

**HALOFİTİK *Salsola grandis* Freitag, Vural & N. Adıgüzel VE *Anabasis aphylla*
L.'NİN EKOFİZYOLOJİSİ**

Özge Sinem ÜLGEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEMMUZ 2013
ANKARA**

Özge Sinem ÜLGEN tarafından hazırlanan “HALOFİTİK *Salsola grandis* Freitag, Vural & N. Adıgüzel VE *Anabasis aphylla* L.’NİN EKOFİZYOLOJİSİ” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Murat EKİCİ
Tez Danışmanı, Biyoloji Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Zeki AYTAÇ
Biyoloji Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Murat EKİCİ
Biyoloji Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet Emre YAPRAK
Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 09/07/2013

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

Özge Sinem ÜLGEN

**HALOFİTİK *Salsola grandis* Freitag, Vural & N. Adıgüzel VE *Anabasis aphylla*
L.'NİN EKOFİZYOLOJİSİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Özge Sinem ÜLGEN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Temmuz 2013

ÖZET

Çalışmamızda, Chenopodiaceae familyasına ait *Salsola grandis* Freitag, Vural & N. Adıgüzel ve *Anabasis aphylla* L.'nin, Ankara Nallıhan bölgesinden toplanan toprak üstü organlarında inorganik iyon (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2}) ve organik madde (glikoz ve fruktoz) miktarları ve taksonlara bağlı farklılıklar belirlenerek değişimler incelenmiştir. Hakim tuz tipi örneklerin toplandığı bölgede Sodyum Klorür'dür. *Salsola grandis*'de yer alan K^+ , Na^+ , Ca^{+2} miktarının *Anabasis aphylla*'dan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak Mg^{+2} miktarı incelendiğinde diğer iyonlardan farklı olarak *Salsola grandis*'de *Anabasis aphylla*'dan daha az oranda Mg^{+2} olduğu görülmektedir. Organik madde miktarları olarak fruktoz ve glikoz miktarlarının *Salsola grandis*'de *Anabasis aphylla*'dan daha yüksek olduğu görülmektedir. Türlerimiz tuza adaptasyon bakımından incelendiğinde *Salsola grandis*'in *Anabasis aphylla*'dan daha yüksek bir adaptasyon yeteneğine sahip olduğu görülmektedir.

Bilim Kodu : 401.0.301
Anahtar Kelimeler : *Chenopodiaceae*, *Salsola grandis*, *Anabasis aphylla*,
tuzluluk, glikoz, fruktoz, ekofizyoloji.
Sayfa Adedi : 56
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Murat EKİCİ

**THE ECOPHYSIOLOGY OF HALOPHYTIC *Salsola grandis* Freitag, Vural &
N. Adıgüzel AND *Anabasis aphylla* L.**

(M.Sc. Thesis)

Özge Sinem ÜLGEN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

July 2013

ABSTRACT

In our study, we were investigated *Salsola grandis* Freitag, Vural & N. Adıgüzel and *Anabasis aphylla* L. Chenopodiaceae family natives of Nallıhan Ankara, investigated in terms of the changes in amounts of inorganic ion (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}) and amounts of organic matter (glucose and fructose) determined, the differences between taxa were identified and investigated. The dominant salt type of all sations is NaCl. It was determined that the amount of K^+ , Na^+ and Ca^{+2} in *Salsola grandis* is higher than *Anabasis aphylla*. The amount of Mg^{+2} ions were examined but unlike other ions, Mg^{+2} in *Salsola grandis* is observed that to a lesser extent than in *Anabasis aphylla*. If we look at the amounts of organic matter in the amount of fructose is higher than *Salsola grandis* than *Anabasis aphylla*. The amount of glucose is higher than *Salsola grandis* than *Anabasis aphylla* seen again. *Anabasis aphylla* is analyzed in terms of adaptation to salt, *Salsola grandis* species have seen to be capable of adaptation to a more advanced. Our species analyzed in terms of adaptation to salt, *Salsola grandis* seems to be capable of adaptation to a more advanced from *Anabasis aphylla*.

Science Code : 401.0.301
Key Words : *Chenopodiaceae*, *Salsola grandis*, *Anabasis aphylla*, glucose, fructose, salinity, ecophysiology
Page Number : 56
Supervisor : Prof. Dr. Murat EKİCİ

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren ve tezimin her aşamasında yanımda olan danışman hocam Prof. Dr. Murat EKİCİ'ye; çalışmalarım ile ilgili bilgi ve görüşlerini esirgemeyen hocalarım Arş. Gör. Dr. Gökçen BAYSAL FURTANA'ya ve Arş. Gör. Fahriye ÖCAL ÖZDAMAR'a teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları ve bitkilerin toplanmasında yardımcı olan değerli hocalarım Prof. Dr. Zeki AYTAÇ ve Yrd. Doç. Dr. Mehmet Erkan UZUNHİSARCIKLİ'ye, Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre kullanımı ve yönteminin uygulanması sırasındaki yardımlarından dolayı Arş. Gör. Dr. Özcan YALÇINKAYA'ya teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında beni destekleyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	.xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ.....	5
2.1. Çalışma Alanının Özellikleri.....	12
2.2. Toprak Tuzluluğu	15
2.3. Tuz Stresi.....	19
2.4. Bitkilerin Tuz Stresine Karşı Geliştirdiği Mekanizmalar.....	21
2.5. Halofitler	26
3. CHENOPODIACEAE	30
3.1. <i>Salsola grandis</i> Freitag, Vural & N. Adıgüzel ve <i>Anabasis aphyllae</i> L.	30
3.1.1. <i>Salsola grandis</i> Freitag, Vural & N. Adıgüzel.....	31
3.1.2. <i>Anabasis aphylla</i> L. (Öncü çalı, tuzcul öncüsü).....	33
4. MATERYAL ve METOT	35
4.1. Bitki Analiz Yöntemleri	35

Sayfa

4.1.1. İyon analizi.....	35
4.1.2. Karbonhidrat miktarının belirlenmesi	35
4.2. İstatistiksel Analizler	36
5. BULGULAR.....	37
5.1. Taksonların İnorganik İyon Miktarlarına Ait Bulgular	37
5.2.1. Organik bileşik miktarları	40
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	42
KAYNAKLAR	48
EKLER.....	53
EK-1. Çalışma alanının meteorolojik özellikleri.....	54
EK-2. <i>Anabasis aphylla</i> ve <i>Salsola grandis</i> 'e ait iyon analiz sonuçları.....	55
ÖZGEÇMİŞ	56

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Tuzluluğun artışına bağlı olarak önemli kültür bitkilerinin verimindeki azalma	21
Çizelge 2.2. Tuz stresine karşı biriktirilen ürünler ve bunların toleranstaki rolleri ...	25

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Çalışma alanı.....	12
Şekil 2.2. Nallıhan haritası.....	13
Şekil 2.3. Bölgenin uzaydan görünümü	14
Şekil 2.4. Ankara yıllık toplam yağış dağılımı.....	15
Şekil 2.5. Türkiye’de toplam işlenen arazi miktarına göre toprak tuzluluk derecesine bağlı olarak çorak toprakların dağılımı (%).	19
Şekil 2.6. Bitki tuz stresi ile ilgili olan biyokimyasal fonksiyonlar	22
Şekil 2.7. İyon dengesinin SOS sinyal iletim yolu, tuz stresi ve kalsiyum düzeyleri tarafından düzenlenmesi.....	24
Şekil 3.1. <i>Salsola grandis</i> Freitag, Vural & N. Adıgüzel	30
Şekil 3.2. <i>Anabasis aphylla</i> L.	30
Şekil 3.3. <i>Salsola grandis</i> Freitag, Vural & N. Adıgüzel	32
Şekil 3.4. Taksonun Türkiye’de dağılımı(Ankara).....	32
Şekil 3.5. <i>Anabasis aphylla</i> L.	34
Şekil 3.6. Taksonun Türkiye de dağılımı (Ankara- Iğdır)	34
Şekil 5.1. Türlerle ait K^+ miktarları	37
Şekil 5.2. Türlerle ait Na^+ miktarları.....	38
Şekil 5.3. Türlerle ait Ca^{+2} miktarları.....	39
Şekil 5.4. Türlerle ait Mg^{+2} miktarları.....	39
Şekil 5.5. <i>Anabasis aphylla</i> ve <i>Salsola grandis</i> ’e ait fruktoz analizi sonuçlarının ortalama değerlerini gösteren bar grafikleri	40
Şekil 5.6. <i>Anabasis aphylla</i> ve <i>Salsola grandis</i> ’e ait glikoz analizi sonuçlarının ortalama değerlerini gösteren bar grafikleri	41

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

μg

Mikrogram

μmol

Mikromol

ha

Hektar

Ca^{+2}

Kalsiyum iyonu

K^{+}

Potasyum iyonu

Mg^{+2}

Magnezyum iyonu

Na^{+}

Sodyum iyonu

Kısaltmalar

Açıklama

ABA

Absisik Asit

EC

Electrical Conductivity
(Elektriksel iletkenlik)

ÖBA

Önemli Bitki Alanı

ÖÇKB

Önemli Çevre Koruma Bölgesi

1. GİRİŞ

Tuzluluk; doğal, jeokimyasal ve iklimsel etkenlere bağlı olarak jeolojik devirlerden itibaren oluşmaya başlamıştır. Tuzlu ve kurak topraklar doğal oluşumlarla birlikte, çoğunlukla insanların yanlış toprak ve su yönetimleri sonucunda oluşurlar. İnsan faktörü ile birlikte uygun olmayan sulama yöntemlerinin kullanılması ve drenaj yetersizliği gibi etkiler tuzlu toprakların oluşumuna neden olmaktadır [Abari, 2011] .

Yapılan bir tahmine göre önümüzdeki 75 yıl içinde tarım arazilerinin yaklaşık %10 artabileceği, buna karşın dünya nüfusunun iki katına çıkacağı ve bu artışın büyük bir kısmının, tuzluluğun çok yaygın olduğu dünyanın yarı kurak ve kurak bölgelerinde olması konunun ciddiyetini göstermektedir [Ashraf, 1994].

Dünyada hızla artan nüfus ile gelişen ekonomik ve sosyal koşullar tarımsal ürünlere olan gereksinimleri giderek arttırmaktadır [Duvick, 1996]. Bundan dolayı tuzluluk sorunu olan toprakların kullanılmasında mümkün olan alternatiflerden birisi ve daha ekonomik olanı, yüksek toprak tuzluluğuna dayanıklı ve aynı zamanda ekonomik ürün üretebilen bitki tür ve çeşitlerinin belirlenip bu alanlarda yetiştirilmesini sağlamaktır [Seaboles, 1991].

Son yıllarda çorak toprakların ıslahı yanında, bu alanlardan ıslah edilmeden yararlanabilme olanakları üzerinde çalışmalar yoğunlaşmış ve bu çalışmalarda tuzcul bitkiler (halofit) önem kazanmıştır [Pasternak, 1987; Pasternak ve Malach, 1987].

Halen tarıma uygun olmayan birçok yerde İran-Turan florasıyla sıkı ilişkisi olan halofitik (tuzlu toprakları seven) vejetasyon İç Anadolu düzlüklerinde geniş alanlar kaplamaktadır. Bu vejetasyon tipinde Chenopodiaceae (kazyagıgiller) ve Plumbaginaceae (kuduzotugiller) üyelerine çok rastlanır. Önceden genellikle hububat ekimi yapılan bu yerlerde bugün yaygın olarak *Beta vulgaris* L. var. *Altissima* (şeker pancarı) üretilmektedir. Chenopodiaceae ailesinden olan ve tuzlu topraklarda yetişebilen bu türün toprağın tuzunu şekere dönüştürdüğü düşünülmektedir [Vural ve Yaprak, 2008].

Bitkilerde tuza dayanıklılık, genellikle NaCl gibi tuzların varlığında meydana gelebilecek yıkımlardan korunmak ve büyüebilmek için bitkinin kullandığı multigenik bir özellik olarak ifade edilmektedir [Hurkman, 1992]. Tuzluluk, tüm dünyada tarımsal üretimi engelleyen en büyük problemlerden birisi olmasına rağmen, tuza karşı bitki dayanıklılığının mekanizması henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Tuz stresi bitkilerde iki şekilde ortaya çıkar. Birincisi, kök bölgesinde çözünmüş tuzların fazlalığı sonucu bitkinin suyu topraktan alamaması ikincisi ise bazı iyonların çözeltide fazla bulunması sonucu toksik etki oluşturmalarıdır [Greenway ve Munns, 1980]. Yapılan araştırmalarda tuz stresine karşı bitkilerin göstermiş oldukları reaksiyonlar üzerine bitki yaşı, tuzun uygulanma zamanı ve şeklinin önemli olduğu belirtilmektedir [Nelson ve Paris, 1984]. Tuz stresi bitkilerde;

- Bodurluğa,
- Kök büyümesinde gerilemeye,
- Tomurcuk oluşumunun azalmasına,
- Yaprak ve meyvelerin küçük kalmasına,
- Döllenme bozukluklarına,
- Hücrelerin ölmeleri sonucu; köklerde, tomurcuklarda, yaprak kenarlarında ve büyüme uçlarında sarı lekeler (nekroz) oluşmasına neden olur [Parida ve Das, 2005].

Bitkiler, tuzluluğa karşı göstermiş oldukları tepkilere göre halofitler ve glikofitler olmak üzere iki temel grupta toplanmaktadır. Halofit bitkiler genetik yapıları, morfolojik ve anatomik farklılaşmaları nedeniyle tuzcul alanlara adaptasyon sağlamışlardır [Yokoi ve ark., 2002]. Bu bitkiler toprak tuzluluğun arttığı deniz kenarlarında ve sığ göletlerde yaşarlar. Gövde ve yaprakları kuraklığa dayanabilmek için farklı adaptasyonlar göstermiştir, buna bağlı olarak daha küçük ve körelmiş toprak üstü organları taşırlar.

Halofitlerde kök yapısı tuzlu topraktan suyu alabilecek şekilde özelleşmiştir. Alınan fazla su ya salgılanarak dışarı atılır yada yapraklar üzerindeki küçük keselerde depolanır. Tuzcul bitkilerde tohum çimlenmesi de tuzluluğa bağlı olarak farklılık

gösterir ve ancak ilkbahar mevsiminde yağış miktarının artmasıyla tuz oranında düşüşün meydana geldiği dönemde çimlenirler [Yılmaz, 2011].

Tuzluluğa tolerans gösterebilen halofitlerin çoğunluğunun tuz biriktirici (includer) oldukları, topraktaki ve dokularındaki tuza karşı direnç gösterebildikleri, pek çok araştırmacı tarafından açıklanmıştır. Flowers ve arkadaşları (1986) da bu konuda bilgiler vermiştir. Ancak bunu hangi mekanizmalarla gerçekleştirdikleri henüz tam olarak bilinmemektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarla tuza tolerans mekanizmalarının anlaşılması durumunda tuza dayanıklı glikofit bitkilerin yetiştirilmesi ile ilgili önemli adımlar atılabilir [Vural ve Yaprak, 2008].

Glikofitler tuzlu olmayan ortamlarda büyüyen bitkilerdir. Bu bitkilerin yapısal özellikleri yeterli olmadığından, gelişmeleri esnasında tuzluluğa karşı adaptasyon kabiliyetleri oldukça sınırlıdır [Genkel,1954]. Glikofit bitkiler için tuz oldukça önemli bir stres faktörüdür.

Toprak tuzluluğunun arazi kaybı bakımından en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmesine rağmen bu alanlar birçok endemik ve nadir bitki türüne, göçmen su kuşlarına barınak teşkil etmeleri nedeniyle korunmaları gereken bölgelerdir [Costa, 1987; Rogel, 2001]. Denizel tuzlu alanlarla karşılaştırıldığında karasal tuzlu alanlara çok daha az ilgi gösterilmiştir [Adam, 1990; Krüger ve Peinemann, 1996; Monier ve El-Ghani, 2000].

Tuz stresinin bitkideki etkileri ve bu etkilere karşı bitkilerin verdikleri karmaşık cevaplar üzerine araştırmalar yoğun şekilde devam etmektedir. Bitkiler tuzluluk ve beraberinde meydana gelecek olan kuraklık gibi stres faktörlerine çoklu tolerans stratejileri ile karşı koymaya çalışmaktadırlar. Bitkilerin gelişim evrelerinin farklı dönemlerinde toleransı sağlayan farklı mekanizmaların bilinmesi önemlidir. Ayrıca farklı bitkilerde geliştirilen tolerans stratejilerinin karşılaştırılması da tuza tolerans mekanizmalarının anlaşılmasında ve daha doğru değerlendirilmesinde önemlidir. Tuzluluğa karşı toleranslı bitki türlerinin belirlenmesi, yeni çeşitlerin geliştirilmesi

ve tuza dayanıklı bitkisel gen kaynaklarının korunması bu küresel sorunun çözümüne ışık tutacaktır [Levitt, 1980; Ellialtıoğlu ve Tıprdamaz, 1998].

Ülkemizde ise halofitlerin tuza dayanım mekanizmaları ile ilgili yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır; Tıprdamaz ve ark; (2006) tarafından Seyfe Gölü ve çevresinden farklı familyalara ait glikofit ve halofit türlerin tuza dayanım mekanizmaları üzerine yapılan çalışmada inorganik iyon ve organik madde biriktirme özellikleri karşılaştırılmış ancak ortam ve bitki ilişkileri ele alınmamıştır.

Tuz Gölü çevresinde Baysal Furtana tarafından (2010) yürütölen bir başka çalışmada ise sadece birkaçı Chenopodiaceae familyasına ait olmak üzere değişik halofit familyalarına ait 30 endemik takson inorganik iyon ve organik madde içerikleri ve bitkilerin alındığı toprak özellikleri arasındaki ilişkileri bakımından karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmada ise, Ankara Nallıhan bölgesinde doğal olarak yetişen *Salsola grandis* ve *Anabasis aphylla*'nın inorganik iyon (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2}) ve organik madde (glikoz ve fruktoz) miktarlarının belirlemesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Richards (1954) hazırlamış olduğu kitabı ile tuzlu ve alkali toprakların oluşumu ve özellikleri konusunda dünya genelinde bu konuda temel kaynak olarak kabul edilmektedir. Tuzlu ve alkali toprakların gelişimi, oluşumu, özelliklerinin belirlenmesi, bitki toprak ilişkileri ile ilgili temel bilgileri içermektedir.

Chapman (1974) tuzlu bataklıkları bitki komünite modellerinin incelenmesi için ideal ortamlar olarak belirtmiştir. Toprak tuzluluğu ve neminin zamana ve yere bağlı olarak kademeli değişimi bu bölgelerde bitki dağılımını etkileyen en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Tuzun en derin toprak horizonlarına kadar yıkandığı yağışlı dönemler ve tuzun yüzey horizonlarında kaldığı kurak dönemler hem tuz miktarı hem de tuz tipi bakımından tuzlulukta önemlidir [Flowers ve ark., 1986].

Halofitlerin biyolojisi ile ilgili literatürdeki ilk çalışma Waisel (1972) tarafından yapılmıştır. Ardından, halofit bitkilerde tuza tolerans mekanizmaları ise Flowers ve ark. (1977) tarafından araştırılmıştır.

Tuzlu bataklıklarda türlerin yayılşını sınırlayan başlıca faktör biyotik değil edafiktir. Su baskınları da tuzlu bataklıklarda türlerin büyümesini negatif yönde etkileyerek dağılım alanlarını sınırlayabilir [Snow ve Vince 1984].

Breckle (1986) çalışmaları sonucunda karasal alanlarda bulunan iki farklı halofit komünitelerin sadece kurak bölgelerde bulunduğunu ayrıca klor ve sodyum iyonlarının yüksek konsantrasyonlarının bitki hücre ve dokularında spesifik toksik etkileri olduğunu belirtmiştir.

Abrol ve ark. (1988), tuzdan etkilenmiş topraklar ve bunların yönetimi üzerine araştırmalar yapmışlar ve araştırmaları sonucunda; kurak ve yarı kurak bölgelerde minerallerin ayrışması sonucunda açığa çıkan iyonların su eksikliği durumunda

topraktan uzaklaşamayacaklarını ve topraktaki tuz konsantrasyonunun daha da artacağı sonucunu ortaya koymuşlardır.

Ashraf (1999), bitkilerde tuza toleranslı proteinlerin üretilmesi isimli çalışmayı yapmıştır. Yapmış olduğu bu çalışma da farklı bitki türlerinde tuzlulukla teşvik edilmiş çok sayıda protein belirlemiştir. Bu proteinleri, sadece tuzluluk şartlarında biriktirilen tuz stresi proteinleri ve diğer abiyotik faktörlerce biriktirilen stresle ilgili proteinler olarak iki gruba ayırmıştır. “Proteinler, tuzluluk stresi şartlarında ozmotik düzenlemeye olanak sağlamaktadırlar” sonucuna ulaşmıştır.

Marcum (1999) yapmış olduğu çalışmada Chloridoideae altfamilyasına ait taksonların tuza göstermiş oldukları toleransın belirlenmesi amaçlamıştır. Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bıraktığı bitkilerde tuz tolerans sıralamasının yüksekten düşüğe doğru; *Distichlis spicata* (L.) Greene var. *tricta* (Torr.), *Thorne*, *Sporobolus airoides* Torr., şeklinde olduğunu belirtmiştir.

Halofit bitkiler ekonomik değere sahip olup birçok alanda kullanılmaktadırlar. Bunlardan bazılarının kullanıldığı alanlar şöyledir. *Puccinellia* sp. ve *Atriplex* sp. belli oranda protein ve vitamin içermektedirler, hayvan yemi ve yem katkısı olarak kullanılmaktadırlar. *Suaeda salsa* ve *Salicornia europaea* tüketilebilir yağ içermektedirler [Kefu ve ark., 2002].

Ashraf ve ark. (2003), Kızıl Deniz sahilleri ve Sinai Çölünde farklı mevsimlerde (yaz ve kış) yaptıkları çalışmada; *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh., *Atriplex farinosa* Forssk., *Limonium axillare* (Forssk.) Kuntze, *Nitraria retusa* (Forssk.) Asch., *Arthrocnemum glaucum* (Delile) Ung.-Sternb. ve *Halocnemum strobilaceum* Bieb. *Salsola tetrandra* Forss gibi bazı halofit bitkilerin fizyolojik özelliklerini araştırmışlardır. Araştırmalarında bitki tarafından biriktirilen kuarternler amonyum tuzları, prolin, toplam çözünebilir protein miktarlarının bitkinin içinde bulunduğu habitat ile olan ilişkisini de incelemişlerdir. Çalışmalarında bitkilerin yüksek oranda kuarternler amonyum bileşikleri, prolin ve toplam çözünebilir protein miktarına sahip

olduğunu ve bu bileşikler ile zar yapılarının tuzun zararlı etkilerinden korunabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Vicente ve ark. (2004), *Plantago crassifolia* Forssk. ile bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada NaCl uygulamasının yaprakta Na^+ birikimine bağlı olarak bitkinin gelişimini negatif yönde etkilediği belirlenmiştir. 500 mM NaCl'e maruz bırakılan bitkilerde kontrol grubuna oranla 20 kat daha fazla prolin biriktiği; bu birikimin bitkiyi tuz stresine karşı koruyan bir mekanizma olarak geliştiği görülmüştür.

Koyro (2006) tarafından yine *Plantago* sp. bitkisi ile yapılan çalışmada da yüksek tuzlulukta Na^+ ve Cl^- 'un arttığı, K^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyon konsantrasyonlarının azaldığı belirlenmiştir. Denge oluşturan çözünmüş madde ve osmotik koruyucu olarak sorbitolün görev yaptığı gözlenmiştir.

Bouزيد Nedjimi (2012) *Atriplex halimus* spp. Schweinfurthii üzerinde çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalarda Cezayirde yetişen örneklerde mevsimsel varyasyonların verimlilik üzerine etkilerini, su ilişkilerini ve iyon içeriklerini incelemiştir. Çalışmaları sonucunda bitki dokularında, Na^+ ve K^+ iyonlarının yaz mevsiminde en yüksek seviyede olduğunu, Ca^{+2} iyonunun ise mevsimlerin genelinde sabit olduğunu gözlemlemiştir. Kış ve bahar mevsimlerinde azot miktarının yükseldiğini belirtmiştir. Bu mekanizmalar ile halofit bitkilerin stres koşullarında ozmotik düzenlemelerini sağlayarak hayatta kaldıkları sonucuna varmıştır.

Belkhereiri ve Mulas (2013) halofitik iki *Atriplex* türünde tuz stresinin büyümeye etkilerini, su ilişkileri ve iyon birikimini incelemişlerdir. İki *Atriplex halimus* (MOR2 ve SOR4) klonu için kuraklık ve tuzluluğun etkisi kontrollü olarak incelenmiş ve bunlar ayrı ayrı *Atriplex nummularia* örnekleri ile karşılaştırılmıştır. İki türün de yaprakları ve kökleri; NaCl konsantrasyonun (A. halimus için 600 mM NaCl'a kadar) artışına pozitif tepki vermiştir. Bitkilerdeki Na^+ konsantrasyonu artan tuzlulukla birlikte artmıştır. A. halimus'daki artış A. nummularia'dan daha yüksek olmuştur.

Bui (2013), bitki ekolojisi ve biyocoğrafyada ihmal edilen bir etken olarak toprak tuzluluğu üzerinde çalışmıştır. Abiyotik stres faktörlerinden biri olan toprak tuzluluğunun düşük seviyelerde olsa dahi, vejetasyonlarda bulunan çeşitlilikleri etkilediğini belirtmiştir. Tuzluluğun canlılar için etkilerini inceleyebilmek için; Avustralya’ da yakın zamanda uzay ekolojisi, davranış ekolojisi, bitki ve böcek sistematigi alandlarında yapılan çalışmaların derlemesini yapmıştır.

Türkiye de halofit bitkiler ile yapılan çalışmalarda fizyoloji incelemeleri oldukça sınırlıdır.

Öncel (1989) Tuz Gölü ve çevresinden toplanan *Frankenia hirsuta* L., *Arthrocnemum fruticosum* (L.) Moq., *Salicornia europea*, *Taraxacum farinosum* Hausskn. et Bornm., *Camphorosma monspeliaca* ssp. *monspeliaca* L., *Halocnemum strabilaceum* ve *Halimione portulacoides* (L.) Aellen olmak üzere 7 halofit bitki üzerinde prolin birkimini inceleyen bir çalışma yapmıştır. Tuz Gölü çevresinde farklı alanlarda dağılım gösteren bu bitkilerde prolin miktarının, tuzluluk miktarına bağlı olarak farklılık gösterdiği görülmüştür. En fazla prolin içeriğinin *Frankenia hirsuta* türünde, en az prolin içeriğinin ise *Camphorosoma monspeliaca* ssp. *monspeliaca* türünde olduğu belirlenmiştir.

Sönmez ve ark. (1996), Türkiye’de tuzcul alanların oluşumunun diğer kurak ve yarıkurak ülkelerdeki tuzcul alanlarla benzerlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Özellikle yetersiz drenaj nedeniyle toprak tuzluluğunun tarım alanlarında artış gösterdiklerini vurgulamışlardır. Tuzlu ve sodyumlu toprakların iyileştirilerek tarımsal amaçlar için kullanılmalarında bu toprakların tam olarak tanınması gerektiğinin en önemli konu olduğunu belirtmişlerdir.

Tıprıdamaz ve arkadaşları (2006), Seyfe Gölü (Kırşehir) çevresinde yetişen 16 familyaya ait 51 halofitik bitki türünün bazı fizyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Yapmış oldukları çalışmada bu bitkilerin tuzluluk ile ilişkileri, osmotik düzenleme amacıyla biriktirdikleri amonyumlu bileşiklerini ve iyon kompozisyonlarını karşılaştırmışlardır. Dikotil ve monokotil halofitler arasında $[K^+] / [K^+ + Na^{+2}]$ oranı

ve Na^+ birikimi açısından önemli farklar olduğu ortaya çıkmıştır. İncelenen bitki örneklerinde ayrıca prolin ve glisin-betain içerikleri de incelenmiş. İncelemeler sonucunda 51 halofit bitki türü, 4 gruba ayrılmıştır; glisinbetain biriktirenler, prolin biriktirenler, hem glisinbetain hem de prolin biriktirenler ve ne glisinbetain ne de prolin biriktirmeyenler. Araştırma sonucunda, Chenopodiaceae familyasına ait örneklerin çoğunluğunda tuz toleransının glisin-betain ve sodyum depolama mekanizmalarıyla sağlandığını dile getirmişler.

Vural ve Yaprak (2008) yapmış oldukları çalışmada tuz gölünde bulunan endemik türlerin daha çok gölün güney bölümünde yer aldığını belirlemişler. Bunun dışında Tuz Gölü'nün güneyinde yer alan Bolluk-Tersakan Gölü-Eskil-Yenikent hattı ve Sultanhanı Bataklıkları'nın sahip oldukları endemik bitkiler ile korunması gereken yerler arasında olduğunu belirtmişler. Bu bölgede; *Gladiolus halophilus* Boiss. et Heldr. (tuzcul glayöl), *Acantholimon halophila* Boiss. (tuzcul kirpidikeni), *Ferula halophila* (tuzcul çakşır), *Asparagus lycaonicus* P.H. Davis (Konya kuşkonmazı), *Allium vuralii* Kit Tan (tuzgölü soğanı), *Verbascum pyroliforme* (Boiss. and. Heldr.) O. Kuntze (tuzcul sıgırkuyruğu), *Salvia halophila* Hedge (tuzcul adaçayı), *Salsola stenoptera* Wagenitz, *Limonium iconicum* (Boiss. and Heldr.) O. Kuntze, *L. anatolicum* Hedge, *L. tamaricoides* Bokhari (devekulakları), *Kalidiopsis wagenitzii* Aellen, *Hypericum salsugineum* Robson & Hub.-Mor. (tuzcul kantoron), *Onosma halophilum* Boiss. & Heldr. (tuzcul emzikotu) ve *Taraxacum mirabile* Wagenitz (cibcik, ak cırtlık) endemik türlerini belirlemişlerdir.

Tuz Gölü çevresindeki halofitik vejetasyonda zonlaşmayı etkileyen temel faktörlerin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, her bir zona ve aya ait olan toprak örnekleri incelenmiş ve bu örneklerde pH, EC, katyon ve anyon analizleri yapılmıştır. Aylık olarak yapılan analizler değerlendirildikten sonra yıllık ortalamalar göz önünde bulundurularak zonlaşma üzerinde etkili olan temel değişkenlerin toprağın %su miktarı, pH, EC, Ca^{+2} , K^+ , HCO_3^- miktarları olduğu tespit edilmiştir [Tuğ, 2006].

Tıprıdamaz ve ark. (2010), Baysal Furtana (2010), Tuz Gölü çevresinde yetişen farklı familyalara ait 30 endemik halofit bitkinin tuza uyum mekanizmaları, fotosentetik pigmentlerin (klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil), inorganik iyonların (Na^+ , Cl^- , K^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2}) ve organik bileşiklerin (glukoz, fruktoz, prolin, glisinbetain, kolin-O-sülfat, kolin ve β -alaninbetain) miktarlarındaki değişimler, takson ve familyalar arasındaki farklılıklar ve mevsimsel farklılıklar bakımından incelenmiş ve bunların toprağın fiziksel parametreleri ile ilişkileri belirlenmiştir. Taksonların toplandığı istasyonların mevsime ve göle olan uzaklığına göre toprak özelliklerinin ve tuz tipinin birbirinden farklı olduğu ve bu özelliklerin bitkiye yansıdığı gözlenmiştir. Taksonlar Na^+ , Cl^- ve glisin betain biriktirenler, glukoz ve fruktoz biriktirenler, β -alaninbetain ve kolin-O-sülfat biriktirenler, K^+ biriktirenler ve prolin biriktirenler olarak 5 gruba ayrılmıştır. Chenopodiaceae familyasına ait taksonlarda prolin miktarı en az, glisinbetain, Na^+ ve Cl^- miktarı ve Na^+/K^+ oranı çok yüksek bulunmuştur.

Öcal (2011) yapmış olduğu çalışmada tuz gölü çevresinde yayılış gösteren bazı halofit Chenopodiaceae familyası üyelerinin ekofizyolojisini araştırmıştır. Tuz Gölü çevresinde bulunan Chenopodiaceae familyasına ait 12 euhalofit takson, alandaki farklı üç istasyondan toplanarak toprak üstü organlarında inorganik iyon (Na^+ , C^- , K^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2}) ve glisinbetain miktarları belirlenerek, taksonlara ve istasyonlara bağlı farklılıklar incelenmiştir. Taksonlar arasındaki farklılıklar ile bitkilerin toplandığı toprağın özellikleri arasındaki ilişkileri (toprağın %su, pH, EC, çözünebilir anyon (HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{-2}) ve katyon (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}) miktarlarını belirlemiştir. Taksonlar arasında inorganik iyon ve glisinbetain miktarları bakımından önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Taksonların inorganik iyon ve glisinbetain miktarlarının toprağın fiziksel özelliklerine göre değiştiği belirlenmiştir.

Günümüzden 6000 yıl önce Mezopotamya'daki bu toplumlarda sulama, yüksek düzeydeki üretkenliğin temelini oluşturmuştur. Elde edilen bilgilere göre, söz konusu yerlerde sulama sistemleri, ya hiç drenaj önlemleri alınmadan yada çok az dikkate alınarak yapılmıştır. Zamanla taban suyu yükselerek, bitki kök bölgesinde tuz birikmesine neden olmuştur. Arkeoloji kayıtlarından elde edilen bilgilere göre,

toprakta tuzluluğun artmasıyla, tarım sistemi; buğday yetiştirilen bir sistemden sadece arpanın yetiştirildiği bir sisteme dönüştürülmüştür. Tercih edilen tahıl buğday olmasına rağmen, o tarihlerdeki tarımcılar tarafından, arpanın tuza daha dayanıklı olması nedeniyle, çiftçilere zorlama ile kabul ettirilmiştir. Ancak, tuzluluk artmaya devam etmiş ve zamanla arpa da tuzdan yetişemez hale gelmiştir. Bir zamanlar uygarlığın yükseldiği verimli topraklar, sulama nedeniyle verimsiz çorak arazilere dönüşmüştür. Bu sürecin sonunda, güçlü tarım toplumları gerilemiş ve tarih içinde yok olmuştur [Mahajan ve Tuteja, 2005].

Eski çağlarda yapılan bu hatalardan çok önemli derslerin alınması gerekirken, insanlar sulanan alanlardaki tuz dengesine ve drenaj sistemlerine yeterli önemi vermeden büyük su depolama ve dağıtım sistemleri inşa etmeye devam etmiştir. Birçok ülkede modern sulama sistemleri, özellikle yetersiz drenaj nedeniyle tarımsal alanların yaklaşık %30'unu tuzcul hale getirmiştir [Mahajan ve Tuteja, 2005].

Topraktaki tuz oranının %5'in üzerine çıktığı çok kurak ya da bataklık alanlarda yetişebilen halofitler “gerçek halofitler” olarak adlandırılırlar. Hem tuzlu hem de tuzlu olmayan alanlarda yetişebilen halofitler ise “fakültatif halofitler” olarak adlandırılır. Halk arasında yavşan olarak bilinen *Artemisia santonicum*, karapazı (*Atriplex* spp.) ve kamış (*Phragmites australis*) fakültatif halofitlere verilebilecek örneklerdir [Flowers ve ark.,1977].

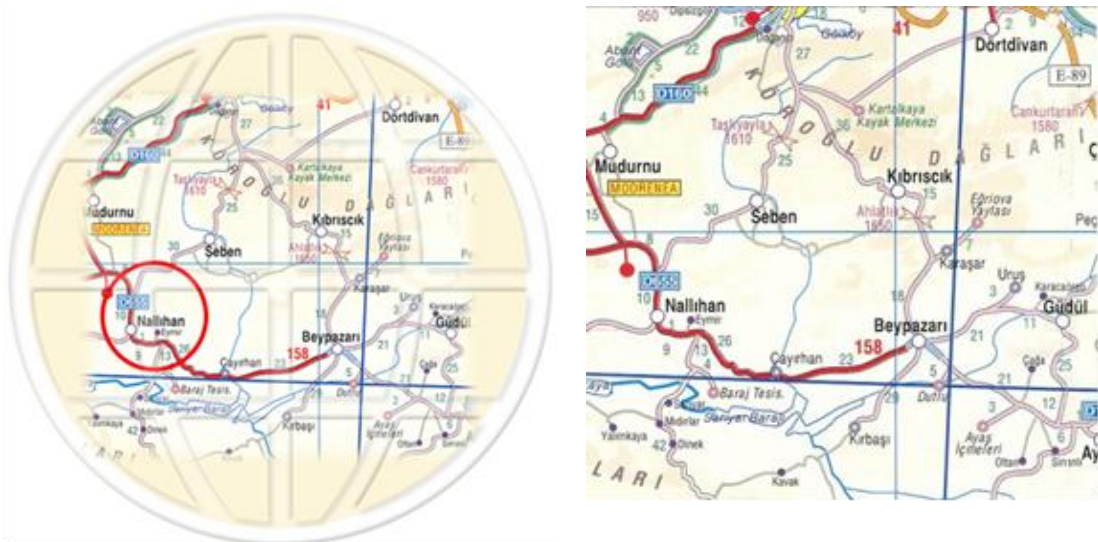
Bitkiler büyüme ve gelişmelerini sınırlayıcı farklı olumsuz koşullara maruz kalabilirler. Bu olumsuz koşullar bitkide fizyolojik, biyokimyasal, moleküler, anatomik ve morfolojik açıdan birçok değişiklik meydana getirmektedir. Bitki metabolizmasını herhangi bir şekilde etkileyen her türlü olumsuz koşul stres olarak kabul edilir. Bitki maruz kaldığı stres faktörlerine karşı biyokimyasal ve fizyolojik mekanizmalarıyla karşı durmaya çalışır. Halofit bitkiler için tuz da önemli bir stres faktörüdür ve buna direnebilmek için farklı mekanizmalar geliştirmişlerdir [Cheeseman, 1988].

Bitki hücrelerinin tuza toleransı üç farklı mekanizmanın birleşmesiyle başılır:

- 1) Betain, prolin ve şeker alkollerini gibi maddelerin birikimi ile sitoplazmanın osmotik basıncının düzenlenmesi,
- 2) Plazma membranının bir noktasından bir diğer noktasına Na^+/H^+ gibi iyon taşıyıcılarını kullanarak tuzun bitkiden uzaklaştırmak
- 3) Na^+/H^+ yada Cl^- kanalları gibi tonoplast taşıyıcılarını kullanarak vakuolde tuz birikimi [Blumwald ve Pool, 1988; Garberino ve Dupon, 1988; Bonhert ve ark., 1995].

2.1. Çalışma Alanının Özellikleri

Çalışma alanı olarak belirlenen Nallıhan, Ankara ilinin bir ilçesidir. Batı Karadeniz Bölümü'nde, başkent Ankara'ya 160 km uzaklıkta, tarihi İpek Yolu üzerinde bir ilçedir. 1967 km² lik bir alana sahiptir ve enlem: 40° 17' K, boylam: 31° 33' D, yükseklik: 650 m. değerlerine sahiptir. Ankara'nın batısında ve il merkezine 159 km uzaklıkta yer alan Nallıhan ilçesi kendi adıyla anılan çayın kenarında kurulmuştur (Şekil 2.1.).

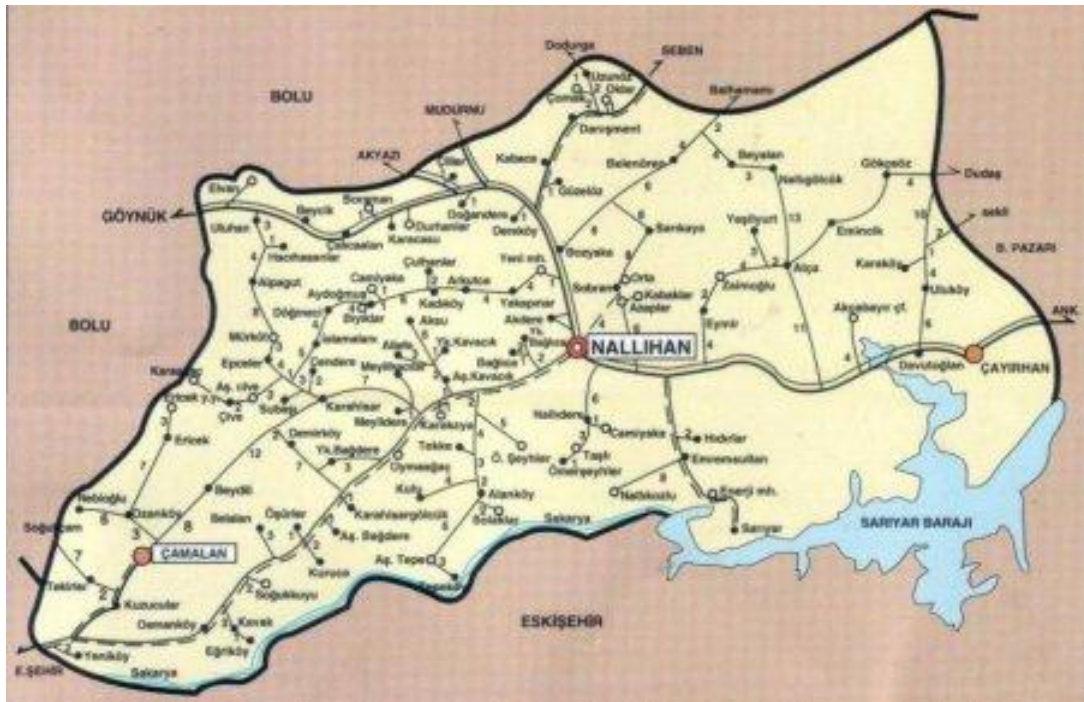


Şekil 2.1. Çalışma alanı

Ankara'nın batısında ve çok engebeli bir arazi yapısına sahip olan Nallıhan; doğudan Beypazarı, kuzeybatıdan Göynük, kuzeyden Mudurnu-Seben, batıdan Sarıcakaya,

güneyden Eskişehir ve Mihalıççık'la çevrilidir. İl merkezine 159 km mesafede olan ilçenin dört bir tarafı dağ ve tepelerle çevrili olup ilçe, kendi adıyla anılan çayın kenarında kurulmuştur. Yüzölçümü 1967 km², deniz seviyesinden yüksekliği 625 metre olan ilçenin batısında Andız, kuzeyinde Sarıçalı, doğusunda Karageriş ve güneyinde Sündiken Dağları yer almaktadır (Şekil 2.1.1.). İlçe arazisinin %48'i orman, %25'i tarım, %22'si çayır ve mera ve %5'i çalılık alanlardan oluşmaktadır. Dağları, çam ve meşe ormanları ile kaplı olup kuzey ve batı yönünde orman örtüsü sık, doğu ve güney yönünde ise genellikle çıplaktır. Bu dağlar ve tepeler arasında da dik vadiler, dere boylarında sulu tarım alanları ve tepelerin düzlüklerinde tarıma uygun araziler bulunmaktadır.

İlçe arazisi, genellikle güneye doğru meyilli olduğundan dere ve çaylar güneyden geçen ve bölgenin en büyük akarsuyu durumundaki Sakarya Nehri'ne dökülmektedir. Kaynağını ilçe topraklarından alan Pınarbaşı, sofulu ve Nallıhan Çayları yörenin belli başlı akarsularını oluşturmaktadır.



Şekil 2.2. Nallıhan haritası



Şekil 2.3. Bölgenin uzaydan görünümü

İlçenin iklimi, İç Anadolu ve Batı Karadeniz Bölgeleri iklim özelliklerini göstermektedir. İlkbahar, sonbahar ve kış ayları genellikle yağışlı geçerken yaz aylarında pek yağış görülmemektedir. Kış aylarının fazla soğuk olmadığı ilçede, rakımı 200-250 metreye kadar düşen Sakarya Nehri Vadisi'nde ise daha ılıman bir iklim tipi görülmektedir. Eylül ayından Nisan ayına kadar devam eden soğuk bir periyot görülmektedir. Dört iklim kuşağından etkilenen ender bölgelerdendir. İç Anadolu bozkırından, Marmara'dan, ağırlıklı olarak Batı Karadeniz'den etkilenen ve iklimik olarak Akdeniz'i yaşayan bir bölgedir.

İlçenin tarımsal arazi varlığı ve dağılımını ise şöyle sıralayabiliriz;

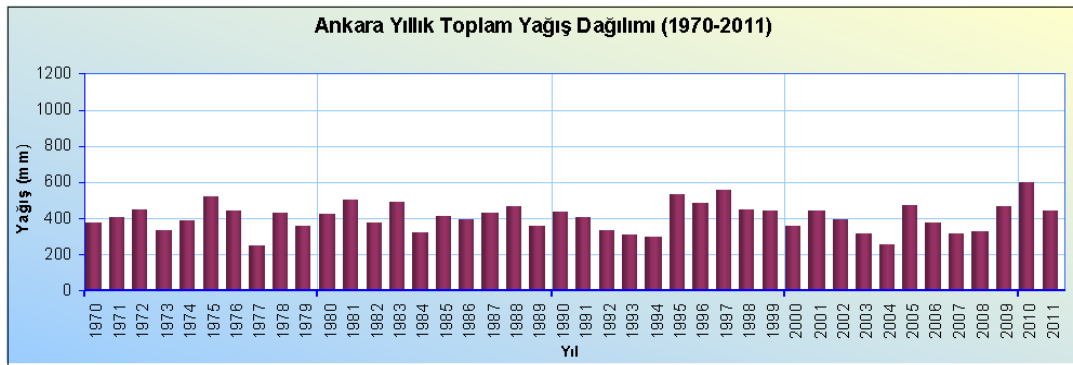
a. Toplam tarım arazisi 276 974 Dekar

b. Tarla arazisi 233 074 Dekar

İklim verilerinin belirlenmesinde Ankara Meteoroloji istasyonu verileri kullanılmıştır. Bu istasyona ait 1970- 2011 yılları arasındaki yıllık iklim değerleri. EK-1 Çizelge 1.1'de belirtilmiştir.

EK-1 Çizelge 1.1.'de yer alan ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde en düşük sıcaklıkların ocak ayında, en yüksek sıcaklıkların ise temmuz ayında olduğu görülmektedir. Örneklerimizin toplandığı ekim ayında ortalama sıcaklık 13°C, görülen en yüksek sıcaklık 19,7°C, en düşük sıcaklık 7,4°C, ortalama güneşlenme süresi 6,4 saat, aylık toplam yağış miktarı ortalaması 33,2 kg/m²'dir.

Bölgeye ait yağış ortalamaları incelendiğinde yağışın en çok Nisan ayında olduğu görülmektedir. En az yağış miktarı ise Temmuz ayında görülmektedir (Şekil 2.4.)



Şekil 2.4. Ankara yıllık toplam yağış dağılımı

2.1. Toprak Tuzluluğu

Çeşitli tuzların bitki gelişimini engelleyecek düzeyde birikmesine tuzluluk denir. Tuzluluk genellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde meydana gelir. Bunun nedeni; yağışlı bölgelerde topraktaki çözünabilir tuzlar, yağışın etkisi ile toprak içerisinde aşağıya doğru hareket ederek yeraltı sularına ve daha sonra akarsularla denizlere taşınabilirken, kurak ve yarı kurak bölgelerde tuzların taşınamamasıdır [Dinç ve Şenol, 1997]. Türkiye’de kıyı ve alüviyal ovalar ile Orta Anadolu Platosu toprakları çözünabilir tuz bakımından zengindir.

Tuzlar ;

-Sulama sularından

-Yüksek yeraltı taban sularından

-Topraktaki orijinal tuz birikintilerinden toprağa gelirler.

Yeryüzündeki tuz kaynakları geniş bir dağılım göstermektedir. Hidroliz, hidrasyon, çözünme, oksidasyon ve karbonasyon gibi kimyasal ayrışmalar sonucunda ana kaya içerisinde bulunan tuzlar açığa çıkmaktadır [Marschner, 1997].

Sulanan arazilerde tuz birikiminin başlıca iki kaynağı vardır. Bunlardan birincisi sulama suyu, ikincisi ise yüksek taban suyudur [O’Leary ve Glenn, 1994]. Sulama suyu toprak derinliklerine kadar geçemezse suyun taşıdığı tuzların büyük bir kısmı toprak yüzeyine yakın kalacaktır. Eğer kök bölgesinden yağış veya yıkama ile uzaklaştırılmaz ve sulama suyu ile gelen bütün tuzlar toprağın 30 cm.’lik kısmında, yani kök bölgesinde bu şekilde kalır ise toprakta tuzluluk sorunu kaçınılmaz hale gelmektedir [Szabolcs, 1991].

Toprak tuzluluğu tarımı etkileyen temel sorunlardan birisi olduğu gibi, çok önemli bir çevre sorunu olarak da kabul edilmektedir. Dünya üzerinde geniş ve dağınık bir yayılışa sahip olan tuzlu bataklıklar dünya karasal alanının %10’unu kaplamaktadır [O’Leary ve Glenn, 1994]. Bütün iklim kuşaklarında oluşabilen tuzluluk ve alkalilik, kurak koşullarda daha fazla ve çabuk ortaya çıkar. Bu nedenle tuzlu ve alkali topraklar kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yaygın olarak bulunmaktadır [Sönmez, 1990].

Kurak ve yarı kurak bölgelerde minerallerin ayrışması sonucunda açığa çıkan iyonlar su eksikliği durumunda topraktan uzaklaşamazlar. Drenaj eksikliğinin olduğu durumlarda topraktaki tuz konsantrasyonu artar. Bu şekilde oluşan topraklara halomorfik (tuz etkisinde kalmış) topraklar adı verilir. Halomorfik topraklar üç grup altında incelenirler;

Tuzlu topraklar: Değişebilir sodyum yüzdesi %15’in altında ve pH’sı 8,5’in altında olan topraklar bu gruba girerler. Sodyum çözünebilir katyonların 2/3’ünden azını oluşturmaktadır. Tuzlar yaz aylarında arazinin üzerini ince bir kabuk halinde örttüğü için bunlara “beyaz alkali topraklar” veya “solonçak” adı da verilmektedir.

Tuzlu-alkali topraklar: Değişebilir sodyum yüzdesi %15'den yüksek, pH'sı 8,5 civarında bulunan, tuz etkisinde kalmış topraklara tuzlu-alkali topraklardır. Bu topraklarda bulunan yüksek orandaki tuz, sadece ozmotik basıncı artırarak değil aynı zamanda değişebilir sodyum miktarı ile kil kolloidlerini dağıtıp fiziksel olarak da tahribata sebep olur. Bu toprakların suda çözünebilir tuzları yıkandığında, tuzsuz-alkali topraklar oluşur.

Alkali topraklar: Değişebilir sodyum yüzdesi %15'den ve pH'sı 8,5'dan yüksek olan topraklara alkali topraklar adı verilmektedir. Bu topraklar için "sodik" topraklar deyimi de kullanılmaktadır. Killerin taneler haline gelip yoğunlaştığı bu topraklarda su geçirimi, havalanma ve kök gelişimi çok zordur ve yavaşlamıştır [Ayyıldız, 1990].

Tuzluluk suyun faydalarını azaltmakta, bitki besin maddelerinin alımını olumsuz etkilemekte, aynı zamanda toprak yüzeyini kaplayan bitki örtüsü sınırlamakta, organik madde üretimi azaltmakta, suyun ve toprağın fiziksel özelliklerini kötüleştirmektedir [Sönmez, 2003].

Kurak ve yarı kurak bölgeler Dünyadaki toplam alanın yaklaşık %46'sını kaplar. Bu bölgelerin yaklaşık %50'sinde ise değişik düzeylerde tuzluluk sorunu vardır. FAO/UNESCO tarafından hazırlanan raporlarda, Dünya Toprak Haritası verilerine dayanarak, dünya genelinde 954 milyon hektar tuzdan etkilenmiş ve üretkenliği kısıtlanmış toprak bulunduğu bildirilmektedir. Bu tip sorunlu topraklar, Afrika'da 80,5 milyon, Avrupa'da 50,8 milyon, Avustralya'da 357,3 milyon, Amerika'da 146,9 milyon ve Asya kıtasında 319,3 milyon hektar alan kaplamaktadır [Johnson ve ark., 1988].

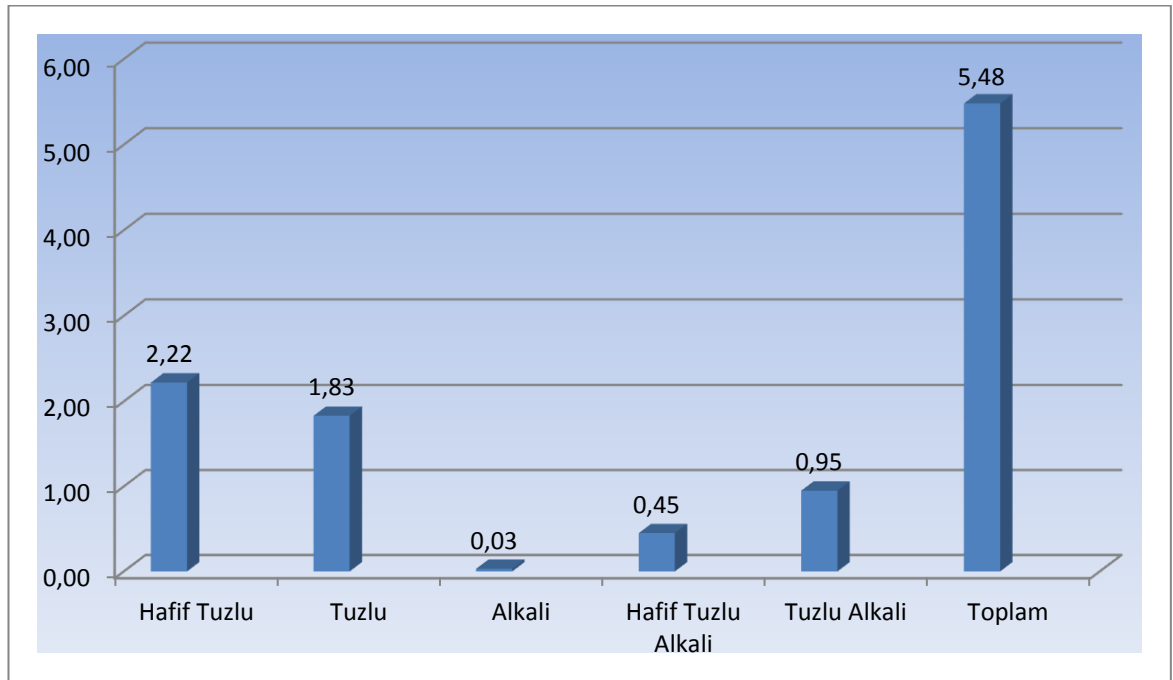
Birleşmiş Milletlerin çalışmaları çerçevesinde elde edilen verilere göre tuzluluk ve beraberindeki çölleşmeyle ilgili sorunlar, Türkiye'de dahil olmak üzere dünyada; Kuzey, Orta ve Güney Amerika'da; Doğu ve Güneydoğu Asya'da özellikle Hindistan, Pakistan ve Çin'de; Afrika'da Sudan, Mısır, Libya, Tunus, Cezayir ve Fas'ta; Arap yarımadasından Irak, Suriye, Lübnan, Ürdün ve Avustralya'da; Avrupa'da güney-

doğu ve güney-batıda kurak bölgelerde, İspanya’da, Portekiz’de bir çok yerde ortaya çıkmakta ve giderek büyümektedir. Kuzey Afrika’dan Güney-Batı Asya’ya kadar olan bölgede 3 milyon hektar sulanan alan potansiyel tuzluluk tehlikesi altındadır. Doğu ve Güney-Doğu Asya’da çölleşme ve tuzluluğun birlikte oluşumunun önüne geçilemez ise 7 milyon hektar alanın çölleşmesinin kaçınılmaz olacağı bildirilmektedir [Gürel ve Avcıoğlu, 2001].

Türkiye’de, kurak ve yarı kurak iklim koşullarının etkisiyle tuzlu topraklar kendiliğinden oluşmaktadır. Bunun yanısıra kuru tarımdan sulu tarıma geçildiği ilk dönemlerdeki yüksek ürün artışına aldanarak, birçok sulama projesi tarla içi hizmetleri tamamlanmadan, çiftçilere sulama konusunda gerekli bilgiler aktarılmadan ve önlemler alınmadan hayata geçirilmiş, bunun sonucunda da verimli topraklar da tuzlulaşma sorunu baş göstermiştir. Böylece doğal olarak var olan tuzcul alanlara insan etkisi ile oluşan yeni alanlar eklenmiştir. Bu süreç sonunda da alt yapı olmadan sulanan alanlarda sürekli bir üretim artışı sağlamanın söz konusu olamayacağı, daha bilinçli ve kontrollü çalışmalar yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır [Çakır, 2001].

Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritası etüdlerinde kullanılan tuzluluk ve alkalilik kriterlerine göre Türkiye’de 1 518 722 ha alanda tuzluluk ve alkalilik (çoraklık) sorunu tespit edilmiştir [Ayyıldız, 1990].

Bu verilere göre çorak araziler ülkemiz yüzölçümünün %2’sine, toplam işlenen arazilerinin (27 699 003 ha) %5,48’ine, 8,5 milyon hektarlık ekonomik sulanabilir arazinin %17’sine eşdeğer büyüklüktedir. Toplam çorak alanların %74’ü tuzlu, %25,5’i tuzlu-alkali ve %0,5’i alkali (sodyumlu) topraklardan oluşmaktadır [Ayyıldız, 1990]. Çorak toprakların büyük bir kısmını tuzlu topraklar oluşturmuştur (Şekil 2..).



Şekil 2.5. Türkiye’de toplam işlenen arazi miktarına göre toprak tuzluluk derecesine bağlı olarak çorak toprakların dağılımı (%)

2.2. Tuz Stresi

Çözünebilir tuzlar bitki büyümesine çeşitli şekillerde etki etmektedir. Tuzların çeşitleri, karışımları ve özelliklerine göre bitkiler üzerindeki etkileri de farklı olabilir. Bu durum temel olarak iki nedenden kaynaklanır. Bunlar;

- Toprak çözeltisinin osmotik basıncının yüksek olması nedeniyle su alımının etkilenmesi ve önlenmesi
- Toprak çözeltisindeki bazı iyonların ve tuzların bitkiler için toksik olmaları nedeniyle bitkilerin metabolizma ve beslenme fonksiyonlarının bozulmasıdır [Gürel ve Avcıoğlu, 2001].

Bitkiler kökleri vasıtasıyla topraktan absorpsiyon yoluyla su ve içindeki besin maddelerini alırlar. Absorpsiyon için bitki hücreleri ile toprak suyu arasında belirli bir yoğunluk farkı olması gerekir. Suyun alınımı düşük osmotik basınçtan yüksek osmotik basınca doğrudur. Toprak çözeltisindeki tuzların cins ve miktarları çözeltinin osmotik basıncını etkiler. Toprak içerisinde yeterli miktarda su

bulunmasına rağmen bazı koşullarda bitkilerin solmaya başladığı görülür. Bu genellikle yüksek toprak tuzluluğunun yarattığı fizyolojik kuraklık durumudur. Toprak içerisinde eriyik haldeki tuzların yoğunluğu toprak çözeltisinin osmotik basıncını çok yüksek bir değere çıkaracak kadar önemli bir güce sahiptir. Toprağın osmotik basıncı kök hücrelerinin osmotik basıncından yüksek olduğu sürece su bitkiler tarafından alınamaz [Bressan, 2008].

Toprakta tuz konsantrasyonunun artması bitkilere zehir etkisi yapar. Toprak çözeltisinde bazı iyonların yüksek yoğunluklarda bulunması, bitkilerin gelişmesi için gerekli bitki besin maddelerinin yeter miktarda alınmasına engel olmaktadır. Örneğin fazla kalsiyum, bazı bitkilerde potasyum alımını güçleştirir, buna karşılık yüksek miktardaki magnezyum veya sodyum ise kalsiyum veya potasyum yetersizliğine sebep olmaktadır [Cramer ve ark., 1986; Huang ve Redmann, 1995]. Bazı durumlarda, tuzların bitki bünyesine fazla girmesi ve burada birikmesi bitki dokularında katyon dengesini bozarak, bitkinin gelişmesini yavaşlatır ya da tamamen durdurmaktadır [Cramer ve ark., 1986; Lauchli, 1990; Niu ve ark., 1995].

Kalsiyum iyonunun, hücre zarındaki negatif yüklü temel gruplarla çapraz bağlantı yaparak hücre zarının bütünlüğünün korunmasında görev aldığı bilinmektedir. Kalsiyum tuz stresi altındaki bitkilerde; hücre zarını sağlamlaştırarak ve iyon alımı ile taşınımında kontrollü seçimlerin yapılmasını sağlayarak çok önemli bir görev üstlenmiştir. [Cramer ve ark., 1986; Lauchli, 1990; Niu ve ark., 1995]. Rengel (1992) Ca^{+2} elementinin hücre zarına bağlanarak geçirgenliği kontrol ettiğini, hücre içinde bulunan kalsiyumun dışarı verilmesini engellediğini bildirmektedir. Kalsiyum ve potasyum iyonları, diğer iyonların hücre zarından seçici olarak taşınmasında benzer görevler üstlenip benzer şekilde iş yaparlar [Fageria, 1983]. Büyümeleri yavaşladığı gibi, bazı durumlarda daha koyu yeşil yapraklar oluştururlar. Bazen tuzluluğun neden olduğu beslenme dengesizlikleri, özel bitki besin maddesi eksiklik belirtilerini ortaya çıkarabilir. En yaygın tuzluluk etkisi bitkinin büyümesinin durması şeklindedir. Tuz yoğunluğu eşik düzeyinin üzerinde arttığı zaman, büyüme hızı azalır ve çoğu bitki normal boyutlarına ulaşamaz [Madaan ve Mudgal, 2010].

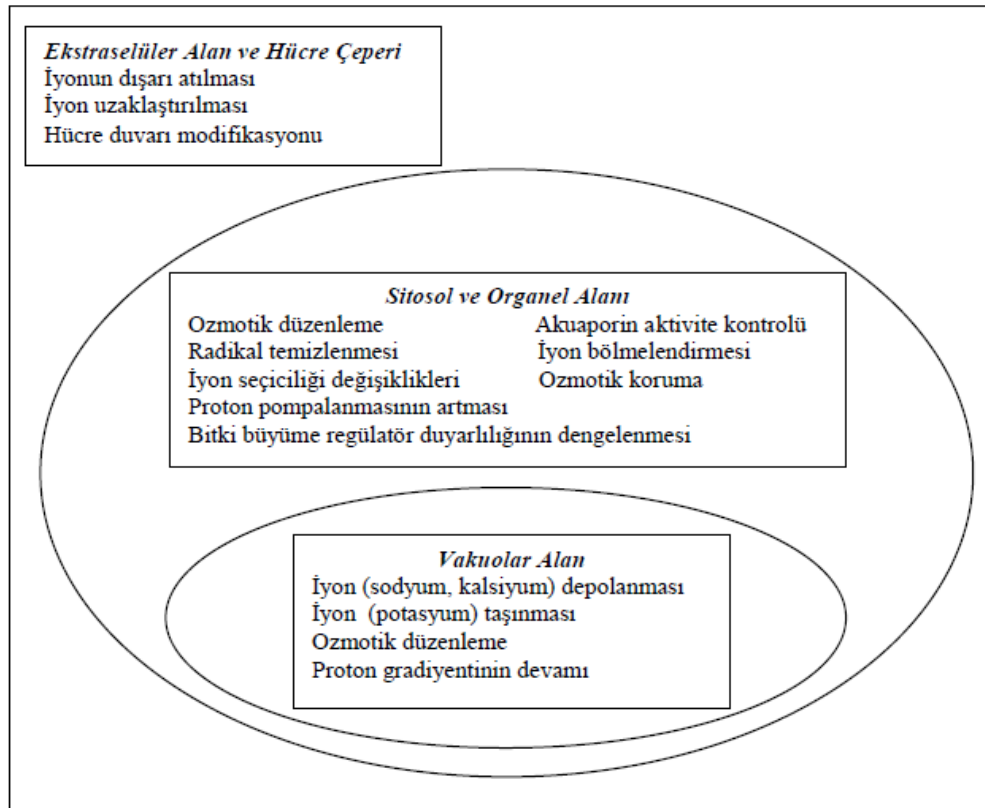
Tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerin gövde gelişimi kök gelişimine göre daha fazla gerilemektedir. Tuzluluğa bağlı olarak gövde gelişiminde gerilemenin sebebi yapraklardaki su durumunun değişmesine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Kök bölgesinden tuzun uzaklaştırılması halinde yaprak büyümesi tekrar eski haline dönmektedir. Tuzlu ortamlarda suyun faydaları da azalmaktadır. Dolayısıyla kök basıncı vasıtasıyla su alımı, suda bulunan besin maddelerinin bitkiye taşınımını da azaltmaktadır (Çizelge 2.1.) [Flowers ve ark.,1977].

Çizelge 2.1. Tuzluluğun artışına bağlı olarak önemli kültür bitkilerinin verimindeki nispi azalma [Flowers ve ark.,1977]

Ürün	EC (eşik değeri) dS m ⁻¹	Verimlilikteki nispi azalma (Her dS m ⁻¹ 'deki % kayıp)
<i>Phaseolus vulgaris</i> L. (Fasulye)	1	19
<i>Solanum melongena</i> L. (Patlıcan)	1,1	6,9
<i>Allium cepa</i> L. (Soğan)	1,2	16
<i>Capsicum annuum</i> L. (Biber)	1,5	14
<i>Zea mays</i> L. (Mısır)	1,7	12
<i>Saccharum officinarum</i> L. (Şeker kamışı)	1,7	5,9
<i>Solanum tuberosum</i> L. (Patates)	1,7	12
<i>Brassica oleracea</i> L. (Lahana)	1,8	9,7
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. (Domates)	2,5	9,9
<i>Oryza sativa</i> L. (Çeltik)	3	12
<i>Arachis hypogaea</i> L. (Yerfıstığı)	3,2	29
<i>Soja hispida</i> Moench. (Soya fasulyesi)	5	20
<i>Triticum sp.</i> L. (Buğday)	6	7,1
<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>altissima</i> (Doll) Helm. (Şeker pancarı)	7	5,9
<i>Gossypium sp.</i> L. (Pamuk)	7,7	5,2
<i>Hordeum vulgare</i> L. (Arpa)	8	5

2.3. Bitkilerin Tuz Stresine Karşı Geliştirdiği Mekanizmalar

Bitkilerde ortaya çıkan “tuz toleransı”; Ashraf (1994) tarafından “yüksek oranlarda çözünebilen tuz içeren ortamlarda bitkilerin büyüme ve gelişme yeteneği” olarak tanımlanmıştır.



Şekil 1.6. Bitki tuz stresi ile ilgili olan biyokimyasal fonksiyonlar [Parida ve Das, 2005]

Tuz stresine maruz kalan pek çok bitki, ozmotik dengeyi sağlamak için hücrelerinde düşük moleküler ağırlıklı çeşitli organik maddeleri yüksek konsantrasyonlarda biriktirmektedirler. Biriktirilen düşük molekül ağırlıklı organik maddelerin miktarları; bitkilerin türlerine, çeşitlerine ve bitki kısımlarına göre farklı olsa da tuzluluk şartları altında artmaktadır (Şekil 2.6.) [Karanlık, 2001; Yaşar, 2003].

Tuz stresi altında biriktirilen şekerler monosakkaritler, disakkaritler ve polisakkaritler; çeşitli radikallerin temizlenmesi, ozmotik dengeleme ve korumada rol oynamaktadır [Parvaiz ve Satyawati, 2008].

Farklı bitki türlerinde tuzlulukla birlikte çok sayıda protein belirlenmiştir. Bu proteinleri, sadece tuzluluk şartlarında biriktirilen tuz stresi proteinleri ve diğer

abiyotik faktörlerce biriktirilen stresle ilgili proteinler olarak iki gruba ayırmak mümkündür [Amini ve ark., 2007].

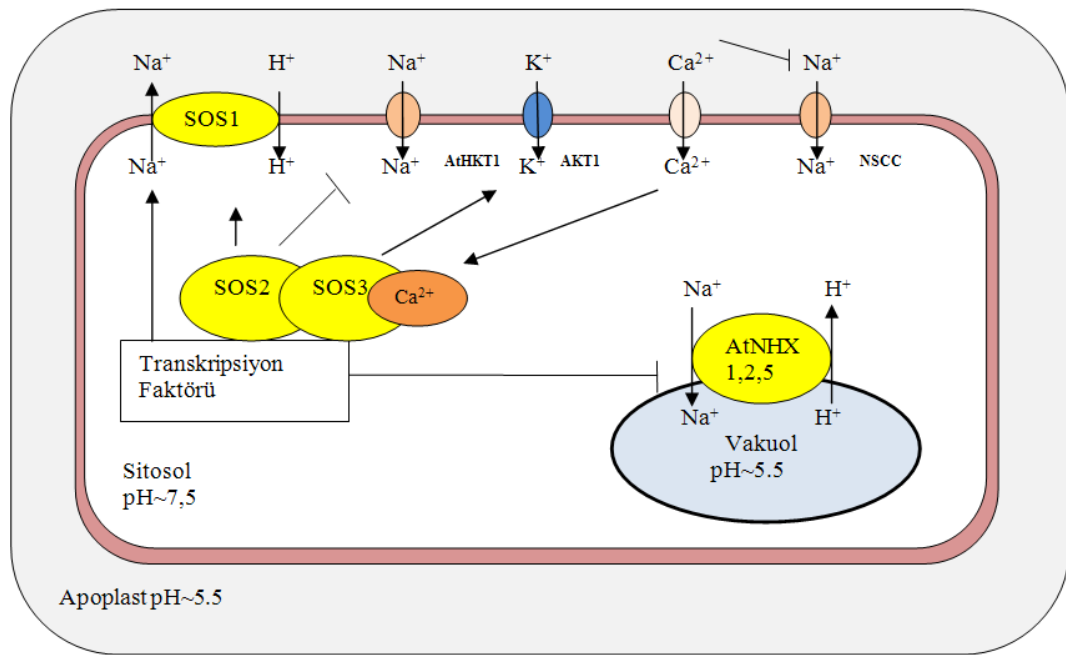
Tuzluluğun artışı fotosentetik dokularda, bitişik grana membranlarında yığılmaya, tilakoidlerin büzülmesine ve klorofillerin parçalanmasına sebep olmaktadır. Örneğin, patatest kloroplastların sayısının azalmasına, domatest kloroplastların kümelenmesine neden olmaktadır [Walbot ve Cullis, 1985]. NaCl, çeltik bitkilerinde tilakoidlerin şişmesine, lipit damlacıkları ile polisakkarit tanelerinin birikimine ve grana dizilerinin bükülmesine neden olmaktadır [Ashraf, 2004].

Tuzluluk, bitkilerde net fotosentez oranını, transpirasyon oranını ve stoma iletkenliğini azaltmakta, stoma direncini ise arttırmaktadır. Yüksek yapılı bitkilerde tuzluluk, net fotosentezi, fotosentetik parametreleri, pigment kompozisyonunu değiştirmektedir. Tuzluluğa maruz kalmış bitkilerde fotosentezin azalması, stoma kapanmasına bağlı olarak CO₂ fiksasyonundaki azalmaya bağlıdır [Parida ve Das, 2001].

Na⁺, Cl⁻ ve SO₄²⁻ gibi iyonların yüksek konsantrasyonlarda birikimine spesifik iyon toksisitesi adı verilmektedir. Tuzun zararlı etkileri, spesifik iyon toksisitesinin ortaya çıkması, ozmotik basıncın artması; suyun kullanılabilirliğinin azalması veya alkaliliğinin artışı nedeniyle olabilmektedir [Bohnert ve Jensen, 1996; Zhu, 2001].

Na⁺'un hücre sitoplazmasında düşük yoğunlukta bulundurulması gerekmektedir. NaCl floem tarafından uzaklaştırılır ve böylece çiçek ya da tohumlara ulaşamaz. Yüksek oranda tuza maruz kalan bitkilerde büyüme için sitoplazmadaki yüksek K⁺/Na⁺ konsantrasyonlarının korunması çok önemlidir. Sitoplazmada K⁺/Na⁺ oranının yüksek tutulması için ya Na⁺'nın hücre dışına çıkarılması ya da hücrede bulunan vakuolde izole edilmesi gerekmektedir. Tuz toleransı ile bitkiler yalnızca Na⁺'un toksik etkilerine karşı korunmakla kalmaz aynı zamanda K⁺'ın alımını da gerçekleştirirler. Bunu sağlayabilmelerinin en önemli nedeni iki iyonun kimyasal benzerliğidir. Bu yüzden taşınım sistemleri tuz toleransının belirlenmesinde önemli olabilir [Rhodes ve Hanson, 1993].

SOS (Salt Overly Sensitive -Tuza Aşırı Hassas) genlerin kontrolündeki bir sinyal yoludur, Na^+ ve K^+ iyon dengesini düzenlenmesinde görev alır (Şekil 2.7.). SOS yolunun düzenleyici mekanizması da tuz toleransı gösteren bitkiler için önemlidir [Sairam ve Tyagi, 2004]. SOS genlerinin moleküler yapısı genetik çalışmalar ile belirlenmiştir [Yokoi ve Bressan, 2002].



Şekil 2.7. İyon dengesinin SOS sinyal iletim yolu, tuz stresi ve kalsiyum düzeyleri tarafından düzenlenmesi [Sairam ve Tyagi, 2004]

Biyokimyasal olarak; kökler tarafından iyon alınımının kontrollü bir şekilde meydana gelmesi ve yapraklara taşınması; kabul etmeme, bitki organlarında iyonların belli bölgelerde tutulması, denge oluşturan osmotik bileşiklerin sentezi, fotosentetik yolda oluşturulan farklılıklar, hücre membranında yapısal düzeydeki değişimler, antioksidan enzimlerin indüklenmesi ve bitki hormonlarının indüksiyonu ile gerçekleşir [Iyengar ve Reddy, 1996; Parida ve Das, 2005].

Bitkilerde bulunan düşük molekül ağırlıklı şekerler, organik asitler, polioller, çözünabilir proteinler (LEA proteinleri, dehidrin) ve azot içeren bileşikler ozmolitler

olarak adlandırılırlar. Ozmolitlerin (uyumlu çözünenlerin) fonksiyonları ile stres şartları altında ozmotik dengenin düzenlenmesi ve hücresel yapıların korunması sağlanılmaktadır [Munns, 2005] .

Ozmolitlerin en önemli görevi, turgorun devamını sağlayabilmek için dehidrasyona uğramış hücrelerde bulunan makromolekülleri korumaktır [Holmberg ve Bülow, 1998]. Ozmotik dengelemede suyun hücrede tutulmasını kolaylaştırıp Na^+ 'un apoplastta veya vakuolde birikimini sağlamaktadırlar. Böylece, hücresel yapılar ve makromoleküller korunmaktadır (Çizelge 2.2.) [Parida ve Das, 2005].

Çizelge 2.2. Tuz stresine karşı biriktirilen ürünler ve bunların toleranstaki rolleri [Parida ve Das, 2005]

Ürün grubu	Özel bileşik	Fonksiyonları
İyonlar	Sodyum Klor	Potasyum engellenmesi/taşınımı
Proteinler	SOD/CAT	Osmotik koruma, Radikal detoksifikasyonu
Aminoasitler	Prolin, Ekotin	Osmotik koruma, Osmotik ayarlama
Karbonhidratlar	Glukoz, Fruktoz, Sukroz, Fruktanlar	Osmotik koruma, Osmotik ayarlama, Karbon depolama
Polioller	Mannitol, Pinitol	Osmotik koruma, Osmotik ayarlama, Karbon depolama, Radikal temizleme
Poliaminler	Spermin, Spermidin	İyon balansı, Kromatin korunması
Kuarterner bileşikler	Glisinbetain, Kolin-O-sülfat, β -alaninbetain	Osmotik koruma, Tilakoid ve plazma zarlarının bütünlüğünün korunması
Pigmentler	Karotenoidler, Antosiyaninler	Foto-inhibisyona karşı koruma

Bitkilerde tuz toleransını sağlayan mekanizmaları genel olarak şu şekilde özetlemek mümkündür;

- İyonların dışarıda tutulması, seçici olarak alınması veya hücresel kompartımanlarda biriktirilmesi,

- b) SOS yolunun aktifleştirilmesi sonucunda iyon dengesinin sağlanması,
- c) Ozmolitlerin ve antioksidan enzimlerin sentezinin arttırılması,
- d) Endojen bitki hormonlarının sentezinin teşviki,
- e) Sinyal transdüksiyon ve fotosentetik yolun değişimi,
- f) Hücresel membranların yapısının değişimi,
- g) Fonksiyonel ve düzenleyici proteinlerin sentezi,
- h) Tuz toleransı ile ilgili genlerin aktifleştirilmesidir.

2.4. Halofitler

Bitkiler karşı karşıya kaldıkları yüksek orandaki tuza toleransları açısından iki büyük gruba ayrılırlar [Flowers ve ark., 1986]. Halofitler topraktaki tuzluluğa uyum sağlamış olup yaşam döngülerini bu ortamda sürdürebilen bitkilerdir. Glikofitler ise (tuz sevmeyen bitkiler) halofit olmayan bitkiler olarak bilinirler ve tuzlu ortamlara halofitler gibi dayanıklı olmayan bitkilerdir. Halofitlerin yüksek tuz konsantrasyonuna gereksinimi ve toleransı öylesine büyüktür ki bazen ortamda bitki tarafından talep edilen miktarda tuz bulunmazsa bitkinin gelişimi yavaşlamakta ve bitki zarar görmektedir. Halofit bitki türlerinden çok az bir kısmı bu özelliğe sahiptirler [Aronson, 1989].

Halofitler toprak tuzluluğunun arttığı daha çok deniz kenarlarındaki durgun yerlerde, sığ göllerin çevrelerinde ve bazende karaların iç kesimlerinde yaşayan tuza toleranslı bitki topluluklarıdır. Halofit bitkilerin yayılış gösterdiği topraklar incelendiğinde büyük bir kısmının tuzlu-sodyumlu topraklar oldukları görülür [Greenway ve Munns, 1980].

Halofitler genellikle boyu yarım metreden kısa, otsu yaprak tipine sahip ve donuk renkli bitkilerdir. Yüksek fotosentez hızları ile diğer bitkilerden ayrılırlar. Gövde ve yaprakları kuraklığa karşı adapte olabilmek için farklılaşmıştır. Yaprak örtüleri kalınlaşmış ve tüylerle kaplanmıştır. Bu durum halofit bitkileri, güneşin zararlı ışınlarına karşı koruyan bir adaptasyondur. Bazılarında etlenmiş gövde ve yapraklara rastlanır, bu yapılar su depo edebilmek için farklılaşmışlardır. Küçük gösterişsiz

çiçeklere sahiptirler. Kökleri tuzlu topraklardaki çok düşük oranlarda bulunun suyu bile alabilecek şekilde yüksek ozmotik basınca sahiptir. Suyu birlikte almış oldukları tuzun fazlasını ya tekrar dış ortama salgırlar ya da yapraklar üzerindeki küçük tüsü yapılar da depo ederler [Debez ve ark., 2006].

Halofitler kendi içlerinde üç grup altında incelenebilir;

- a) Sukkulent halofitler: Hücre öz suyunun artışı ile birlikte yüksek klorür konsantrasyonuna dayanıklı bitkilerdir.
- b) Sukkulent olmayan halofitler: Dokularında yer alan fazla tuzu, tuz bezlerinden salgılayarak adaptasyon sağlayan bitkilerdir.
- c) Tuzu biriktiren halofitler: Tuzu bitki bünyesinden atmak için özel mekanizmalar geliştirmemişlerdir. Almış oldukları tuz dokularda bitki ölünceye kadar biriktirilir [Flowers ve ark., 2008].

Halofit bitkilerde tohumun çimlenmesi için yağışlı ilkbahar mevsimi beklenir. Yağışın artması ile birlikte ancak topraktaki tuz oranının %0,2'nin altına düştüğü zamanlarda tohumlar çimlenebilir [Ungar, 1998].

Halofit bitkiler ile ilgili ilk bilimsel çalışmalar ondokuzuncu asrın başlarında başlamıştır [Chapman, 1960]. Dünyada 117 familyası ve 1560'dan fazla türün halofit olduğu belirlenmiştir [Aranson, 1989]. Amaranthaceae familyası 312 türle toplam halofit türlerinin %20 sini temsil etmektedir [Flowers ve ark., 1986]. Türkiye de ise bu familyanın 27 cins ve 116 türü bulunmaktadır [Davis, 1965-1988].

Yapılan fizyolojik ve ekofizyolojik çalışmalar Chenopodiaceae familyasının tuza dayanma mekanizmalarının temelinde inorganik iyonların ve denge oluşturan bazı organik bileşiklerin (özellikle glisinbetain) birikimi olduğunu göstermektedir [Albert, 1982; Flowers ve Yeo, 1988; Tıprıdamaz ve ark., 2006; Yasseen ve Abu-Al-Basal, 2010, Baysal Furtana, 2010; Öcal, 2011].

Halofit bitkiler doğru yetiştirme teknikleri ile üretildiklerinde ekonomik olarak da büyük öneme sahiptir. Yiyecek, yakıt, hayvan yemi, uçucu yağ, ilaç, zambak, ekmek, lif, vb. olarak kullanılabilirler [Somers, 1982]. Tohumları ise bitkisel yağ üretiminde kullanılabilirler.

Simmondsia chiensis L. kozmetik sanayinde, *Grindelia camporum* Greene'un tutkal, cila, kağıt, matbaa mürekkebi ve sabun elde etmede, Limonium türleri hayvan yemi olarak ve ayrıca lavanta renkli çiçeklerinden dolayı peyzaj mimarlığında, kurutulmuş çiçekli dalları ise çiçekçilikte dolgu malzemesi olarak, *Juncus rigidus* Desf. ve *Juncus acutus* L. kağıt yapımında ve peyzaj el sanatları gibi alanlarda kullanılmaktadır [O'Leary, 1994].

Atriplex L., *Camphorosma* L., *Halimione aellen*, *Prosopis* L., *Distichlis* ve *Spartina* Schreb. türlerinin sahip oldukları protein, kalsiyum, fosfor, azot gibi bileşenleri ile geniş getiren hayvanların beslenmesinde yararlı olduğu belirlenmiştir [Pasternak ve Malach, 1987; O'Leary, 1988; Watson, 1990; O'Leary, 1994].

Deniz börülcesi (*Salicornia europaea*), ıspanakgiller familyasından bir bitki türüdür. Türkiye'de en çok Gökova'da yetişir, Tuz Gölü ve çevresi, Aksaray, Ereğli, Burdur ile Tarsus kıyılarında da rastlanır [Albert, 1982; Flowers ve Yeo, 1988; Tıprıdamaz ve ark., 2006; Yasseen ve Abu-Al-Basal, 2010; Baysal Furtana, 2010]. Hem deniz suyunda hem de tuzlu topraklarda yaşayabildiğinden deniz suyunda bulunan pek çok minerali içinde biriktirir. Bu yüzden sodyum, potasyum, magnezyum, iyot, kükürt, kalsiyum, fosfor, demir, çinko, manganez ve bakır bulundurur [Flowers ve ark., 2008]. Sahip olduğu mineraller nedeni ile eskiden sabun ve cam yapımında kullanılmaktadır.

Sebze meyve olarak kullanımına bakacak olursak; Hollanda, Belçika, Portekiz, Rusya, Pakistan, ABD, Kolombiya, Fas, Güneydoğu ve Orta Asya ülkelerinde yiyecek olarak tüketilirler. Deniz ürünleri ile birlikte mutfaklarda yer alırlar [Wang ve ark., 2001].

Saponaria halophila Hedge Et Hub.-Mor. (tuzcul sabunu) içerdği saponin maddesi ile eczacılıkta önem kazanmıştır [Wang ve ark., 2001].

Suaeda salsa (L.) Pall. ve *Kalidium folium* (Pall.) Moq. bitkilerinin glikofitlerden 150-180 kat, hatta diğer bazı halofitlerden bile 4-6 kat daha fazla Na^+ ve Cl^- biriktirdiği belirlenmiştir [Zhao ve arkadaşları, 2005]. Tuzun %90'ını gövdesinde sınırlayabilen halofitler, bir kez hasat edildiğinde tuzun %90'ı uzaklaştırılmış, toprakta yalnızca %10 tuz barındıran kök sistemi kalmış ve böylece toprağın organik içeriği ve verimliği artmış olmaktadır. Na^+ ve Cl^- bakımından hiperakümülatör özellik gösteren bitkilerin, toprak tuzluluğunun giderilmesi için kullanılabileceği, bunun hem etkili hem de ekonomik bir çözüm olacağı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir [Larcher, 1994; Breckle, 1995; Zhao ve ark., 2005].

3. CHENOPODIACEAE

Chenopodiaceae (kazayağıgiller) familyası yaprakları almalı ya da karşılıklı dizilişli, çiçekleri ışınsal simetrili, taç yaprakları körelmiş veya yok, ovaryumları genellikle üst nadiren alt durumlu, meyveleri etli yapı ile çevrilmiş fındıksı ya da kapsül tipte, genellikle tuzlu topraklarda yetişen, ülkemizde doğal olarak 27 cins ve 71 türle temsil edilen, bir, iki ya da çok yıllık, otsu ya da çalimsı bitkilerdir [Davis, 2000].

3.1. *Salsola grandis* Freitag, Vural & N. Adıgüzel ve *Anabasis aphyllae* L.



Şekil 3.1. *Salsola grandis*



Şekil 3.2. *Anabasis aphylla*

3.1.1. *Salsola grandis* Freitag, Vural & N. Adıgüzel

Kingdom: Plantae

Subkingdom: Tracheobionta

Division: Magnoliophyta

Class: Magnoliopsida

Subclass: Caryophyllidae

Order: Caryophyllales

Family: Chenopodiaceae

Genus: *Salsola*

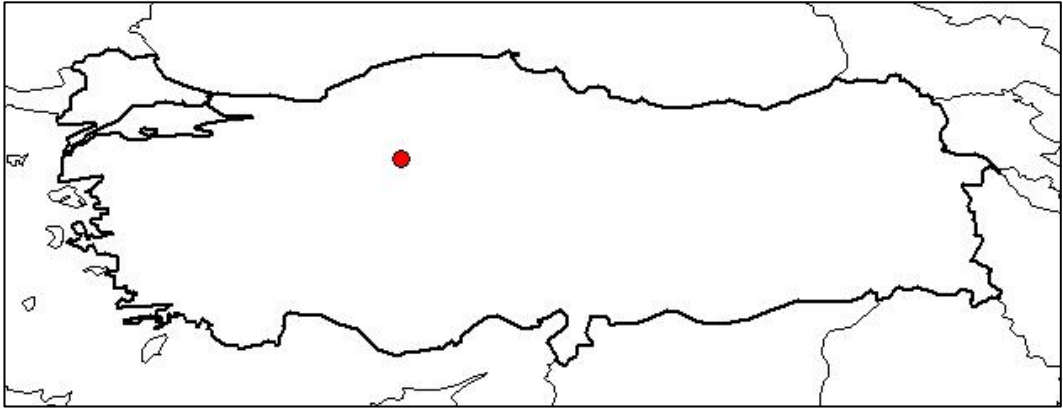
Species: *Salsola grandis* Freitag, Vural & N. Adıgüzel (Şekil 3.3.)

Halofit bitkilerden olan *Salsola grandis* Nallıhan, Davutoğlu Kuş Cenneti'nde 1999 yılında keşfedilmiştir (Şekil 3.3.). Sadece bu alana özgü olan bir Chenopodiaceae (Ispanakgiller) familyasına ait türdür. Tek yıllık etli yapraklı, 1,5 m boylanabilen en boylu ve büyük kanatlı sodaotu (*Salsola*) türüdür. Çiçek örtü yaprakları körelmiştir. Çiçekler haziran - temmuz ayında belirse de küçük olduklarından dikkati çekmez. Meyvelenmesi eylül ve ekim aylarındadır [Tıpırdamaz ve ark., 2006]. Bu aylarda zarsı kanatlarla çevrili küçük meyveleri oluşunca bitki daha gösterişli olur. Endemiktir. INCN'ye göre Çok Tehlikede (CR) olan bir türdür.

Alandaki vadi tabanlarında jipsli, killi ağır topraklarda yayılış gösterir [Vural, 2000].



Şekil 3.3. *Salsola grandis* Freitag, Vural & Adıgüzel [Vural,2000]



Şekil 3.4. Taksonun Türkiye'de dağılımı (Ankara)

3.1.2. *Anabasis aphylla* L. (Öncü çalı, tuzcul öncüsü)

Kingdom: Plantae

Subkingdom: Tracheobionta

Division: Magnoliophyta

Class: Magnoliopsida

Subclass: Caryophyllidae

Order: Caryophyllales

Family: Chenopodiaceae

Genus: *Anabasis*

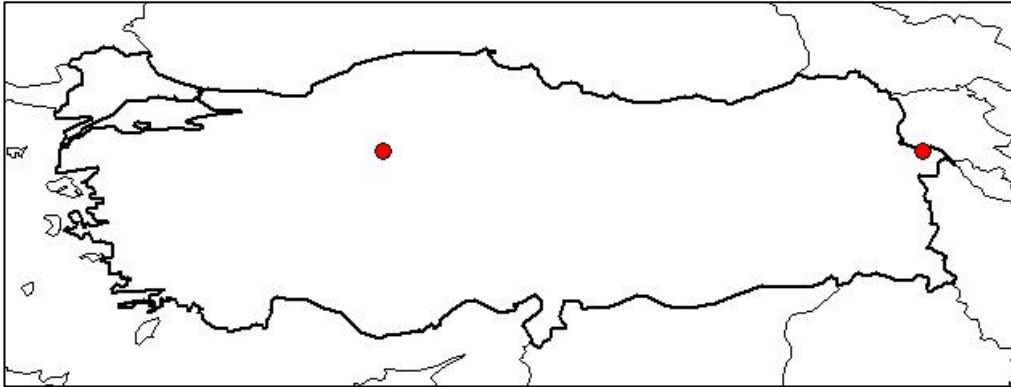
Species: *Anabasis aphylla* L. (Şekil 3.5.)

60 cm'ye kadar boylanabilen çok dallanmış bir yarıçalıdır. Çok yıllıktır. Kuş cennetini çevreleyen çorak bataklıklarda yetişen bu tür de Chenopodiaceae (ıspanakgiller) ailesine aittir. Ön Asya'nın yarı çöllerinde, , Azerbaycan, İran ve Nahçevan'da yetiştiği bilinmektedir. 1937'de Iğdır'da yetiştiği rapor edilmesine rağmen bugüne kadar Iğdır'dan gelen başka kayıt yoktur. Sonbaharda meyvelendiği zaman daha gösterişlidir. Meyvesi iki adet kanatla kuşatılır (Şekil 3.5.) [Vural, 2000].

Çorağa uyum özelliği ve Türkiye'de sadece Nallıhan Kuş Cenneti'nde (Şekil 3.6.) az bireyle temsil edilmesi ulusal ölçekte korunmasını gerektirmektedir [Nallıhan Belediyesi]. Endemik değildir.



Şekil 3.5. *Anabasis aphylla* L.[Vural,2000]



Şekil 3.6. Taksonun Türkiye’de dağılımı (Ankara- Iğdır)

4. MATERİYAL ve METOT

4.1. Bitki Analiz Yöntemleri

Toplanan bitkilere ait organlar bir hafta oda sıcaklığında bekletildikten sonra 60°C’de etüvde 4 gün kurutulup toz haline getirilmiştir. Toz haline gelen materyalde inorganik iyon (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}) ve organik madde (glikoz ve fruktoz) analizleri yapılmıştır. Analizlerin yapılış metodları tek tek incelenecektir.

4.1.1. İyon analizi

Bitki örneklerindeki iyon analizleri için ekstraktlar Prakash ve Prathapaseenan (1988) metoduna göre hazırlanmıştır. Bu metoda göre; etüvde 60°C’de 4 gün kurutulup öğütülen bitki örneklerinden 100’er mg tartılarak deney tüplerine konulmuştur. Örneklerin üzerine 5 ml 0,1 N HNO_3 eklenerek, su banyosunda 1 saat kaynatıldıktan sonra süzölmüştür. Aynı işlem iki kez daha uygulanıp her defasında berrak süpernatant alınmıştır.

Süpernatanttaki Na^+ , K^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2} konsantrasyonları Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre (Varian Spectr AA.5) ile iyon miktarları mg iyon/g KA olarak hesaplanmıştır.

4.1.2. Karbonhidrat miktarının belirlenmesi

Örneklerimizde bulunan çözünebilir karbonhidrat miktarları, Halhoul ve Kleinberg (1972)’in yöntemi kullanılarak glikoz+sakkaroz ve fruktoz+sakkarozun anthron reaktifi kullanılarak belirlenmiştir. Bu yöntemle göre ilk olarak bitkiler etüvde 60°C’de 4 gün kurutulup toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen topraküstü kısımlarından 100 mg kuru örnek deney tüplerine konularak üzerlerine 15 ml %80’lik soğuk etanol eklenmiştir. Daha sonra 5000 rpm’de 10 dakika santrifüj edilerek süpernatantlar toplanmış ve analize kadar +4 °C’de muhafaza edildi. Elde

edilen ekstraktın 0,5 ml'si üzerine 2,5 ml soğuk anthron çözeltisi eklenerek glikoz tayini için örnekler 95° C'de 5 dakika; fruktoz tayini için ise 40° C'de 30 dakika sıcak su banyosunda bekletilerek ardından hemen buz banyosuna alınmıştır.

Hazırlanan örneklerin absorbansı spektrofotometrede 620 nm'de glikoz ve fruktoz standartlarına karşı okunarak miktarlar mg şeker/g KA olarak hesaplanmıştır.

4.2. İstatistiksel Analizler

Bitki ve toprak örneklerindeki tüm analizler beş tekrarlı olarak yapılmıştır. Tüm istatistik değerlendirmeler SPSS 16.0 İstatistik Paket Programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

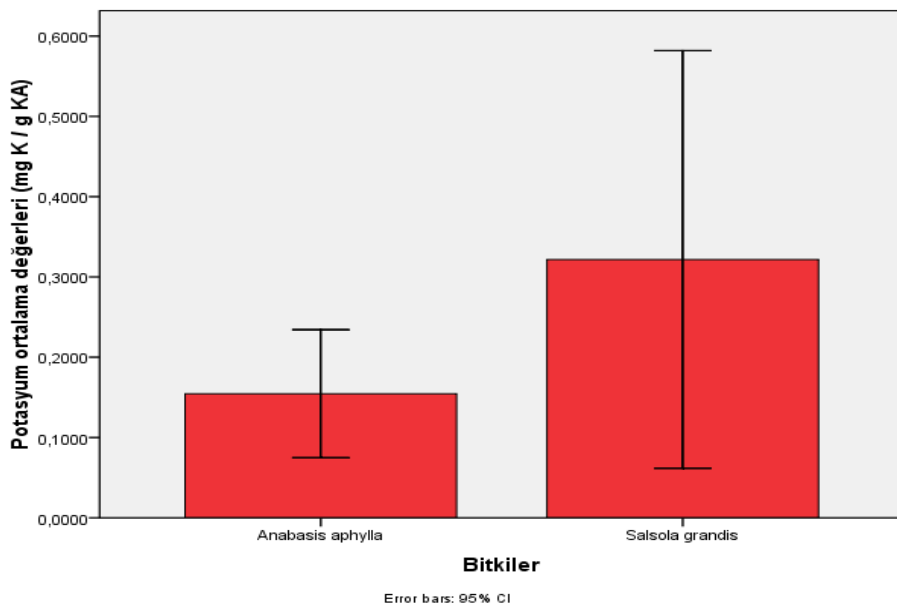
5. BULGULAR

Chenopodiaceae familyasına ait *Salsola grandis* ve *Anabasis aphylla* türleri 2011 yılının ekim ayında Nallıhan bölgesinde tek istasyondan toplanmıştır. Tuza dayanma mekanizmalarında rol oynayan inorganik katyonlar (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2}) ve organik bileşiklerin (glikoz, fruktoz) miktarlarındaki değişimler bakımından türler arasındaki farklılıklar incelenmiştir.

5.1. Taksonların İnorganik İyon Miktarlarına Ait Bulgular

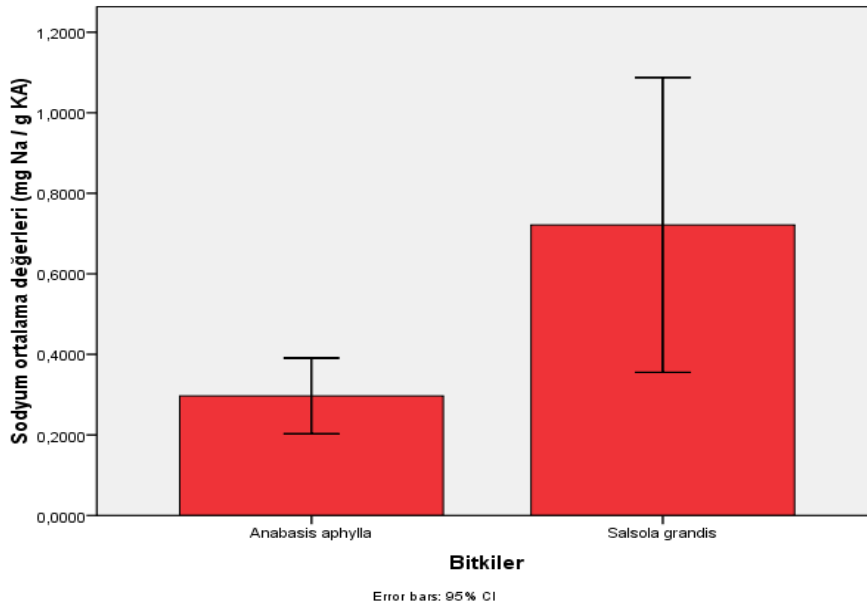
Taksonların inorganik iyon miktarları incelendiğinde; Na^+ , K^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} miktarları yönünden türler arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur.

K^+ miktarı bakımından; türler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. *Anabasis aphylla*'da 0,15454 mg K/g KA, *Salsola grandis*'de ise 0,3216 K/g KA olarak belirlenmiştir. *Salsola grandis*'de yer alan K^+ miktarının *Anabasis aphylla*' dan daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 5. 1.).



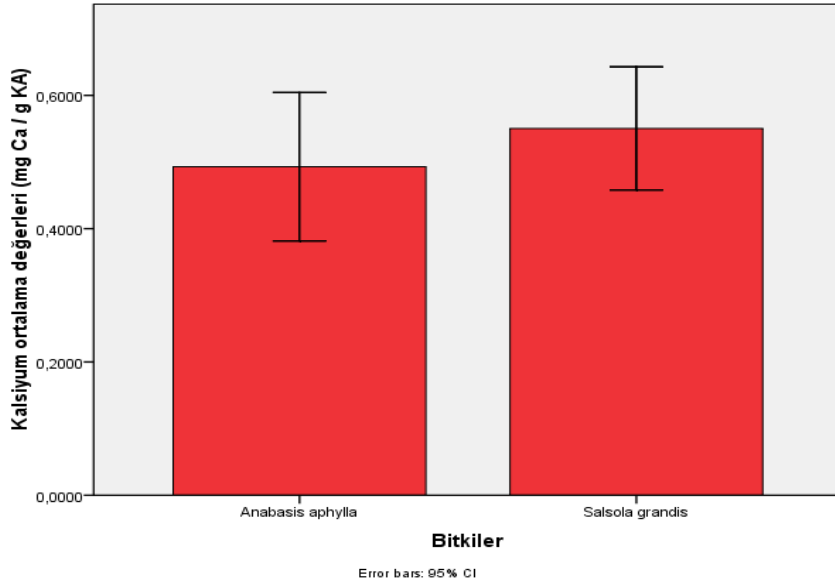
Şekil 5.1. Türlerle ait K^+ miktarları

Na^+ miktarı bakımından türler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. *Anabasis aphylla* 0,2968 mg Na/g KA Na^+ 'a sahipken *Salsola grandis* 0,7214 mg Na/g KA Na^+ a sahiptir. K^+ 'da olduğu gibi Na^+ miktarlarının da *Salsola grandis*'de *Anabasis aphylla*'dan daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 5.2.).



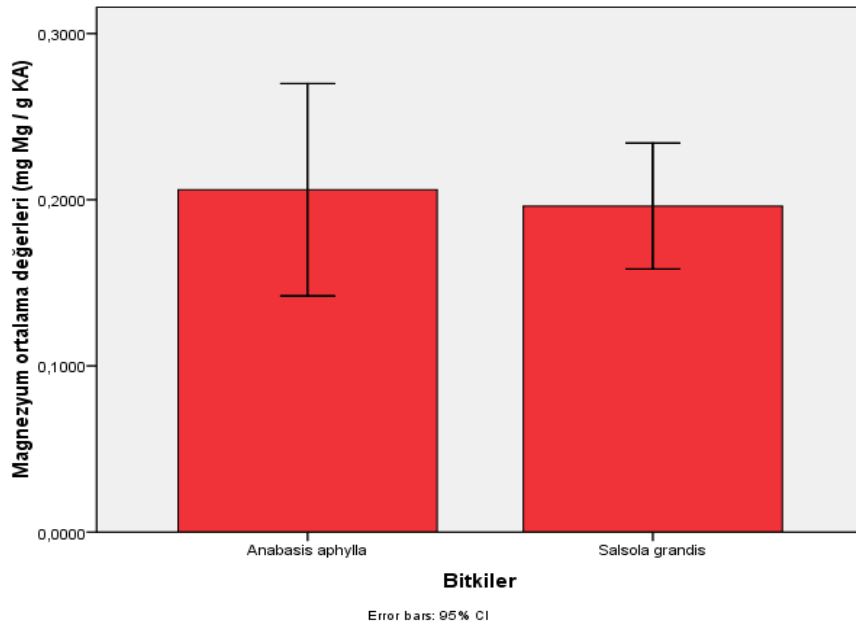
Şekil 5. 2. Türler'e ait Na^+ miktarları

Ca^{+2} miktarı bakımından türler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. *Salsola grandis*'de *Anabasis aphylla*'dan daha yüksek oranda Ca^{+2} olduğu görülmektedir. *Anabasis aphylla* 0,493 mg Ca/g KA içerirken, *Salsola grandis*'de 0,5504 mg Ca/g KA bulunur (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Türler aیت Ca^{+2} miktarları

Mg^{+2} miktarı bakımından türler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. *Anabasis aphylla*'da 0,20602 mg Mg^{+2} /g KA, *Salsola grandis*'de 0,19618 mg Mg^{+2} /g KA dır. Mg^{+2} miktarı incelendiğinde diğer iyonlardan farklı olarak *Salsola grandis*'de *Anabasis aphylla*'dan daha az oranda Mg^{+2} olduğu görülmektedir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Türler aیت Mg^{+2} miktarları

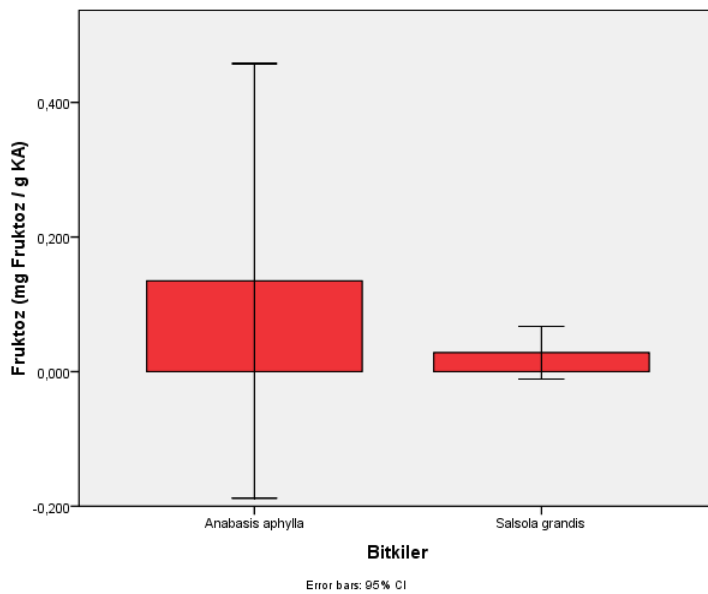
Türlerimizin Na^+ / K^+ oranlarını incelediğimizde; *Anabasis aphylla*' da 1,9205 *Salsola grandis*' de ise 2,2431 olarak bulunmuştur. EK-2 çizelge 2.2.'de de görüldüğü gibi Na^+ / K^+ oranı *Salsola grandis*'de *Anabasis aphylla*'dan daha yüksektir.

5.2.1. Organik bileşik miktarları

Yapılan çalışmada görüldüğü gibi her taksonun biriktirdiği glikoz ve fruktoz miktarları birbirinden farklıdır.

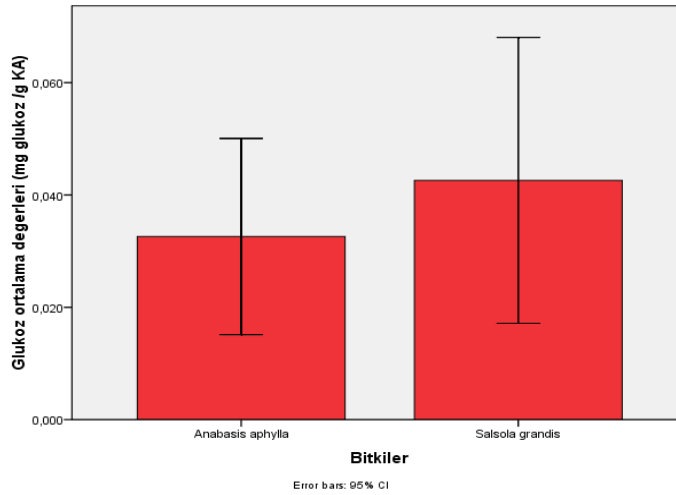
Fruktoz miktarı *Salsola grandis*'de 0,21916 mg şeker/g KA ; *Anabasis aphylla*'da 0,06646 mg şeker/g KA' dır (Şekil5.6.).

Fruktoz miktarlarına bakıldığında *Salsola grandis*'deki fruktoz miktarının *Anabasis aphylla*'dan daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 5.5. *Anabasis aphylla* ve *Salsola grandis*'e ait fruktoz analizi sonuçlarının ortalama değerlerini gösteren bar grafikleri (Standart sapma değerleri %5 anlamlılık düzeyinde verilmiştir $p < 0,05$)

Glikoz miktarı *Salsola grandis*'de 0,692149 mg şeker/g KA; *Anabasis aphylla*'da 0,091467 mg şeker/g KA'dır (Şekil 5.7.). Glikoz miktarları incelendiğinde yine *Salsola garandis*'deki glikoz miktarının *Anabsis aphylla*'dan yüksek olduğu görülmektedir. Taksonlar arasındaki bu fark istatistiksel olarak önemli değildir.



Şekil 5.6. *Anabasis aphylla* ve *Salsola grandis*'e ait glikoz analizi sonuclarinin ortalama değerlerini gösteren bar grafikleri

Görüldüğü gibi her taksonun biriktirdiği glikoz ve fruktoz miktarları birbirinden farklıdır.

Sonuç olarak incelenen halofit bitkiler aynı dönemde aynı bölgeden toplanmış olmalarına rağmen sahip oldukları inorganik iyon miktarlarının ve organik madde (glikoz ve fruktoz) miktarlarının farklı olduğu görülmektedir. *Salsola grandis* türünde bulunan inorganik iyon miktarlarının ve organik madde miktarlarının *Anabasis aphylla* türünden daha yüksek olduğu görülmektedir. İncelenen inorganik maddeler içerisinde yalnızca Mg^{+2} *Salsola grandis*'de *Anabasis aphylla*'dan daha az oranda iyon bulunmuştur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tuzluluk; doğal ve tarımı yapılan bitkilere zarar veren önemli bir çevresel faktördür. Uzun yıllar tuzcul bitkilerin hakim olduğu alanların tarım amaçlı kullanılabilir hale dönüştürülmesi için ıslah çalışmaları yapılmıştır. Son yıllarda çorak toprakların ıslahından farklı olarak, bu alanlardan ıslah edilmeden yararlanabilme olanakları üzerinde çalışmalar yoğunlaşmış ve bu kapsamda tuzcul bitkiler (halofit) daha fazla dikkat çekmiş ve önem kazanmıştır [Pasternak, 1987; Pasternak ve Malach, 1987].

Ekonomik öneme sahip bitkilerin pek çoğu glikofitlerdir, bu bitkilerin tuzlu koşullarda yaşamaları oldukça zordur ve verimde önemli düşüşlerle karşılaşmaktadır. Ancak son yıllarda artan insan nüfusunun yiyecek ihtiyacının karşılanmasının halofitler ya da tuza toleranslı tarım bitkileri ile mümkün olduğu ileri sürülmektedir [Khan ve ark., 2000; Yensen ve Biel, 2006]. Halofitler, olumsuz şartlarda hayatta kalmak için çeşitli biyokimyasal ve fizyolojik farklılıklarla kendilerini korumaktadırlar [Liu ve ark., 2008]. Glikofitlerin tuz adaptasyonunun geliştirilmesinde, halofitlerin tuza dayanım mekanizmalarının anlaşılması önemlidir.

Toprak örneklerinin pH değerinin 7'nin üzerinde olması toprak tuzluluğunun bir göstergesidir. Tuzluluk, bitkinin morfolojik ve anatomik özellikleri ile birlikte tüm metabolizmasını etkileyen bir faktördür [Levitt, 1980]. Bitkiler tuzlu koşullarda 3 yolla strese girmektedir. Bunlar;

- Kök çevresindeki düşük su potansiyeline bağlı ozmotik stres
- Toksik etkiye sahip olan iyonlara (özellikle Na^+ ve Cl^-) bağlı iyon toksisitesi
- Hücre içi Ca^{+2} dengesinin bozulmasına bağlı beslenme bozukluklarıdır [Munns ve Termaat, 1986; Lauchli, 1986; Marchner, 1995].

Halofitler de 2 temel problemle yüzyüzedir:

- 1- Habitatlarında bulunan yüksek tuz konsantrasyonunu tolere etmeleri gereklidir.
- 2- Düşük su potansiyeline sahip toprak çözeltisinden su absorbe etmek zorundadır.

Bu koşullarda su alınımini ve turgor durumunu koruyup sürdürebilmek için halofitler su yoğunluklarını toprak çözeltisinden daha düşük tutmaya ihtiyaç duyarlar. Eğer bitki bunu inorganik iyonların birikimiyle başarsa, ki topraktan iyonları kolayca alabilir, bu bir avantajdır [Flowers ve ark., 1977; Baysal Furtuna, 2010; Öcal, 2011].

Tuzluluk etkisinin şiddeti ve bu etkiye karşılık bitkilerin geliştirdiği adaptasyon mekanizmaları bitkinin içinde bulunduğu büyüme dönemine göre değişebildiği gibi; familyalar, cinsler, türler hatta aynı türün farklı genotipleri arasında bile değişiklik göstermektedir [Shannon, 1998]. Chenopodiaceae familyasının bünyesinde fazla miktarda Na^+ , Cl^- ve glisinbetain birikimi [Tıpırdamaz ve ark., 2006; Baysal Furtana, 2010; Öcal,2011] daha önce bu familya ya ait taksonlar ile yapılan çalışmalarda da rapor edilmiştir.

Yaptığımız çalışmada ülkemizde sadece Nallıhan bölgesinde yetişen; halofitlerin önemli bir kısmını bünyesinde barındıran Chenopodiaceae familyasına ait *Anabasis aphylla* ve *Salsola grandis* türlerinin inorganik iyon (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}) ve organik madde (glikoz, fruktoz) analizleri yapılmıştır.

Çalışmamız kapsamında toplanan bitkilerde Na^+ birikimi olduğu görölmektedir. *Salsola grandis*'de bulunan Na^+ miktarının *Anabasis aphylla*'dan daha yüksek olduğu görölmektedir. Toplanan bitkilerin tümünde, diğer iyonlardan farklı olarak önemli miktarlarda Na^+ birikiminin olduğu görölmektedir. Bu veriler Tıpırdamaz ve arkadaşlarının (2006) Seyfe Gölü çevresinde yaptıkları çalışmanın ve sonuçları ile uyumludur. Ancak çalışmamızda elde edilen veriler daha önce tuzcul topraklarda yapılan çalışmalara oranla daha düşüktür. Bunun nedeni bitkilerin yetiştiği topraklardaki tuz miktarının diğer tuzcul alanlardan daha düşük olmasıdır. Daha önce Tuz Gölü ve çevresinde yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiş ancak çalışmamızda elde ettiğimiz değerler daha yüksek olmuştur.

Chenopodiaceae familyasının fazla miktarda Na^+ ve Cl^- biriktirdiği daha önceki çalışmalarda da bildirilmiştir [Albert, 1982; Flowers ve Yeo, 1988; Hütterer ve Albert, 1993]. Ayrıca Hütterer ve Albert (1993) Avusturya da yaptıkları ekofizyoloji

çalışmasında bitkileri iyon ve denge oluşturan çözünmüş maddelerine göre farklı fizyotiplere ayırmışlar ve Chenopodiaceae familyasını zengin iyon içeriği nedeniyle “sodiofilik (sodyum seven)” olarak nitelendirmişlerdir.

Sitozolde düşük Na^+/K^+ oranını sağlamak için bitkilerin kullandığı stratejiler; K^+ alınınının düzenlenmesi ve/veya Na^+ girişinin engellenmesi, hücrelerden Na^+ ’un dışarıya akışı, osmotik uyum için Na^+ ’un kullanılmasıdır. Sitozoldeki düşük Na^+/K^+ oranı bitkilerin normal hücresel fonksiyonları için temeldir [Zhu, 2003]. Hücre ya da bitki bazında yapılan çalışmalar, Na^+ ’un K^+ üzerine antagonistik bir etkiye sahip olduğunu, Na^+ ’u çıkararak yerine K^+ alabilen hücre yada bitkilerin tuza daha dayanıklı oldukları bildirilmiştir [Glenn ve O’Leary, 1984; Gorham, 1990; Venkatesalu ve ark., 1994; Yeo, 1998]. Greenway ve Munns (1980) optimum verimlilik için bitkilerin sitoplazmalarında Na^+/K^+ oranının 1’in altında olması gerektiğini belirtmiştir. Çalışmamızda ise Chenopodiaceae familyası üyelerinden olan *Salsola grandis* ve *Anabasis aphylla*’da bu oran 1’in üstünde bulunmuştur. Bu durum Salama & Ali (2003) ve Baysal Furtana (2010)’nın çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Doğal habitatlarından alınan Chenopodiaceae familyasındaki halofit bitkiler için, bitki dokularındaki yüksek Na^+/K^+ oranının, iyon dengesinin sağlanabilmesi için karakteristik bir özellik olarak gösterilebileceği belirtilmiştir. Flowers ve arkadaşları (1986) tuzluluğa daha fazla tolerans sağlayabilen halofitlerin çoğunluğunun tuz biriktirici (includer) olduklarını ve dokularındaki yüksek tuz miktarının zararlı etkilerine karşı kendilerini koruyabildiklerini belirtmektedirler [Flowers ve ark., 1986].

Türler arasında en düşük Ca^{+2} miktarı *Anabasis aphylla*’da elde edilmiştir. Tuz stresinde bitkinin kök bölgesinde iyon dengesi bozulmakta; artan sodyum alımı, diğer mineral maddelerin alımı ile rekabete girerek beslenme noksanlığına (K^+ ve Ca^{+2}) yol açmaktadır [Bohra ve Döffling, 1993]. Çalışma kapsamında toplanan bitkilerde bu durum net bir şekilde görülmektedir.

Na^+ iyonunun, bitki için esansiyel elementler olan K^+ ve Ca^{+2} miktarları üzerine olumsuz etkilerinin bir sonucu olarak, hücresel Na^+ miktarı arttıkça, K^+ ve Ca^{+2}

miktarlarında önemli azalmaların olduğu belirlenmiştir. Toprakta bulunan yüksek miktardaki çözülebilir Na^+ konsantrasyonuna bağlı olarak, bitki dokularındaki K^+ ve Ca^{+2} miktarlarında gözlenen önemli azalmalar diğer araştırmacılar [Greenway ve Munns, 1983] tarafından da vurgulanmıştır. Bu azalma, köklerden iyon alınımı sırasında gerçekleşen Na^+ ve K^+ veya Ca^{+2} antagonizmasından [Cramer, 1991], ksilemde Ca^{+2} veya K^+ taşınımına Na^+ etkisinden veya sürecin diğer faktörler tarafından dolaylı olarak inhibisyonundan (örneğin, H^+ -ATPaz aktivitesinde) kaynaklanmaktadır [Gronvold, 1990; Suhayda ve ark., 1990; Orcutt ve Nilsen, 2000].

Çalışmamızda denge oluşturan çözülmüş maddelerden olan glikoz ve fruktoz miktarları da araştırılmıştır. Türlerimizin her ikisinde de organik madde miktarları yüksek çıkmıştır. Halofitlerin, denge oluşturan çözülmüş maddeleri yüksek miktarlarda sentezleme kapasitesiyle ayırt olabileceğini; Chenopodiaceae familyası üyelerinin de sitoplazmalarında yüksek tuz konsantrasyonunda denge meydana getirebilen ve osmotik koruyucu görevi gören organik maddeleri biriktirebildikleri bildirilmiştir [Storey ve Wyn Jones, 1979; Wyn Jones, 1981; Gorham ve Wyn Jones, 1983]. Çalışmamızda Chenopodiaceae familyasında yüksek miktarda glikoz ve fruktoz bulunması muhtemelen türlerimizin osmotik ayarlama için organik maddeleri kullanıyor olabileceğini göstermektedir. Halofitler ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda glikoz ve fruktozun yanında prolin, glisinbetain gibi maddelerde araştırılmıştır.

Pek çok halofit bitkinin prolin ve GB birikimiyle osmotik ayarlamalarını yapabildikleri bildirilmektedir [Mulholland ve Otte, 2002; Zhu, 2002]. Prolin, bitkilerde osmotik stresin etkilerine karşı koyan denge oluşturan önemli çözülmüş maddelerden biridir ve özellikle tuzlu bataklıklarda büyüyen halofit bitkilerin bir kısmında ortaya çıkmaktadır [Stewart ve Lee, 1974]. Sitoplazmadaki enzim aktivitelerine zararlı bir etkisi olmaksızın sitoplazmada biriktirerek ve yüksek iyon konsantrasyonunun neden olduğu osmotik dengesizliğe karşı osmotik düzenlemede önemli bir role sahip olduğu bildirilmiştir [Greenway ve Munns, 1980; Serrano ve Gaxiola, 1994; Delauney ve Verma, 1993; Nikolopoulos ve Manetase, 1991;

Mansour, 2000; Orcutt ve Nilsen, 2000; Abraham, 2003; Youssef ve ark., 2003; Kavi Kishar ve ark., 2005].

Prolin birikimi tuzun etkisiyle olduğu kadar su kıtlığı sonucunda da gözlenebilmektedir. Bu yüzden prolin sentezinin, bitkinin büyüme ortamındaki düşük su potansiyeli sonucu ortaya çıkan, tuza özgül olmayan bir yanıt olduğu vurgulanmaktadır [Ashraf, 2004]. Ancak, Yasseen ve Abu-Al-Basal (2010) tarafından Katar kıyılarında Chenopodiaceae familyasından 11 tür ile yapılan çalışmada bitkilerin prolin biriktirme özelliklerinin birbirinden farklı olduğu; fakat prolin birikiminin, ne topraktaki tuz seviyesiyle ne de su içeriği ile ilişkili olmadığı bildirilmiştir. Bu yüzden çalışmamızda prolin araştırması yapmadık. Çünkü prolinin Chenopodiaceae familyası için ayırt edici bir faktör olmadığı daha önceki çalışmalarda net olarak belirtilmiştir.

Nallıhan, vadi tabanlarında jipsli, killi ağır topraklar bulunur. Hiçbir bitki türünün yaşayamadığı kurak ve çorak yamaçlar halofitik bitkiler dışındaki bitki türleri için uygun bir yaşama ortamı değildir. Ancak halofit bitkilerin fizyolojik mekanizmalarının anlaşılması, bu bölgeye ve diğer kurak alanlara uyum sağlayabilen başka bitki türlerinin de yetiştirilebilmesi için önemlidir.

Kuraklık ile tuzluluk streslerine karşı bitkilerin verdiği fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler tepkilerin anlaşılması ve stres koşullarında kültür bitkilerinin performanslarının kararlı hale getirilmesi gelecekte besin ihtiyaçlarının karşılanması ve verimlilik açısından büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak;

- Çalışma alanının toprak özellikleri; hakim tuz tipinin Sodyum Klorür olduğu tuzlu toprak yapısı göstermektedir (Öcal, 2011).
- Türlerimizde glikoz, fruktoz, Na^+ miktarı ve Na^+/K^+ oranı yüksek bulunmuştur.
- Türler arasında inorganik ve organik iyon miktarı bakımından farklılıklar olduğu

görülmüştür.

- Türlerin inorganik iyon ve organik madde miktarlarının toprağın fiziksel özelliklerine göre değiştiği yani bitkideki değişimlerin toprak özelliklerini yansıttığı belirlenmiştir.
- Türlerimizin tuza adaptasyon karakteristiğinin Na^+ ve organik madde birikimi olduğu belirlenmiştir.

Tarım bitkilerinin üretiminde suya ihtiyaç duyulan tüm alanlarda, toprak tuzluluğu kaçınılmazdır. Bu nedenle bu tip alanlarda, üretimin devamlılığının sağlanmasında ürün verimini azaltan eşik değerinin üzerindeki sulama suyu tuzluluğunda yetişebilen bitkiler gereklidir [Munns ve Tester, 2008]. Bu noktada bitki fizyologlarına düşen görev; halofitlerin tuza tolerans mekanizmalarının aydınlatılması, dayanıklı genotiplerin ve dayanıklılık genlerinin belirlenmesi, tuza duyarlı bitkilere bu genlerin aktarılmasıdır.

Verimi kısıtlayan en önemli çevresel streslerden biri olan tuzluluğa karşı halofit bitkilerin sahip olduğu doğal mekanizmalarının fizyolojik, biyokimyasal ve genetik çalışmalarla açıklanması genetik olarak tuza dayanıklı tür ve çeşitlerin yetiştirilmesine yardımcı olacaktır [Tıprıdamaz ve ark., 2006; Öcal, 2011].

KAYNAKLAR

- Abari, A.K., Hosseini, M.,Hojjati, M N., Bayat D., “Salt effects on seed germination and seedling emergence of two *Acacia* species”, *African Journal of Plant Science*, 5(1): 52-56 (2011).
- Adıgüzel, N., Byfield, A., Duman, H., Vural, M., “Tuz Gölü ve Stepleri”, *WWF Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı) Yayını*, İstanbul, 289-292 (2005).
- Akbaş, F., Güvensen, A., “Ege Bölgesinin Halofit Vejetasyonunun Ekolojisi”, *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, Yayın No:117*, Ankara, 297-310 (2001).
- Ashraf, M., “Some Important Physiological Selection Criteria for Salt Tolerance in Plants”, *Flora*, 199: 361-376 (2004).
- Ashraf, M., Mcneilly, T., Bradshaw, A.D., ”Response and Ion Uptake of Selected Salt Tolerant and Unselected Lines of Three Legume Species”, *New Phytol.*, 104:463-472 (1994).
- Ayyıldız, M.,“Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri”, *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları*, 879: (1990).
- Baysal Furtana, G., “Tuz Gölü Çevresindeki Bazı Endemik Halofit Bitkilerin Ekofizyolojisi” Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 46-54 (2010).
- Breckle, S.W., “How do plants cope with salinity?” Biology of Salt Tolerant Plants, ed: Khan M. A., Ungar I. A., *Proc. Int. Symp.*, Department of Botany, University of Karachi, Pakistan, 199-221 (1995).
- Bressan, R.A., Nelson, D.E., Iraki, N.M., LaRosa, P.C., “Reduced cell expansion and changes in cell walls of plant cells adapted to NaCl”, Environmental Injury to Plants, *Academic Press*, San Diego, 137-171 (1990).
- Bohra, J.S., Döffling , K., “Potassium Nutrition of Rice (*Oryza sativa* L.) Varieties under NaCl Salinity”, *Plant and Soil*, 152: 299-303 (1993).
- Cramer, G.R., Spurr, A. R., “Salt reponses of lettuce to salinity, II. Effect of calcium on growth and mineral status”, *J. Plant Nutr.*, 9: 131-142 (1986).
- Davis, P.H., “Flora of Turkey and the East Aegean Islands” *Edinb. Univ. Pres*, 11 (2000).

Ellialtıoğlu, Ş., Tıpırdamaz, R., “Kereviz kallus kültürünün tuz stresine yönelik çalışmalarda kullanımı”, *Biyoteknolojide Üniversite-Sanayi İşbirliği Semp.*, Eskişehir, 39-44 (1998b).

FAO, Salt affected soils and their management, *Soils Bulletin*, 39. Rome (1988).

Flowers, T.J., Hajibagheri, M.A., Clipson, N.J.W., “Halophytes”, *The Quarterly Review of Biology*, 61: 313- 37 (1986).

Flowers T.J., Colmer, T.D., “Salinity Tolerance in Halophytes”, *New Phytologist*, 179: 945–963 (2008).

Greenway, H., Munns, R., “Mechanisms of Salt Tolerance in Non-halophytes”, *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 31: 149-190 (1980).

Gorham, J., McDonnell, E., Budrewicz, E., Wyn Jones, R.G., “Salt Tolerance in the Triticeae: Growth and Solute Accumulation in Leaves of *Thinopyrum bessarabicum*”, *J. Exp. Bot.*, 36: 1021-1031 (1985).

Güven, E., Vural, M., Bahçeci, İ., Sönmez, B., “İç Anadolu Bölgesi Halofitik (Tuzcul Bitkiler) Vejetasyonunun Ekolojisi”, *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı*, Yayın No: 117, Ankara, (2000).

Heimler, D., Heimler, M., Tattini, S., Ticci, M.A., Traversi, C., Traversi, M.L., “Growth, ion accumulation and lipid composition of two olive genotypes under salinity”, *J. Plant Nutr.*, 18: 1723-1734 (1995).

Hurkman, W., “Effect of Salt Stress on Plant Gene Expression: A Review”, *Plant and Soil*, 146: 145-151 (1992).

Hütterer, F., Albert, R., “An Ecophysiological investigation of Plants From A Habitat in Zwingendorf (Lower Austria) Containing Glaubers Salt”, *Phyton - Annales Rei Botanicae*, 33: 139-168 (1993).

İnternet: Nallıhan Belediyesi , ‘Nallıhan’ ın Coğrafi Yapısı Nasıldır? ” , <http://www.nallihan.bel.tr/cograf.asp>, (2013).

Johnson, M., Grof, C.P.L., Brownel, T.F., “The effect of Na⁺ nutrition on the pool size of intermediate of the C₄ photosynthetic pathway”, *Aust. J. of Plant Physiol.*, 15: 749-760 (1979).

Karanlık, S., “Değişik buğday genotiplerinde tuz stresine dayanıklılık ve dayanıklılığın fizyolojik nedenlerinin araştırılması” , *Ç.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 23-56 (2001).

Khan, M.A., Ungar, I.A., Showalter, A.M. "Effects of salinity on growth, ion content, and osmotic relations in *Halopyrum mucronatum* (L.) Stapf.", ***Journal of Plant Nutrition***, 22: 191-204 (1999).

Khan, M. A., Qaiser, M., "Halophytes of Pakistan: distribution, ecology, and economic importance", The South and Central Asian Countries, ***Springer***, The Netherlands, 135–60 (2006).

Lauchli, A., "Calcium, salinity and plasma membrane, Calcium in Plant Growth and Development", ***The American Society of Plant Physiologists Rockville***, M.D., 26-35 (1990).

Levitt, J., "Responses of Plant to Environmental Stress Chilling, Freezing, and High Temperature Stresses, second ed", ***Academic Press***, NewYork, 46-63 (1980).

Liu,J., Zhu, J.K., "An Arabidopsis mutant that requires increased calcium for potassium nutrition and salt tolerance", ***Proc. Natl. Acad. Sci.***, 94: 14960-64 (2008).

Mahajan, S., Tuteja, N., "Cold, salinity and drought stresses: an overview", ***Archives of Biochemistry and Biophysics***, 444: 139-158, (2005).

Marcum, K.B., "Salinity Tolerance Mechanism of Grasses in the Subfamily Chloridoideae", ***Crop Sci.***, 39: 1153-1160 (1999).

Munns, R., Termaat, A., "Whole plant responses to salinity", ***Aust. J. Plant Physiol.***, 13: 143-160 (1986).

Munns, R., "Comparative Physiology of Salt And Water Stres", ***Plant Cell Environ.***, 25: 239-250 (2002).

Munns, R., Tester,M., "Mechanisms of Salinity Tolerance", ***Annu. Rev. Plant Biol.***, 59: 651-81 (2008).

Öcal, F., "Tuz Gölü Çevresinde Yayılış Gösteren Bazı Halofit Chenopodiaceae Familyası Üyelerinin Ekofizyolojisi", ***Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, 55-64 (2011).

Öncel, I., "The Proline Accumulation of Some Halophytes in the Vicinities of the Salt Lake", ***Commun. Fac. Sci. Univ. Ank. Series C***, 6: 219-225 (1989).

Parida, A.K., Das, A.B., Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: A Review, ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 60: 324-49 (2005).

Pasternak, D., "Salt Tolerance and Crop Production a Comprehensive Approach", ***Annual Review of Phytopathology***, 25: 271-291 (1987).

Sairam, R.K., and Tyagi, A., “Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants”, **Current Science**, 86 (10): 407-421 (2004).

Salama, H.,M., Ali, “Variations in mineral composition of soil and some halophytes in Mediterranean coastal North of Egypt”, **Journal of Environmental Sciences**, 26 (1): 207-228 (2003).

Shannon, M.C., “Principles and strategies in breeding for higher salt tolerance”, **Plant and Soil**, 89: 227-41 (1998).

Sönmez, B. “Tuzlu ve Sodyumlu topraklar”, **T.O.K.B. Köy Hizmetleri Şanlı Urfa Araş. Enst. Müd. Yayınları**, 60-62 (1990).

Sönmez, B., Açar, A., Bahçeci, İ., Mavi, A., Yarpuzlu, A. “Türkiye Çorak Islahı Rehberi”, **T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Gen. Müd. APK Dairesi Bask. Toprak ve Su Kaynakları Araşt. Şube Müd.**, No: 93, Rehber No: 12 (1996).

Sönmez, B., “Türkiye Çoraklık Kontrol Rehberi”, **Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Yayın**, No: 33., Ankara, (2003).

Tıprıdamaz, R., Duman, H., “Tuz Gölü Çevresindeki Bazı Endemik Halofit Bitkilerin Ekofizyolojisi”, **TÜBİTAK Proje Raporu**, 123-127 (2010).

Tuğ, G. N., “Tuz Gölü Çevresi Halofitik Vejetasyonda Zonlaşmaya Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi”, **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, 26-28 (2006).

Vural, M., Yaprak, E., “Tuzcul Bitkiler”, **Bağbahçe**, 19: 20-24 (2008).

Wang L.W., Showalter A.M., “Cloning and salt-induced, ABA independent expression of choline mono-oxygenase in *Atriplex prostrata*”, **Physiologia Plantarum**, 120: 405–412 (2001).

Wyn Jones, R.G., “Salt Tolerance. Physiological Processes Limiting Plant Productivity”, **Butterworths**, London, 271-292 (1981).

Yin, X. J., Zhao, Y. X., Luo, D., Zhang, H., “Isolating the promoter of a stress-induced gene encoding betaine aldehyde dehydrogenase from the halophyte *Atriplex centralasiatica* Iljin”, **Biochimica et Biophysica Acta-Gene Structure and Expression**, 1577: 452–456 (2002).

Yasseen, B.T., Abu-Al-Basal, M.A., “Ecophysiology of Chenopodiaceae at the Coastline of Arabian Gulf-Qatar: Possible Destruction and Conservation Perspective” **European Journal of Scientific Research**., 39(1): 90-104 (2010).

Yılmaz, E., “Bitkilerin Tuz Stresi Etkilerine Karşı Geliştirdikleri Tolerans Stratejileri”, *Muğla Üniversitesi, Fen Fakültesi*, C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 49-61(2011).

EKLER

EK-1. Çalışma alanının meteorolojik özellikleri

Çizelge 1.1. Ankara'daki ortalama sıcaklık değerleri (1970 - 2011)

ANKARA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1970 - 2011)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	0,3	2,1	6,2	11,3	16,1	20,2	23,6	23,3	18,7	13	6,7	2,3
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4,3	6,7	11,9	17,1	22,2	26,6	30,3	30,2	26	19,7	12,4	6,2
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-3	-2	1,1	5,7	9,7	13,1	16,1	16,1	12	7,4	2,2	-1
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,4	3,5	5,3	6,3	8,4	10,3	11,3	10,5	9,2	6,4	4,2	2,2
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11,1	10,4	10,6	12,3	12,5	8,9	3,9	3	3,8	7,5	8,8	11
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması(kg/m2)	39,2	33,4	36,7	50	50,3	35,3	15,5	12	17,5	33,2	35,4	42,5
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1970 - 2011)*												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	16,6	19,9	26,4	30,6	33	37	40,8	40,4	36	32,2	24,4	19,8
En Düşük Sıcaklık (°C)	-21,2	-21,5	-19,2	-6,7	-1,6	5	6,8	7,2	2,5	-3,4	-8,8	-17,2

EK-2. *Anabasis aphylla* ve *Salsola grandis*'e ait iyon analiz sonuçları

Çizelge 2.1. *Anabasis aphylla* ve *Salsola grandis*'e ait analiz sonuçlarının ortalama değerleri (ortalamalara ait sonuçlar standart sapma şeklinde verilmiştir)

	<i>Anabasis aphylla</i>	<i>Salsola grandis</i>
K ⁺	0,154±0,064	0,322±0,209
Na ⁺	0,296±0,075	0,721±0,294
Ca ⁺²	0,493±0,0897	0,55±0,074
Mg ⁺²	0,206±0,051	0,196±0,030
Fruktoz	0,134±0,260	0,028±0,031
Glukoz	0,033±0,014	0,043±0,02

Çizelge 2.2. *Anabasis aphylla* ve *Salsola grandis*'e ait Na⁺/ K⁺ oranları

	<i>Anabasis aphylla</i>	<i>Salsola grandis</i>
Na ⁺ / K ⁺	1,9205	2,2431

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÜLGEN, Özge Sinem
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 09.05.1987 Ankara
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (312) 380 02 68
e-mail : osulgen@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Biyoloji Bölümü	2009
Lise	İncirli Y.D.A. Lisesi	2005

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2006- 2011	Küme Eğitim Kurumları	Biyoloji Öğretmeni

Yabancı Dil

İngilizce