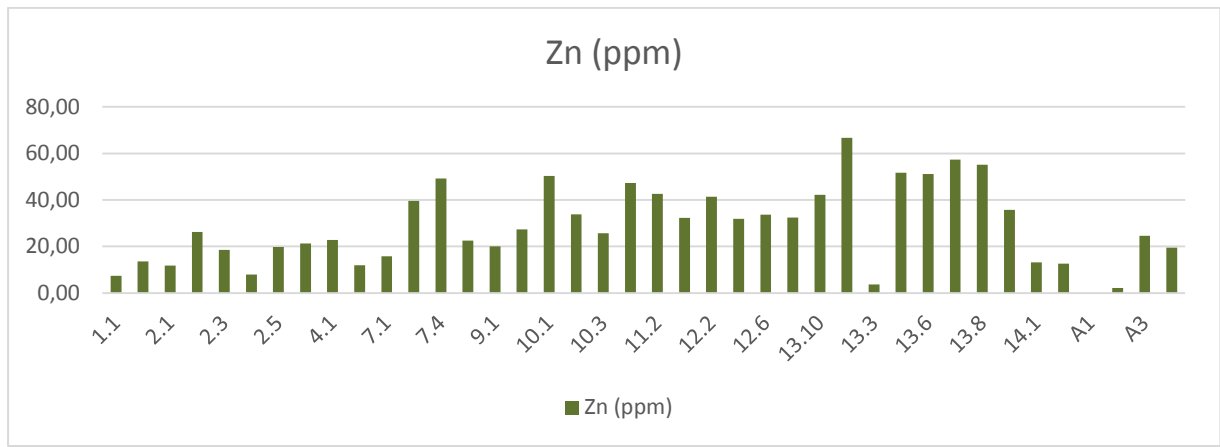
Cu değerleri, Kayadibi köyünde en yüksektir. Bölgedeki değerler; *Physcia aipolia* cinsinde ise 17.95 ppm'dir. Salda gölü kamp alanı arkası ormanlık alanda en düşüktür. *Hypogymnia physodes* cinsinde ise 5.09 ppm değerinde en düşük miktarda görülmüştür. Ortalama kirlilik değeri ise 3 ppm olarak bulunmuştur. Referans materyal ise 2.60 ppm olarak görülmüştür.

6.5.8 Zn Elementi Analiz Sonuçları

Çalışma alanındaki 14 değişik istasyondan alınan örneklerde Zn konsantrasyonları standart hataları ve maksimum minimum değerleriyle birlikte Tablo 13'de verilmektedir. Referans materyali Zn analiz değeri sonucu 19,49 ppm olarak ölçülmüştür. Salda gölü çevresindeki yapılan arazi çalışmalarından alınmış liken örneklerinin analiz sonuçlarını Referans materyali değerine göre karşılaştırdığımızda tüm istasyonlarından alınan örneklerin sınır değerinin oldukça üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bunlara ek olarak Antarktika örneklerinde ise A3 numaralı örneğin (24,54ppm) değeri ile sınır değerinin üstünde olduğu belirlenmiştir. A1 numaralı örnekte ise Zn elementine rastlanmamıştır.

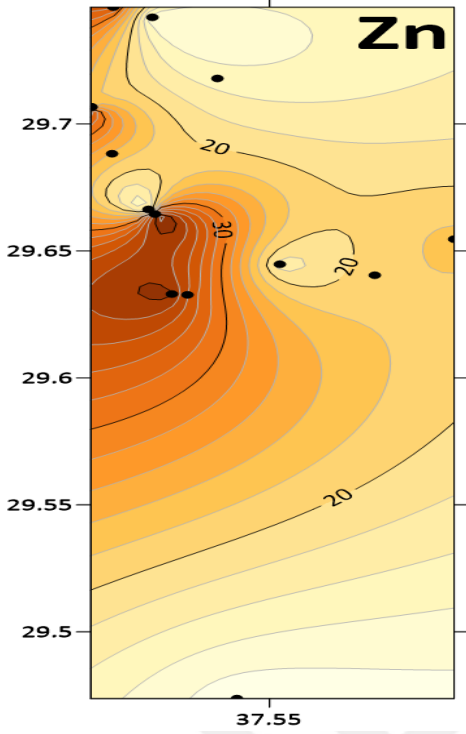
File:	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	4.1	6
Zn (ppm)	7.43	13.55	11.75	26.20	18.51	7.94	19.82	21.30	22.83	11.88
7.1	7.3	7.4	8	9.1	9.2	10.1	10.2	10.3	11.1	11.2
15.75	39.64	49.14	22.54	20.07	27.29	50.24	33.83	25.69	47.34	42.54
11.3	12.2	12.3	12.6	13.1	13.10	13.2	13.3	13.5	13.6	13.7
32.35	41.39	31.81	33.71	32.46	42.14	66.64	3.66	51.69	51.09	57.34
13.8	13.9	14.1	14.2	A1	A2	A3	Referans			
55.09	35.69	13.15	12.64	<DL	2.23	24.54	19.49			

Tablo 13: ICP-MS Zn Elementi Analiz Sonuçları



Grafik 8: ICP-MS Zn Elementi Analiz Sonuçları

Aşağıdaki harita Salda çevresinde farklı lokalitelerden toplanmış likenlerinin Zn (ppm) değerleri verilmiştir. Çalışma alanındaki Zn element dağılımının görüldüğü haritada, kahverengi olarak görülen yerler kirlilik açısından daha yoğun, açık renkte gözüken yerler ise kirlilik açısından daha az olduğu düşünülmektedir. Koyu renkten açık renge doğru kirlilik miktarı düşmektedir (Grafik 8) (Haritalama 8).



Zn değerleri, Salda merkez köy yol kenarı ormanlık alan içinde en yüksektir. Bölgedeki değerler; cinsinde ise 57.34 ppm' dir. Salda merkez köy ormanlık alanında en düşüktür. *Pseudevernia furfuracea* cinsinde ise 3.66 ppm değerinde en düşük miktarda görülmüştür. Ortalama kirlilik değeri ise 30 ppm olarak bulunmuştur. Referans materyal ise 19.49 ppm olarak görülmüştür.

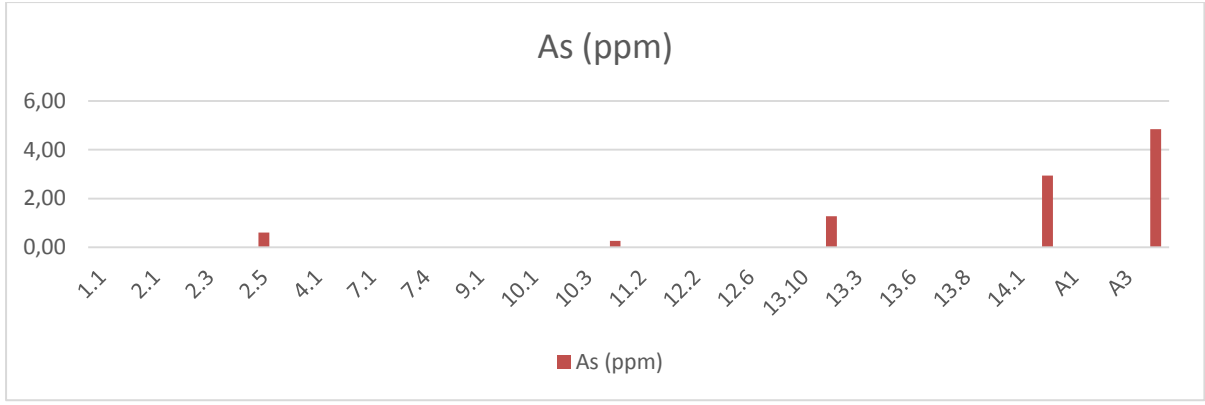
Haritalama 8: ICP-MS Zn Elementi Analiz Sonuçları

6.5.9 As Elementi Analiz Sonuçları

Çalışma alanındaki 14 değişik istasyondan alınan örneklerde As konsantrasyonları standart hataları ve maksimum minimum değerleriyle birlikte Tablo 14'de verilmektedir. Referans materyali As analiz değeri sonucu 4.85 ppm olarak ölçülmüştür. Salda gölü çevresindeki yapılan arazi çalışmalarından alınmış liken örneklerinin analiz sonuçlarını Referans materyali değerine göre karşılaştırdığımızda çoğu istasyondan alınan örneklerde As elementine rastlanmamıştır. 2.5, 11.1, 13.2, 14.2 numaralı örneklerde sınır değerinin altında az miktarda As elementine rastlanmıştır. Bunlara ek olarak Antarktika örneklerinde ise As elementine rastlanmamıştır.

File:	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	4.1	6
As (ppm)	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	0.60	<DL	<DL	<DL
7.1	7.3	7.4	8	9.1	9.2	10.1	10.2	10.3	11.1	11.2
<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	0.26	<DL
11.3	12.2	12.3	12.6	13.1	13.10	13.2	13.3	13.5	13.6	13.7
<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	1.27	<DL	<DL	<DL	<DL
13.8	13.9	14.1	14.2	A1	A2	A3	Referans			
<DL	<DL	<DL	2.94	<DL	<DL	<DL	4.85			

Tablo 14: ICP-MS As Elementi Analiz Sonuçları



Grafik 9: ICP-MS As Elementi Analiz Sonuçları

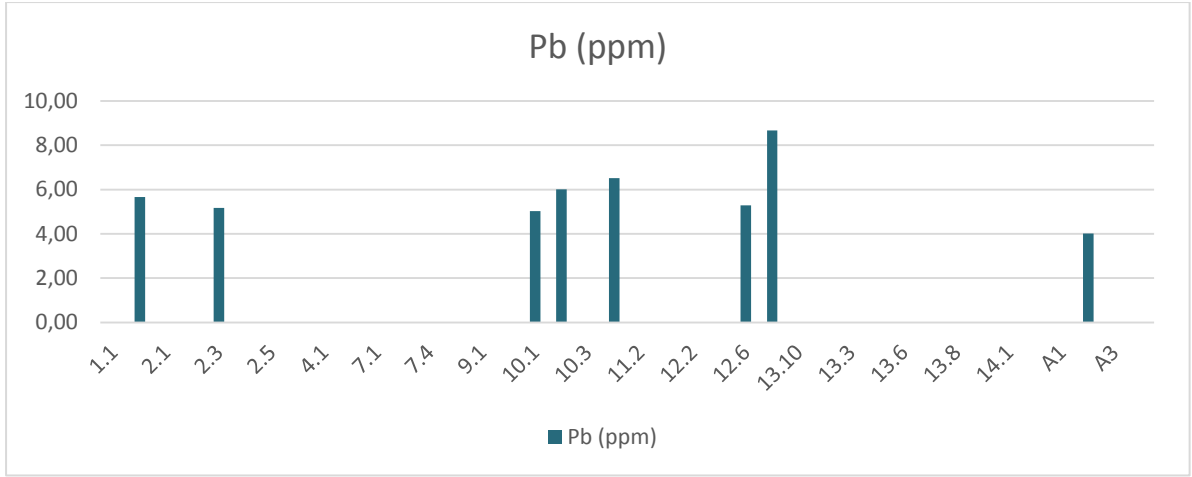
As elementi haritalama için yeterli değerlere sahip olmadığından spss haritalaması yapılamamıştır (Grafik 9). As değerleri, Salda gölü çıkış yolu üzerinde en yüksektir. Bölgedeki değerler; *Ramalina furfurica* cinsinde ise 2.94 ppm' dir. Salda gölü kuzeyi kayalık alanda en düşüktür. *Physcia adscendens* cinsinde ise 0.60 ppm değerinde en düşük miktarda görülmüştür. Ortalama kirlilik değeri ise 1.26 ppm olarak bulunmuştur. Referans materyal ise 4.85 ppm olarak görülmüştür.

6.5.10 Pb Elementi Analiz Sonuçları

Çalışma alanındaki 14 değişik istasyondan alınan örneklerde Pb konsantrasyonları standart hataları ve maksimum minimum değerleriyle birlikte Tablo 15'te verilmektedir. Referans materyali Pb analiz değeri sonucu 4.01 ppm olarak ölçülmüştür. Salda gölü çevresindeki yapılan arazi çalışmalarından alınmış liken örneklerinin analiz sonuçlarını Referans materyali değerine göre karşılaştırdığımızda çoğu istasyondan alınan örneklerde As elementine rastlanmamıştır. 1.2, 2.3, 10.1, 10.2, 11.1, 13.2 ve 13.10 numaralı örneklerde sınır değerinin üstünde Pb elementine rastlanmıştır. Bunlara ek olarak Antarktika örneklerinde ise Pb elementine rastlanmamıştır.

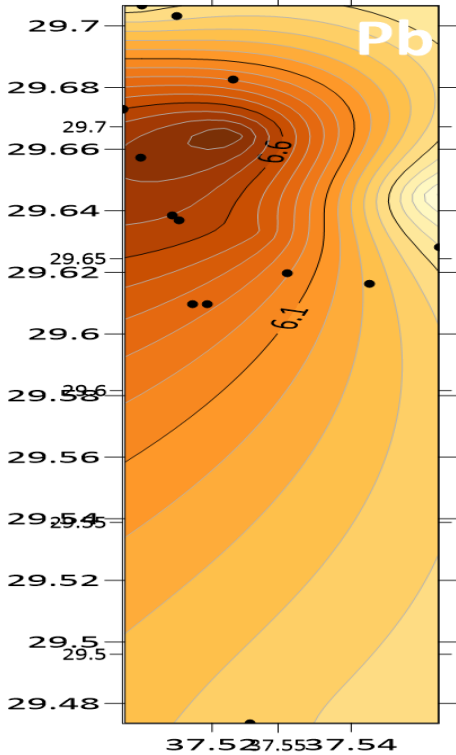
File:	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	4.1	6
Pb (ppm)	<DL	5.66	<DL	<DL	5.17	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL
7.1	7.3	7.4	8	9.1	9.2	10.1	10.2	10.3	11.1	11.2
<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	5.04	6.02	<DL	6.51	<DL
11.3	12.2	13.1	13.10	13.2	13.3	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9
<DL	<DL	<DL	5.29	8.68	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL
14.1	14.2	A1	A2	A3	Referans					
<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	4.01					

Tablo 15: ICP-MS Cr Elementi Analiz Sonuçları



Grafik 10: ICP-MS Cr Elementi Analiz Sonuçları

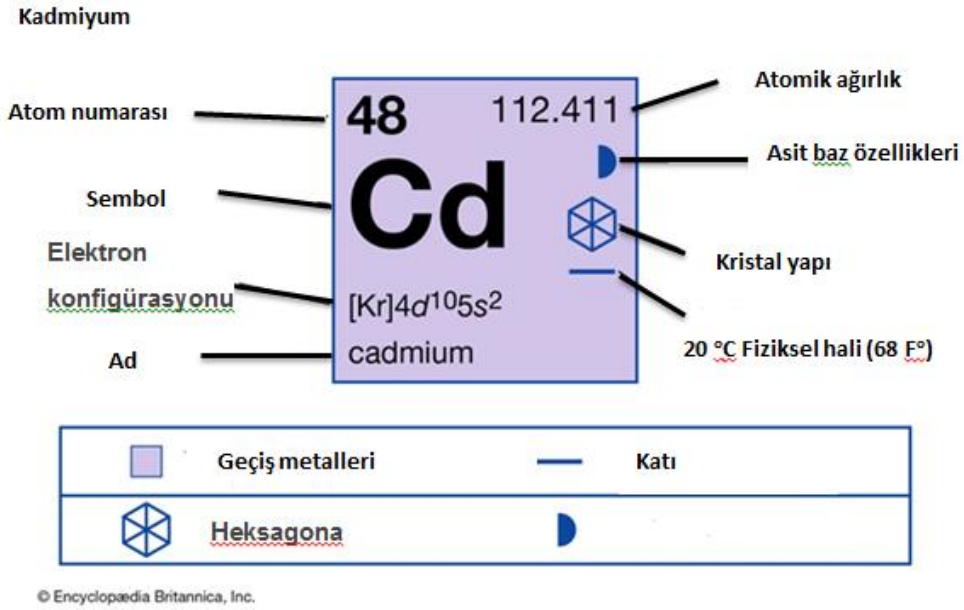
Aşağıdaki harita Salda çevresinde farklı lokalitelerden toplanmış likenlerinin Pb (ppm) değerleri verilmiştir. Çalışma alanındaki Pb element dağılımının görüldüğü haritada, kahverengi olarak görülen yerler kirlilik açısından daha yoğun, açık renkte gözüken yerler ise kirlilik açısından daha az olduğu düşünülmektedir. Koyu renkten açık renge doğru kirlilik miktarı düşmektedir (Grafik 10, Haritalama 9).



Pb değerleri, Salda merkez köy yol kenarı alanı içinde en yüksektir. Bölgedeki değerler; *Physcia aipolia* cinsinde ise 8.68 ppm' dir. Salda gölü kamp alanı arkası ormanlık alanında en düşüktür. *Physcia sp.* cinsinde ise 5.04 ppm değerinde en düşük miktarda görülmüştür. Ortalama kirlilik değeri ise 1 ppm olarak bulunmuştur. Referans materyal ise 4.01 ppm olarak görülmüştür.

Haritalama 9: ICP-MS Pb Elementi Analiz Sonuçları

6.5.11 ICP-MS Cd Elementi Analiz Sonuçları

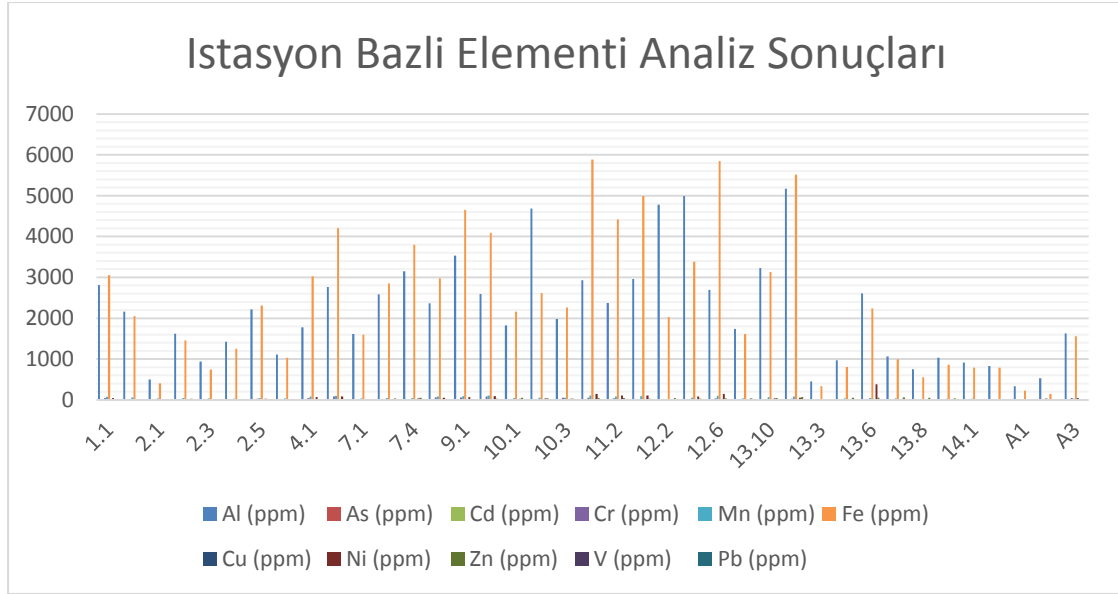


Şekil 16: Kadmiyum Elementi (Cd)

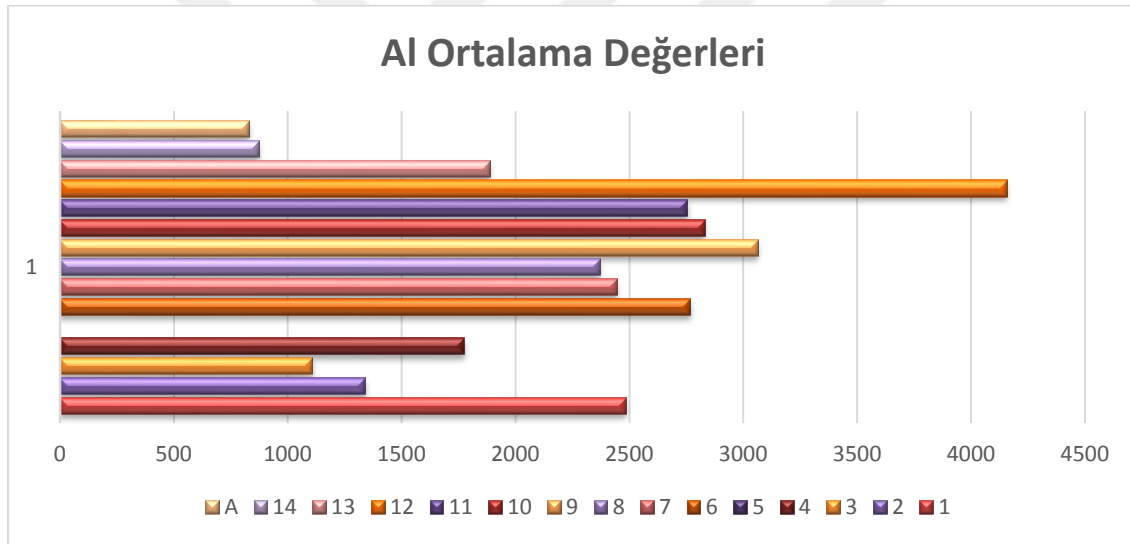
Cd elementi haritalama için yeterli değerlere sahip olmadığından spss haritalaması yapılamamıştır. Referans materyal ve tüm liken örnek analizi sonucunda Kadmiyum elementine rastlanmamıştır.

6.6 İstatiksel Analiz Sonuçları

Aşağıdaki grafikte ise Salda gölü ve çevresi için istasyon bazlı Al, As, Cd, Cr, Mn, Fe, Cu, Ni, Zn, V, Pb (ppm) elementleri ICP-MS sonuçları karşılaştırması yapılmıştır. Grafikte elde edilen verilere göre Salda gölü ve çevresinde tüm istasyonlardan alınan örneklerin analizlerinde Al ve Fe (ppm) elementleri oldukça yüksek olarak bulunmuştur.



Grafik 11: istasyon bazlı element analiz sonuçları

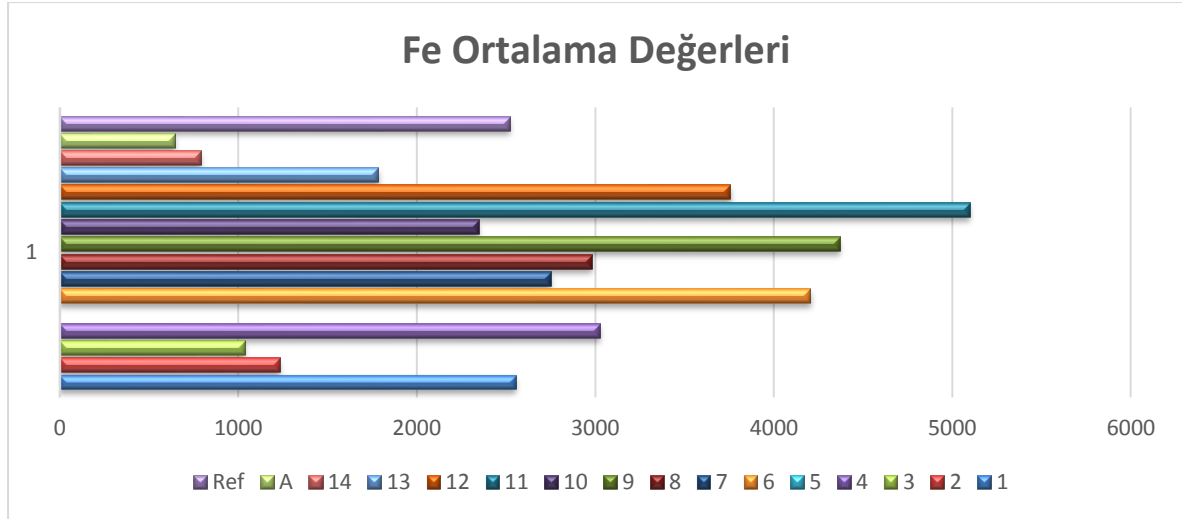


Grafik 12: istasyon bazlı ortalama Al (ppm) element analiz sonuçları

Salda gölü ve çevresinden elde edilen liken örneklerden toplamda 14 farklı istasyondan alınmış olup tüm istasyonlardan alınan örnekler İcp- Ms analizi yapılmıştır. Al elementi için İCP-MS ortalaması alınmış olup sonuçlar Grafik 12’de ki gibi çıkmıştır. Aşağıdan yukarıya doğru istasyonlar 1’den 14’e kadar sıralanmış olup 15.sırada Antartika Al (ppm) değeri, 16. sırada ise Referans materyal değeri bulunmaktadır.

Al (ppm) değeri için istasyon bazlı sıralayacak olursak;

12 > 9 > 10 > 6 > 11 > 1 > 7 > 8 > 13 > 4 > 2 > 3 > 14 > 5 olarak bulunmuştur.

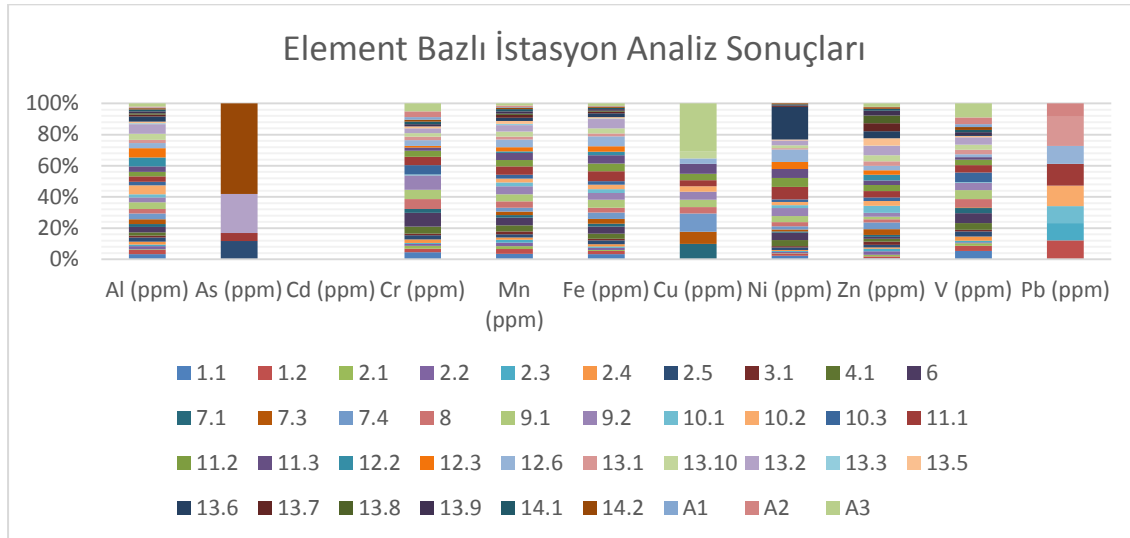


Grafik 13: istasyon bazlı ortalama Fe (ppm) element analiz sonuçları

Salda gölü ve çevresinden elde edilen liken örneklerden toplamda 14 farklı istasyondan alınmış olup tüm istasyonlardan alınan örnekler ICP-MS analizi yapılmıştır. Fe elementi için ICP-MS ortalaması alınmış olup sonuçlar Grafik 13'te ki gibi çıkmıştır. Aşağıdan yukarıya doğru istasyonlar 1'den 14'e kadar sıralanmış olup 15.sırada Antarktika Fe (ppm) değeri, 16. sırada ise Referans materyal değeri bulunmaktadır.

Fe (ppm) değeri için istasyon bazlı sıralayacak olursak;

11 > 9 > 6 > 12 > 4 > 8 > 7 > 1 > 10 > 13 > 2 > 3 > 14 > 5 olarak bulunmuştur.



Grafik 14: Element bazlı istasyon analizi karşılaştırma grafiği

ICP-MS Al Elementi Analizi İstasyon Bazlı Ortalaması

Al	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	A	Ref
Ortalama	2484	1340,2	1108	1776		2768	2445,33	2369	3064,5	2829	2754	4156,7	1888,3	873	830,7	661

Tablo 16: 14 İstasyon için ortalama Al değerleri

Tablo 16' da ve grafik 12'de Salda gölünde farklı lokalitelerde Alüminyum değerinin ortalaması verilmiştir. 1. istasyon likenleri total Al (ppm) ortalama değerleri 2484'dir. 2. istasyon likenlerinin ortalama Al değerleri (ppm) 1340,2'dir. 3. istasyon likenlerinin ortalama Al değerleri (ppm) 1108'dir. 4. istasyon likenlerinin ortalama Al değerleri (ppm) 1776'dir. 5. istasyon likenlerinin analizi yapılmamıştır. 6. istasyon likenlerinin ortalama Al değerleri (ppm) 2768'dir. 7. istasyon likenlerinin ortalama Al değerleri (ppm) 2445,33'tür. 8. istasyon likenlerinin ortalama Al değerleri (ppm) 2369'dur. 9. istasyon likenlerinin ortalama Al değerleri (ppm) 3064,5'dir. 10. istasyon likenlerinin ortalama Al değerleri (ppm) 2829'dur. 11. istasyon likenlerinin ortalama Al değerleri (ppm) 2754'tür. 12. istasyon likenlerinin ortalama Al değerleri (ppm) 4156,7'dir. 13. istasyon likenlerinin ortalama Al değerleri (ppm) 1888,3'tür ve 14. bölgesi likenlerinin ortalama Al değerleri (ppm) 873 arasında değişmektedir. Referans materyalinin değerine bakacak olursak 661 Ppm'dir. Bununla birlikte Tüm lokalitelerde bulunan liken türlerinin Al (ppm) değerlerinin referans materyali değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir.

ICP-MS Fe Elementi Analizi İstasyon Bazlı Ortalaması

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	A	Ref
Fe Ortalama	2554,5	1232,6	1035	3023		4204	2749,7	2980	4369	2346	5098,7	3755,7	1783,1	786,5	642	2520

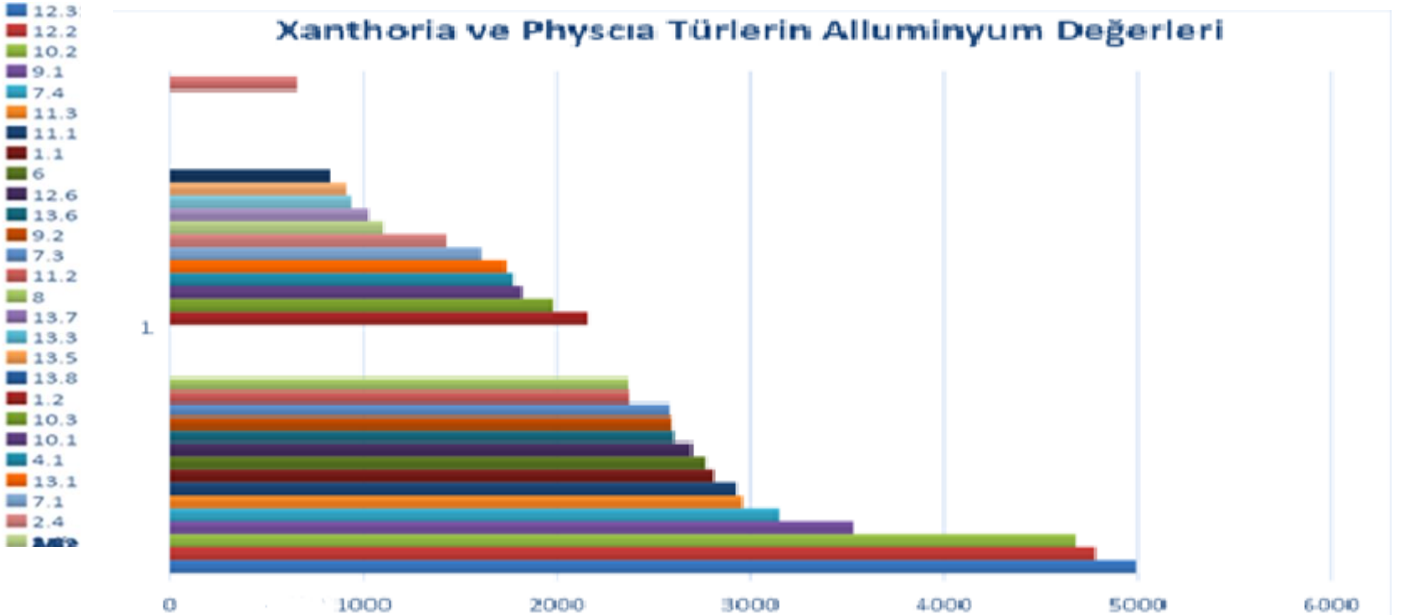
Tablo 17: 14 İstasyon için ortalama Fe değerleri

Tablo 17'de ve Grafik 13'te Salda gölünde farklı lokalitelerde Fe değerinin ortalaması verilmiştir. 1. istasyon likenleri total Fe (ppm) değerleri 2554,5'dir, 2. istasyon likenleri total Fe değerleri (ppm) 1232,6'dır. 3. istasyon likenleri total Fe değerleri (ppm) 1035'dir. 4. istasyon likenleri total Fe değerleri (ppm) 3023'tür. 5. istasyon likenlerinin analizi yapılmamıştır. 6. istasyon likenleri total Fe değerleri (ppm) 4204'tür. 7. istasyon likenleri

total Fe değerleri (ppm) 2749,7'dir. 8. istasyon likenleri total Fe değerleri (ppm) 2980'dir. 9. istasyon likenleri total Fe değerleri (ppm) 4369'dur. 10. istasyon likenleri total Fe değerleri (ppm) 2346'dır. 11. istasyon likenleri total Fe değerleri (ppm) 5098,7'dir. 12. istasyon likenleri total Fe değerleri (ppm) 3755,7'dir. 13. istasyon likenleri total Fe değerleri (ppm) 1783,1 ve 14. istasyon likenleri total Fe değerleri (ppm) 786,5 arasında değişmektedir. Referans materyalinin değerine bakacak olursak sonuç 2520 Ppm'dır. Bununla birlikte Tüm lokalitelerde bulunan liken türlerinin Fe (ppm) değerlerinin referans materyali sonucuna göre en yüksek değer 11 ve en düşük 3. lokalitelerde olduğu görülmektedir.

Xanthoria ve Physcia Türlerinin Al Değerleri Karşılaştırması

Farklı lokalitelerde toplanan *Xanthoria* ve *Physcia* türleri Aluminium değerleri Grafik 15 gibi sonuçlanmıştır. Değerler, Referans materyali analiz sonucu ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. *Xanthoria Parietina* değerleri en yüksek olarak 12. istasyonda 4993 Ppm çıkmaktadır. En düşük değer ise 14. istasyonda 830 Ppm'dır. *Physcia* türü için en yüksek 12. istasyonda 4780 Ppm çıkmaktadır. En düşüğü ise 14.istasyonda 916 Ppm'dır. Referans materyal ise 661 ppm görülmektedir.



Grafik15: *Xanthoria* ve *Physcia* türlerinin Al değerleri

7. TARTIŞMA

Günümüzde çevre kirliliğine neden olan sayısız faaliyet sonucu ekosistemde olumsuz etkiler yaratmakta ve bu etkiler önlenemez boyuta ulaşmaktadır. Kirliliğin sebebi olan sanayi faaliyetleriyle, tarımsal faaliyetlerle, insanlar aracılığıyla, trafikle ve daha birçok doğal ve insan kaynaklı aktivitelerin çevreye uygun olmayan sistemleriyle birlikte kirleticiler doğaya salınmaktadır. Kirleticilere örnek olarak; ağır metaller, SO₂, NO₂, F, volkanik patlama sonucu oluşan tozlar, kimyasalları örnek verebiliriz. Artmış olan dolaylı ağır metaller gün geçtikçe artan oranlarda topraklarımızı tehdit etmektedir. Hareket yeteneği sınırlı olan ağır metaller besin zinciri yoluyla canlılara kadar ulaşmakta ve insan ve bitki yaşamını tehdit etmek ile birlikte canlı sağlığında birçok hastalıklara sebep olmaktadır. Hızlı kentleşme, stresli yaşam, hava kirliliği, sigara veya alkol kullanımı kişilerin sağlığında olumsuz etkilere, solunum ve kalp hastalıklarına yakalanma riskini arttırmaktadır (Frenk 1989).

Ağır metaller yaklaşık olarak yoğunluğu 5 g/cm³'den fazla, atom numarası ise 20'den büyük olan, toksisite ve kirlilik yaratan metaller olarak tanımlanırlar. Kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), krom (Cr), demir (Fe), kobalt (Co), bakır (Cu), nikel (Ni), civa (Hg) ve çinko (Zn) gibi metaller bu gruba dâhildir. Ağır metaller, doğada kendiliğinden var olan, dış müdahaleler ile oluşturulabilir ya da yok edilebilir olmamaları özellikleri ile birlikte diğer toksik elementlerden ayrılırlar. Bu yüzden toprakta, su kaynaklarında ve deniz suyunda birikmeye eğilimlidirler. Ağır metaller çevre kirliliğinde büyük öneme sahiptir (Özay 2003).

Son yıllarda likenlerin elementlere karşı hassasiyeti konusunda birçok çalışma yapılmış ve yapılan çalışmalarda; siyanobakteri (mavi yeşil alg) içeren likenlerin Zn, Cd ve Cu gibi elementlerine karşı yeşil alg içeren likenlere göre daha duyarlı oldukları belirtilmiştir. Bu duyarlılıkların sebebi olarak ise içindeki alglerin sahip oldukları hücre duvarları ve fotosentetik tilakoidlerin etrafındaki membran sistemlerindeki farklılıklar olarak gösterilmiştir (Brown 1983).

Burdur İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporuna göre; Burdur ili içerisinde en büyük çevre kirlilik problemi olarak atıklar 1. öncelikli en büyük sorun olduğu vurgulanmıştır. İl de madencilik faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların bertarafında ciddi sıkıntılar yaşandığı işletmelerin bu atıkları direkt olarak doğaya bırakması ile orman ve tarım arazilerine verilen zararı göz önüne sunmuştur (Çşb 2018).

Bu çalışmada Salda Gölü ve çevresindeki hava kirliliğini izlemek amacıyla bölgede 14 farklı istasyondan biyomonitör likenler toplanıp analiz için kullanılmıştır. Kirliliğe orta derecede

duyarlı olan çeşitli türler analiz için kullanılmıştır. Analiz için ICP-MS analizi yöntemi kullanılarak bölgedeki kirlilik miktarı (ppm) hakkında bazı sonuçlar elde edilmiştir. ICP-MS analizi yapılarak kirlilik miktarı (ppm) hakkında bazı sonuçlar elde edilmiştir. Çalışma bölgesinden toplanan likenler referans değer ile kıyaslandığında tüm lokalitelerin kirlilik miktarları çoktan aza doğru sıralanacak olursa;

Al (ppm) değeri için istasyon bazlı sıralayacak olursak;

12 > 9 > 10 > 6 > 11 > 1 > 7 > 8 > 13 > 4 > 2 > 3 > 14 > 5 olarak bulunmuştur.

Fe (ppm) değeri için istasyon bazlı sıralayacak olursak;

11 > 9 > 6 > 12 > 4 > 8 > 7 > 1 > 10 > 13 > 2 > 3 > 14 > 5 olarak bulunmuştur.

Al ve Fe değerleri istasyon bazlı ortalama değerleri sıralamasını karşılaştırdığımızda istasyonların kirlilik derecesinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışma bölgesindeki likenlerin Uluslararası Atom Enerjisi Kuruluşu'ndan (International Atomic Energy Agency) alınan referans liken maddesine (IEAA-336) göre Al, Fe, Ni, Zn, Mn, V, Cr, Cu Ni elementleri birikimi sınır değerinin oldukça üstünde bulunduğu, Salda gölü çevresinden çoğu istasyonlarda alınan örneklerde sonuçların oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

Son yıllarda bölgede toprak ve hava kirliliğine sebep olan başlıca faaliyetler; tarımsal faaliyetler, pestisit kullanımı, madencilik, endüstriyel üretim, sanayi, olarak değerlendirilmektedir. 2019 yılında Orman Bakanlığının yürütmüş olduğu rapora göre Burdur ilinde organik tarım alanı oranının (%0,4) oldukça düşük olduğu görülmektedir (T.C.Orman Bakanlığı raporu 2019). Ayrıca bu çalışma raporu Burdur ilinde yapılmış olan güncel Hava Kalitesi PM10, SO₂ ölçüm sonuçlarını da içermektedir. 2018 yılına ait hava kalitesi sonuçları incelendiğinde ise; PM10, SO₂ parametreleri açısından değerler sınır değerinin üzerine çıkmış olduğu günler tespit edilmiştir (T.C. Orman Bakanlığı raporu 2019). Bu kirliliklere sebep olarak Kükürt dioksit (SO₂) yaklaşık % 90'ı kış aylarında kullanılan fosil yakıtların yakılması, %10'u ise motorlu araç yakıtları ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Bunlara ek olarak; nüfus yoğunluğu, turistik faaliyetler, topoğrafik yapı, bölgeye yapılıyor olan turistik yapı çalışmaları ve meteorolojik şartlar da hava kirliliğinin artmasında etkili olabilmektedir (ÇŞB 2018).

Alüminyum diğer elementlerle; bakır, çinko, magnezyum ve mangan gibi elementlerle alaşımlar yapmaktadır. Yapmış olduğu bu alaşımlar; hava taşıtlarında, endüstrilerde, kara

taşıtlarında, kamyonlarda ve inşaat yapı malzemesi olarak kapı ve pencerelerin yapısında kullanılmaktadır (Burtis 2008). İnsan sağlığı üzerinde alüminyumun bugüne kadar belirlenen en önemli etkisi sinir sistemi üzerinedir. Son yıllarda alüminyumun, nörotoksik madde olduğunu gösteren deneysel çalışmalar yapılmıştır. 1897’de Almanya’da 1897’de yapılmış olan çalışmalarda araştırmacılar Al’ un hayvanlarda patolojik reaksiyonunu araştırmışlardır. Devamında ise Al’un bir nörotoksin olduğu saptamıştır. 1965 yılında ise yapılan tavşan deneyleri, alüminyum ile Alzheimer demansı (AD) arasında ilişki olabileceğini düşündürmüştür (Klatzo 1965).

Günlük yaşantımızda dahi birçok alanda karşılaşılabileceğimiz alüminyumun insan vücudunda oluşturduğu sistematik rahatsızlıklar; gastrointestinal hastalıklar, hematolojik problemler, iskelet sistemine ve sinir sistemine etkiler şeklinde sıralanabilir (Yurdakök 2008; Onur 1997).

Demir yer kabuğunda en fazla bulunan elementler içerisinde dördüncü sıradadır. Bitkiler içerisinde klorofilin oluşumu için gerekli olup bitki tarafından depolanabilir. Bitki içerisinde demir eksikliği görüldüğünde klorofil iyi oluşamaz ve bitkilerde kloroz hastalığı oluşur. Demir eksikliğiyle oluşan bu hastalık genç yapraklarda daha belirgin olup yaprakları açık sarı renge dönüştürür (Özkan 2009).

Yapılan bu çalışma sonucunda bölgeden alınan tüm örneklerde Fe elementinin fazla görülmesi sebeplerinden ilki bölgedeki maden ocaklarının ve işletmelerinin fazlalığı bu işletmelerin uygun koşullar altında üretim yapılmaması, işletmelerin doğayı ikinci plana atmaları olarak verilebilir. Diğer sebep ise liken içinde simbiyot yaşam sürdüren alglerden kaynaklıyor olabilmesidir çünkü Alg Fotosentez yapmak için klorofil oluşturması gerekmektedir.

Kadmiyum (Cd) atom numarası 48 olan gümüş rengi, kanserojen toksik bir metaldir. Birçok alanda kullanımı mevcut olup; enerji, pil üretimi ve fosforlu gübre endüstrisinde kullanılmaktadır. Bu faaliyetler ile birlikte birçok farklı yollarla toprağa karışarak toprakta kirlilik yaratmakta, bitki, hayvan gelişimini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca fosil yakıtlarının yakılması ile birlikte atmosfere salınımı mevcuttur (Schroeder 1974). Kadmiyum doğada oldukça az bulunan bir elementtir. Kadmiyumun topraktaki tolere edilebilir limiti 0,2 mg kg⁻¹’ dir (Alloway 1995; Alloway BJ 1995).

Bölgeden alınan örneklerin çoğunda As elementine rastlanmamıştır. 2.5, 11.1, 13.2, 14.2 numaralı örneklerde sınır değerinin altında az miktarda As elementine rastlanmıştır. Referans materyali As analiz değeri sonucu 4.85 ppm olarak ölçülmüştür örneklerimizde ise

bu değer 0.26 ile 2.94 ppm arasındadır. Likenlerde As elementinin değerinin var olması ve bunun giderek artıyor olması bölgedeki kirliliğin ciddi boyutunu gözler önüne sermektedir. 2017’de bölge civarında içme sularında, yer altı sularında ve gl sularında Varol ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada gl suyu ve kaynak suyunda As miktarı içme suyu standartları tarafından belirlenen sınır değerinden fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Varol 2017).

Arsenik kirliliğinin kaynağı olarak, arsenik içeren tarımsal ilaçların kullanılması, madencilik, demir-dışı metallerin eritilmesi, endüstriyel kaynaklar ve fosil yakıtların yanması olarak verilebilir. Arseniğin hava, su ve toprağa yayılarak evre kirliliğine sebep olmaktadır (WHO 2006).

Düşük dozdaki arseniğin bile ciddi boyutta hasarlara, kronik rahatsızlıklara, deride yaralara, cilt kanserine sebep olduğu, yüksek konsantrasyonu 0.01 mg/l’nin üzerinde olan arsenikli sular ise ani ölümlere sebep olmaktadır (Sargın 2010).

Krom, eliğin sertleştirilmesinde, çeşitli alaşımların üretiminde, paslanmaz elik üretiminde, tekstil boyası olarak derinin boyanmasında, soğutma sistemlerinde, otomobil parçalarında kullanılır (Yavuz 2010). Sağlık Bakanlığı’nın 2005 yılında yayınlamış olduğu tüketim amaçlı yönetmeliği’ne içme suyundaki izin verilen krom konsantrasyonu sınır değeri maksimum 50 µg/L olduğu açıklanmıştır. Cr bileşikleri ekosistemde toprak ve su kirliliğine sebep olmaktadır. Krom; toprakta bulunan mikroorganizmalar (Bakteriler ve mantarlar) için olduğu kadar, su ekosistemlerindeki canlılar için de öldürücü etkiye sahiptir.

Salda Gölü ve çevresi huntit (kalsiyum magnezyum karbonat minerali) minerali yatağı olmasından kaynaklı gl ve çevresi maden ruhsatları ile kapatılmıştır. Niyazlar köyünde ve Dden köyünde bulunan krom madeni açık işletmeleri çevreye bıraktıkları binlerce tonluk atıklarıyla kirlilik yaratmış ve bölge halkının şikyetlerine sebep olmuştur. Maden ocaklarından atılıp çevrede toplanan atık sulardaki ağır metal oranları yönetmeliklerdeki limitin üzerinde olması durumunda ağır metallerin yer altı suyunda yaratacağı toksik etki göz ardı edilmemeli. Ve bölgede yaşayan halkın yetiştirdiği sebze, meyve ve tarım ürünleri bu ağır metalleri içerisinde biriktirebilir ve sağlığı açısından ciddi tehlikeler oluşabilir. (Celal Güzelyürek imzalı Raporun içeriği için bakınız: URL-2).

Analiz sonuçlarına göre araziden alınmış liken örneklerini Krom elementi için Referans materyali değerine göre karşılaştırdığımızda 6, 8, 9, 10 ve 11. İstasyonlarından alınan örneklerden; 6, 8, 9.1, 9.2, 10.3, 11.1 numaralı örneklerin sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir Bu değer aralığı 4.93 ile 84.58 ppm arasındadır.

Bölgedeki toprak, su ve likenlerdeki krom düzeyinin yüksek olması çevredeki Krom madeni işletmelerinin doğaya bıraktıkları atıklar ile sağlandığı, TMMOB 2019 Salda Gölü Raporuna göre ise Değirmendere Barajı krom madeni işletmelerinden taşınan materyal ile oldukça dolduğu için su depolama kapasitesinin azaldığı, fazla suyun dere yatağına bırakıldığı ve bu kirli suyun Salda gölünün suyunu dahi kirlettiği bildirilmiştir (TMMOB 2019).

Bakır; madeni para üretiminde, silah yapımında, elektrik, elektronik sanayide kullanılır. Volkanik patlamalar sonucu ve meteorolojik faaliyetler sonucunda hava ve suda bulunur. İstanbul Anadolu Yakası'nda karayosunu ve liken örneklerinde ağır metal birikimleri ile ilgili yapılan ilk biyoizleme çalışması İçel ve Çobanoğlu (2009) tarafından yapılmış olup, Kınalıada bölgesindeki Cu elementi 24.504 (µg/g) görülmüştür (İçel 2009). Kınalıada bölgesinde Cu elementi 11 (µg/g) olarak gözlenmiştir (Garty 2001).

Arsenik, solunduğunda güçlü bir karsinojen kanser yapıcı etkiye sahiptir. Arsenik; tarım alanında böcek öldürücü ilaç, mermi ve silah üretiminde kullanılmaktadır. Yüksek miktarda maruz kalındığında bağırsaklar ve karaciğerde tahribat oluşturur. Dünya Sağlık Örgütü'nün 1993 yılında yapmış olduğu çalışmalar sonucunda içme suyunda izin verilen maksimum arsenik konsantrasyonunu 10µg/l olarak belirlemiştir (Who 1993).

Atmosferdeki en önemli ağır metal kirletici olan kurşun fosil yakıtların yanması sonucunda atmosfere verilir. En önemli kaynağı kurşunlu benzindir, ayrıca kömür yakılan her türlü endüstriden doğaya salınmaktadır. İnsan sağlığı üzerinden bakılacak olunursa kurşun en çok kemiklerde, kıl, saç folikülleri, diş, beyin, sinir sistemi, çizgili kaslar, karaciğer ve böbrekte birikir. WHO'nun belirtmiş olduğu standart Pb değeri, AB'de 10 µg / l'dir (Who 2008).

Nikel, paslanmaz çelik üretim tesislerinde ve metal alaşımlarının hazırlanmasında kullanılır. Kömür yakıtların yan ürünü olarak endüstriden ve araçların egzozlarından da atmosfere salınır. Bitkiler için Ni yüksek oranda ise toksik olabilir. İnsan sağlığı açısından Ni Solunum sistemi kanserlerine sebep olur. Bir adet sigara 1-3 µg Ni içerir. Dünya sağlık örgütünün (WHO) belirlemiş olduğu Ni limiti 30 ppb'dir. Yüksek dozda Nikele maruz kalındığında fatal sonuçlara sebep olabilir (WHO 1993).

Ülkemizde likenlerle yapılmış olan benzer kirlilik çalışmaları yapılmıştır. Bunlardan biri Yenisoay- Karakas & Tuncel (2004)'te Ege Bölgesi'nde yapmış oldukları *Xanthoria parietina* liken türü için ağır metal birikim miktarlarının belirlemiş oldukları çalışmadır. Toplamış oldukları 234 *Xanthoria parietina* örneği içerisinde 35 elementi (Al, As, Au, Ba, Br, Cd, Ca, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, Hg, K, La, Lu, Mg, Mn, Na, Nd, Rb, Sb, Sc, Se,

Sm, Th, Ti, V, Yb, Zn, Pb, Ni, Cu) analiz etmişlerdir. Yapmış oldukları bu çalışma sonucunda bölgelerdeki demir, çelik fabrikaları sebebi ile element konsantrasyonları yüksek olduğu belirlenmiştir (Yenisoy-Karakas & Tuncel, 2004).

2007'de Kocaeli'de Doğrul, A., Akyol, N. H., Yolcubal, İ. & Çobanoğlu, G. yapmış oldukları benzer çalışmada, bakır, çinko, kurşun, molibden ve kadmiyum kirliliğini tespit edilmişlerdir. Yapmış oldukları bu çalışmada kirliliğin nedenini Kocaeli'nde metal, boya, kimya sanayinin gelişmiş olması ve şehirde yoğun bir atmosferik metal çökelinin olmasına bağlanmıştır (Doğrul ve ark 2007).

Bölgenin göl ekosisteminin olması artan turistik faaliyetler ile birlikte verimli toprak arazilerini bulunması, aynı zamanda ulaşımın kolay olması bölgeyi cazip hale getirmektedir. Ayrıca var olan taş, mermer üretim tesisleri, tarımsal ilaç atıkları, üretim tesisleri, fosil yakıtlarının tüketimi bölgedeki kirliliğin artmasına sebep olmuştur. Bu çalışma ile birlikte bölgedeki kirliliğin göz ardı edilemeyecek kadar önemli olduğu, biyoçeşitliliği tahrip etmeden bölgede doğa turizmi yapılabilmesi, daha çevreci sistemlerin oluşturulması ile bölgenin geleceğini korumak adına önlemler alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

8. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında Salda gölü ve çevresindeki liken çeşitliliğini belirlemeyi ve aynı zamanda göl çevresindeki hava kalitesinin biyomonitör likenlerle izlenmesi (biyoizleme) yapılmıştır. Bölgedeki kirliliğin toksik olabilecek kadar yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Salda gölü çevresindeki 14 farklı istasyondan toplanan likenlerden ağır metal analizi sonuçlarında Uluslararası Atom Enerjisi Kuruluşu'ndan (International Atomic Energy Agency) alınan referans liken maddesine (IEAA-336) göre Al, Fe, Ni, Zn, Mn, V, Cr, Cu elementleri birikimi sınır değerinin oldukça üstünde bulunduğu, Ni elementi referans materyalinde oldukça düşük olmasına karşın Salda gölü çevresinden çoğu istasyonlarda alınan örneklerde sonuçların oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

As elementi referans materyalinde oldukça yüksek olmasına karşın Salda gölü çevresinden alınan örneklerde referans değerinin altında ölçülmüştür. Ayrıca referans materyalinde ve istasyonlardan alınan örneklerde Cd elementine rastlanmamıştır.

Çalışmamıza ek olarak güvenilirliği artırması ve kirliliğin Dünya çapında yüksek olduğunu gösterebilmek için Antarktika'dan toplanmış liken örneklerinde ise Al, Cr, V, Mn, Ni, Fe, Cu, Zn, As, Pb elementlerine rastlanmış ve özellikle Al ve Fe değerlerinin sınırın oldukça üstünde olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kanserojen olarak bilinen element olan Cd elementine rastlanmamıştır. Antarktika liken örnekleri İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden Prof. Dr. NURGÜL BALCI'nın projesi kapsamında temin edilmiştir.

Yapılan arazi çalışması sırasında çoğunlukla *Physcia* veya *Xanthoria* cinslerinin çoğu istasyonda geliştiği görülmüş. Bölge yapısal olarak kayalık araziden oluştuğu için epifitik liken örnekleri bulmak zor olmak ile beraber oldukça azdır. Çalışma içerisinde türkiye için yeni kayıt sayılabilecek bir tür bulunamamıştır. Analiz için toplanan örneklerde; *Xanthoria Parietina*, *Physcia adscendens*, *Hypogymnia physodes*, *Myriolecis hagenii* (*Lecanora hagenii*), *Pseudevernia furfuracea*, *Physciaaipolia*, *Ramalina farinacea.*, *Physcia tenella* türlerine rastlanmıştır.

Arazinin liken çeşitliliğini belirlemek amacıyla toplanmış olan silisli taş örnekleri üzerindeki belirlenmiş olan liken türleri; *Xanthoparmelia pulla*, *Lecanora muralis*, *Lecidella stigmatea*, *Lobothallia alphoplaca*, *Lecanora dispersa*, *Candelariella aurella*, *Aspicilia hoffmanniana*, *Blastenia crenularia*, *Aspicilia cinerea*, *Rhizocarpon geographicum*, *Aspicilia contorta*, *Xanthoparmelia tinctina*, *Xantoria elegans*, *Xanthoparmelia conspersa*, *Aspicilia cinerea*, *Caloplaca crenulatella* olarak tespit edilmiştir.

9. ÖNERİ

Tezimin çalışma alanı olarak belirlediğimiz Salda Gölü 1. Derecede Doğal Sit Alanı ve Dünya'da ender özellikler taşıyan, toprağının Mars topraklarına benzerliği ile üzerinde sayısız araştırmalar yapılan, ülkemizde var olan doğal bir müze konumunda olan son derece önemli yerlerden biridir (Kesici 2018; Balcı 2018).

Bu eşsiz göl ve çevresi başlıca; küresel ısınma, kuraklık riski, bilinçsiz tarım, madencilik faaliyetleri, atıklar, taş ocakları, kirlenme, turizm faaliyetleri, yeni yapılacak olan turistik faaliyetler ve inşaat çalışmaları gibi tehditlerle karşı karşıyadır.

Özetle; göl ve çevresinde insan faaliyetleri sonucunda oluşan son derece önemli çevre sorunları görülmektedir. Salda Gölü ve tabiat parkı kapalı bir havzada bulunan eşsiz bir

doğal mirastır, bu mirasın varlığını sürdürülebilmesi için kamuoyunun bilinçlendirilmesi, bölge halkının daha bilinçli yaşaması ve yetkililerin almış olduğu kararların gölü koruma öncelikli olması gerekmektedir.

10. Bilgilendirme

‘Salda gölü (Burdur) çevresindeki liken çeşitliliğinin belirlenmesi ve biyoindikatör türlerle hava kalitesinin izlenmesi’ başlıklı tez çalışmasında Marmara Üniversitesi Babko biriminden ‘SALDA FEN-CYLP-130219-0034’ numaralı projeden destek alınarak gerçekleştirilmiştir.

11. KAYNAKLAR/ REFERENCES

1. Ahmet Sarıtaş 2006 Burdur İli Mermer Sektörünün Kurumsal Ve Ekonomik Yapısı Yüksek Lisans Tezi Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
2. Ak, H. 2006, İstanbul İlinde Partikül Madde Değerlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
3. Akataurl I, 2020, Eklediğim Paragraf Tohumuz Bitkileri, Likenlerin Ekolojisi.
4. Akgül H. E. 2013, Karacaören Baraj Gölü (Burdur, Isparta) Çevresindeki Likenler Ve Likenikol Funguslar, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
5. Altuner, Y., Uzuner, K., Uyar, R., " Endotelin Kemik İliği Hücrelerinde Mitotik Etki" Türk. Fizyolojik Bilimler Derneği 22. Ulusal Kongresi, Bursa. 1996
6. Apaydın A., 2005, Sanayiden Kaynaklanan Toprak Kirliliğinin Araştırılması: Samsun-Tekkeköy Bölges, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 4-6.
7. Atayeter, Y., 2005, "Burdur Şehrinde Hava Kirliliği Üzerine Bir Değerlendirme.", 1. Burdur Sempozyumu, 16-19 Kasım, Burdur.
8. Balcı N., Demirel C., Kurt M. 2018 Salda Gölünün Jeomikrobiyolojisi Ve Güncel Stromatolit Oluşumunda Mikrobiyal Etkiler, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama Ve Araştırma Merkezi Bülteni, Yerbilimleri, , 39 (1), 19-40
9. Başar P., Okyay, P., Ergin F., Coşan, S., Yıldız, A., 2005 “Aydın İli Kentmerkezinde Hava Kirliliği 1997-2004”, Adü Tıp Fakültesi Dergisi 6(3) 11, 15.
10. Bayraktar E. 2010 Balıkesirde Partikül Madde Kirliliğinin Kardiyoresperatuar Mortalite Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
11. Brodo, I. M. 2001 "Vezdaea Acicularis, An Addition To The North American Lichen Flora." Bryologist 104(2): 297-298.
12. Brown, D.H., Beckett, R.P, 1983, "Differential Sensitivity Of Lichens To Heavy Metals" Annals Of Botany,(52), 51-57.

13. Brunekreef, B., Van Bree, L., 2004 Air Pollution And The Risk To Human Health, Air Net A Thematic Network On Air Pollution And Health,
14. Burdur İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu.
15. Burdur İli Raporu 1996 Burdur İli 2016 Yılı Çevre Durumraporu Hazırlayan; Burdur Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü Burdur-2017
16. Burdur İli Raporu Bölgesel Gelişme Ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü Eylül 1996.
17. Burdur İli Raporu Bölgesel Gelişme Ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü Eylül, 1996.
18. Burtis, C. A.: Ashwood, R. E. Bruns, D.E. 2008. Fundamentals Of Clinical Chemistry”, 6th Edition.
19. Cadmium. In Bj Alloway (Ed.). Heavy Metals In Soils. Blackie, London.
20. Çalışkan D, 2010, Yenilikçi Oluşumlarda Sosyal Sermayenin Rolü Ve Burdur İli Üzerine Bir Araştırma Yüksek Lisans Tezi Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.
21. Cislaghi C.& Nimis Lichens, 1997 Air Pollution And Lung Cancer. Nature 387:463-464
22. Clarke, J.D. And Stocker, C.R., 2013 Searching for stromatolites: The 3.4 Ga Strelley Pool Formation (Pilbara Region, Western Australia) As A Mars Analogue”, Icarus, Vol. 224, , Pp. 413-423.
23. Çobanoğlu G, 2015, The Use Of Lichens For Biomonitoring Of Atmospheric Pollution.
24. Corrêa, S. M., & Arbillab, G. 2006, Aromatic Hydrocarbons Emissions In Diesel And Biodiesel Exhaust. Atmospheric Environment, 40, 6821–6826.
25. Çşb, 2018 Yılı Burdur İl Çevre Durum Raporu. Burdur: Burdur İl Çevres Ve Şehircilik Müdürlüğü
26. Dağdeviren Ğ. 2007 Çorlu Ve Civarındaki Topraklarda Ağır Metal Konsantrasyonunun Belirlenmesi Ve Sonuçların Yapay Sinir Ağları İle Değerlendirilmesi. T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Edirne.
27. Doğrul, A., Akyol, N. H., Yolcubal, İ. & Çobanoğlu, G. 2007. Kocaeli İli Çevresinde Atmosferik Ağır Metal Çökelinin Karayosunu Ve Liken Analizi Yöntemiyle Belirlenmesi, 60. Türkiye Jeoloji Kurultayı, (16-22 Nisan 2007) Bildirileri, Ankara.
28. Eea, Air Quality In Europe-2016 Report, Eea Report No 28/2016, 2016.
29. Esen S, 2016, Tekirdağ İlinde, Yeraltı Sularının Kirlenmesine Ve Hava Kirliliğine Sebep Olabilecek Pestisitlerin Biyolojik İzlenebilirliği.
30. Filiz E. Doğal, 2017, Kaynaklardan Elde Edilen Adsorbanlarla Sulardan Ağır Metal Giderimi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
31. Freitas, M. C, Catarino, F. M., Branquinho, C, Maguas, C, 1993 Preparation Of A Lichen Reference Material, J. Radioanal. Nucl. Chem. 169 47-55.
32. Frenk, J., Bobadilla, J. L., Sepúlveda, J. A. I. M. E., & Cervantes, M. L. (1989). Health Transition In Middle-Income Countries: New Challenges For Health Care. Health Policy And Planning, 4(1), 29-39.
33. Garty J. 2001. Biomonitoring Atmospheric Heavy Metals With Lichens: Theory And Application. Critical Reviews In Plant Sciences, 20(4): 309-371.

34. Godish T, 2004, Air Quality 4 Edition, Lewis Publishers, A Crc Press Company, P 32-185.
35. Güner Hüseyin, 1986. Likenlerin Biyolojisi Ve Ege Bölgesinde Bulunan Bazı Türleri, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kitaplar Serisi No: 92, İzmir. 7-8.
36. Güngör A. & Sevindir 2013 Isparta İlindeki Atmosferde Bulunan Kükürt Dioksit (So₂) Ve Partikül Madde (Pm) Konsantrasyonunun Çoklu Doğrusal Regresyon Yöntemi İle Modellenmesi Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 17(1), 95-108,
37. Hauck, M., Jurgens, S., Brinkmann, M.& Herminghaus, S. 2008. Surface Hydrophobicity Causes So₂ Tolerance İn Lichens, Annals Of Botany 101 (4), 531–539.
38. İçel Y., Çobanoğlu G. 2009. Biomonitoring Of Atmospheric Heavy Metal Pollution Using Lichens And Mosses In The City Of Istanbul, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin 18(11): 2066–2071.
39. Kafadar, F., Saygıdeğer, S. 2010, Gaziantep İlinde Organize Sanayi Bölgesi Atık Suları İle Sulanan Bazı Tarım Bitkilerinde Kurşun (Pb) Miktarlarının Belirlenmesi, Gaziantep Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 27310. Ekoloji 19, 75, 41-48, Gaziantep.
40. Karaçağıl D., 2013, İstanbul’da Belirlenmiş Sahil Şeritlerinde Toprak Kalitesi Ve Ağır Metal Kirliliği, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 4-8-11-12.
41. Kâmil Karamanoğlu 1971 Ankara Ecz. Fak. Mec. Türkiye'nin Önemli Liken Türleri
42. Keçebaş A., Gedik E., Kayfeci M, 2010, International Combustio Symposium, Sarajevo, Bosnia And Herzegovina.(Fosil Yakıtların Kullanımından Kaynaklanan Hava Kirliliği Üzerine Jeotermal Enerji Ve Doğalgaz Kullanımının Etkisi: Afyon Örneği)’’ Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 7, No: 3, (2330).
43. Kesici, E., Kesici, K., Kesici C., 2018. Salda Gölü Korunan Alanının Sürdürülebilirliği, Doğanın Sesi, Yıl:1 Sayı:1 Sayfalar: 3-11
44. Klatzo I, Wisniewski Hm, Streicher E. Experimental Production Of Neurofibrillary Degeneration. J Neuropath Exp Neur. 1965; 24: 187-99.
45. Nash İıı, 1996 T. H.: “Lichen Biology”, Cambridge University Press.
46. Önder S., 2012, Atıksular İle Sulanan Zirai Alanlardaki Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 3-4-11-17-24-25.
47. Onur E. 1997 Alüminyum Toksisitesinin Kalite Kontrol Açısından Değerlendirilmesi. Türk Nefroloji Diyaliz Ve Transplantasyon Dergisi.; 74-9.
48. Özay C., Mammadov R., 2013, Ağır Metaller Ve Süs Bitkilerinin Fitoremediasyonda Kullanılabilirliği, Baü Fen Bil. Enst. Dergisi Cilt 15(1) 67-76.
49. Özbas, E., Keçebas, A., Gedik, E., 2010, “The Effects Of Various Stoker Mechanism Used İn Coal Stoves On The Air Pollution”,
50. Ozdemir A, 1992, Hava Kirliliği Ve Likenler. Ekoloji, 3, 18-21.
51. Özkan G., 2009, Endüstriyel Bölge Komşuluğunda Kıyısız Kırsal Alandaki Hava Kalitesi; Muallimköy’de Partikül Maddede Ve Topraktaki Ağır Metal Kirliliği, Yüksek Lisans Tezi, Gyte Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, 9,12-22.

52. Özkan G., 2009, Endüstriyel Bölge Komşuluğunda Kıyısal Kırsal Alandaki Hava Kalitesi; Muallimköy’de Partikül Maddede Ve Topraktaki Ağır Metal Kirliliği, Yüksek Lisans Tezi, Gyte Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, 9,12-22.
53. Öztürk A. , Öztürk Yılmaz S. , Altun B., Şavşat (Artvin) 2013 Yöresinin Bazı Liken Türleri Ve Likenlerin Ekonomik Değerleri, Journal Of The Institute Of Natural & Applied Sciences 18 (1-2):17-24,
54. Öztürk Ş, Güvenç Ş, Aydın S. 2005, Floristic Lichen Records From Isparta And Burdur Provinces. Doğa, Tr. J. Of Bot., 29: 243-250.
55. Özyiğitoğlu (Çobanoğlu) G. 2015, The Use Of Lichens For Biomonitoring Of Atmospheric Pollution. Sigma J Eng & Nat Sci, 33 (2): 591-613.
56. Özyürek F, 2016, Tc. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Nevşehirde Farklı Su Kaynaklarıyla Sulanan Sebzelerde Ağır Metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn) Birikimi Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi Tezi.
57. Özyürek F. 2016, Nevşehir’de Farklı Su Kaynaklarıyla Sulanan Sebzelerde Ağır Metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn) Birikimi Yüksek Lisans Tezi Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniverstesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
58. Particulate Matter Air Pollution: How It Harms Health, Who, Berlin, Copenhagen, Rome, 14 April 2005 (Fact Sheet Euro/04/05).
59. Poikolainen, Epiphytic Lichens And Tree Bark As Biomonitors For Airpollutants- Specifically For Heavy Metals İnregional Surveys. 2004 Oulu: Oulu University Press.
60. Salda Gölü Raporu Tmmob Türk Mühendis Ve Mimar Odaları Birliği 2020
61. Sargın. A. H., 2010. Yeraltı Suları, Jeoteknik Hizmetler Ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı Ankara 208 S.
62. Schroeder Ha 1974. The Poisons Around Us. Toxic Metals İn Food, Air And Water, Bloomington, Indiana Üniversitesi. Press.
63. Seven T, Can B, Nur B, Ocak S, 2018, Hava Ve Toprakta Ağır Metal Kirliliği. Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 28200, Güre, Giresun. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, Sayı 1(2): 91-103 (Derleme Makale).
64. Sezer B. 2004, Salda Gölü Güncel Magnezyum Çökellerinin Kristilizasyon Mekanizması Ve 9sı (Saturation Index) Özellikleri Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi.
65. Smith, C.W., Aptroot, A., Coppins, B.J., Fletcher, A., Gilbert, O.L., James, P.W., Wolseley, P.A. And Orange, A. 2009. The Lichens Of Great Britain And Ireland. The British Lichen Society, London. Pp.1046
66. Solak Seda 2016, Fatih Ormanlarının (Şişli, İstanbul) Likenleri Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniverstesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
67. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi: 31 Aralık Cuma 2004. Sayı:25687.
68. T.C. Orman Bakanlığı Raporu 2019.
69. Tmmob Çevre Mühendisleri Odası İzmir Çevre Durum Raporu 2017.
70. Tosun E. Türkiye’nin 2009-2016 Yılları Arasındaki Hava Kalitesi Verilerinin Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği 2017

71. Tufan Çetin & Sümbül 2010 Hava Kirliliğinin Belirlenmesinde Likenlerin Kullanımı, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Dergisi Makufed 2: 73-85
72. Tufan Ö, Çetin & Sümbül H, Hava Kirliliğinin Belirlenmesinde Likenlerin Kullanımı akdeniz Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 07058, Antalya,
73. Elif Tosun 2017 Türkiye'nin 2009-2016 Yılları Arasındaki Hava Kalitesi Verilerinin Değerlendirilmesi Hacettepe Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.
74. United States Environmental Protection Agency, 2003.
75. Varol S., Davraz A., Şener Ş., Aksever F., Şener E., Kırcan B. & Tokgözlü A. 2017. Salda Gölü Sulak Alanı Hidrojeolojisi, Hidrojeokimyasal Özelliklerinin İzlenmesi Ve Kirlilik Durumunun Tespiti. Tübitak Çaydag Proje Raporu, Proje No: 114y084
76. Volker J. , Türk A. 2017, Türkiye Likenleri Listesi Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları Isbn: 978-605-67172-1-5 Birinci Basım: Ağustos.
77. Who, 2006. Guidelines For Drinking Water Quality: Incorporating First Addendum. Vol. 1, Recommendations, (3rd Ed.), Chapter 9: Radiological Aspects. Geneva: World Health Organization.
78. Who, Ambient Air Pollution: A Global Assessment Of Exposure And Burden Of Disease, Sf.33. 2016
79. World Health Organization 1993
80. Wirth 1995 Kirschbaum And Wirth Published By Stuttgart (Hohenheim), Ulmer, 1997, Isbn 10: 3800134861 Isbn 13: 9783800134861 1997
81. Yavuz M, 2004, Pamukkale Yöresi Likenleri Üzerinde Taksonomik Ve Ekolojik Bir Çalışma.
82. Yavuz M. 2010, Pamukkale Yöresi Likenleri Üzerinde Taksonomik Ve Ekolojik Bir Çalışma, Marmara Üniverstesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
83. Yavuz M. 2010. Gölcük Tabiat Parkı Liken Florası Ve Isparta Hava Kirliliğinin Likenlerle Derecelendirilmesi - T.C. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü – Doktora Tezi.
84. Yenisoy-Karakas S. & Tuncel, S. G. (Yenisoy-Karakas & Tuncel, 2004) Geographic Patterns Of Elemental Deposition İn The Aegean Region Of Turkey İndicated By The Lichen, Xanthoria Parietina (L.) Th. Fr., The Science Of The Total Environment, 329 (1), 43-60.
85. Yurdakök K, İnce T. Aşı Adjuvanları. Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları Dergisi 2008; 51: 225-39.

12. INTERNER KAYNAKLAR/ INTERNET REFERENCES

1. Url-1. Erişim: 02.07.2012. www.Pemberehber.Com/Agir-Metal-Nedir-Canlilar-UzerindekiOlumsuz-Etkileri-Nelerdir.
2. Url-2. Erişim: 02.08.2012. Tc. Yeşilova Kaymakamlığı, www.Yesilova.Gov.Tr/Yesilova.
3. Url-3. Çıngı, F., Erişim: 12.04.2012, Eser Elementler: www.Firochromis.Com, Erişim
4. Url-4. Erişim:5.02.2019 [Http://Kmo.Org.Tr/Resimler/Ekler/466d19fe5bcf571_Ek.Pdf](http://Kmo.Org.Tr/Resimler/Ekler/466d19fe5bcf571_Ek.Pdf)

5. Url-5. Erişim: 01.06.2015, www.Cevre.Org.
6. Url-6. Erişim :1996, Hutchinson J., Maynard D., Geiser L., “Air Quality And Lichens- A Literature Review Emphasizing The Pacific Northwest, Usa”, Usda Forest Service, [Http://Gis.Nacse.Org/Lichenair/Index.Php?Page=Literature](http://Gis.Nacse.Org/Lichenair/Index.Php?Page=Literature).
7. Url7Erişim:5.02.2019,http://www.lichenology.info/cgi-bin/baseportal.pl?htx=atlas_frm&newId=2129&phot=SQCA1337c
8. Url-8. Erişim: 02.08.2019 <https://www.iaea.org>

13. ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında İstanbul’da doğdu. İlköğretimini 2005 yılında Gaziahmetmuhtarpaşa ilk ve orta okulunda tamamladı. 2010 yılında Plevne Lisesi’nden mezun oldu. 2011 yılında Fatih Üniversitesi İngilizce Hazırlık eğitimini aldı. 2012 yılında Fatih üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İngilizce Biyoloji Bölümüne ve ikinci üniverste olarak eş zamanlı Eskişehir Anadolu Üniversitesi Açık öğretim Fakültesi Sağlık kurumları işletmeciliği bölümlerine başladı. 2014 yılında Sağlık kurumları işletmeciliği bölümünden mezun oldu. 2016 yılında lisans eğitimini tamamlayarak 2017 yılında Marmara Üniversitesi Biyoloji bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. 2019 yılında başlamış olduğu İstanbul Üniversitesi Formasyon eğitiminden 2020 Ocak ayı itibari ile mezun oldu.

Adres: Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümü

Telefon: 0 549 736 15 61

E-posta : tugcekaan1@gmail.com

14. Yayınlar

1. Kaan T., Çobanoğlu Özyiğitoğlu G., 2019, Salda Gölü (Burdur) Çevresindeki Liken Çeşitliliğinin Belirlenmesi ve Biyoindikatör Türlerle Hava Kalitesinin İzlenmesi Çevre Mühendisliği Kaynak Geri Kazanım Uluslararası Kongresi Yayınları: 33 ve 34 / 2019, E-ISBN: 978-605-7594-38-9

2. Al-Moody A., Yayman D., Kaan T., Özkök E., Özcan A., Özen E., Çobanoğlu Özyiğitoğlu G. 2020, Role of lichen secondary metabolites and pigments in UV-screening phenomenon in lichens, *Acta Biologica Turcica* , 33 (1): 35-48, 2020