

**TUZ GÖLÜ ÇEVRESİNDEKİ BAZI ENDEMİK HALOFİT BİTKİLERİN  
EKOFİZYOLOJİSİ**

**Gökçen BAYSAL FURTANA**

**DOKTORA TEZİ  
BİYOLOJİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NİSAN 2010  
ANKARA**

Gökçen BAYSAL FURTANA tarafından hazırlanan “TUZ GÖLÜ ÇEVRESİNDEKİ BAZI ENDEMİK HALOFİT BİTKİLERİN EKOFİZYOLOJİSİ” adlı bu tezin Doktora tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Hayri DUMAN .....  
(Tez Danışmanı) Biyoloji Anabilim Dalı

Prof. Dr. Rukiye TIPIRDAMAZ .....  
(Tez Danışmanı) Biyoloji Anabilim Dalı

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

Prof. Dr. Işıl ÖNCEL .....  
(Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi)

Prof. Dr. Hayri DUMAN .....  
(Biyoloji Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Prof. Dr. Mecit VURAL .....  
(Biyoloji Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

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

Prof. Dr. Sülün ÜSTÜN .....  
(Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi)

Tarih:12/06/2010

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

Prof. Dr. Bilal TOKLU  
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.

Gökçen BAYSAL FURTANA

**TUZ GÖLÜ ÇEVRESİNDEKİ BAZI ENDEMİK HALOFİT BİTKİLERİN  
EKOFİZYOLOJİSİ  
(Doktora Tezi)**

**Gökçen BAYSAL FURTANA**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Nisan 2010**

**ÖZET**

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 ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$ ) ve organik bileşiklerin (glukoz, fruktoz, prolin, glisinbetain, kolin-O-sülfat, kolin ve  $\beta$ -alaninbetain) miktarlarındaki değişimler bakımından araştırılmıştır. Takson ve familyalar arasındaki farklılıklar, mevsimsel farklılıklar incelenmiş ve bunların toprağın % su, pH, EC, çözünebilir anyon ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ) ve katyon ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ) miktarlarındaki değişimler 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. Çalışılan istasyonlarda ya  $\text{NaCl}$ , ya  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ya da her iki tuz tipinin baskın olduğu belirlenmiştir. Bazı taksonlar yalnızca tek istasyondan toplanmışken diğerleri ise iki ya da üç istasyondan toplanmıştır.

Taksonlar arasında inorganik iyon ve organik madde miktarı bakımından farklılıklar olduğu görülmüştür. Taksonlar küme ve faktör analizleriyle ortak özelliklerine göre  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ve glisin betain biriktirenler, glukoz ve fruktoz biriktirenler,  $\beta$ -alaninbetain ve kolin-O-sülfat biriktirenler,  $\text{K}^+$  biriktirenler ve prolin biriktirenler olarak 5 gruba ayrılmıştır. *Chenopodiaceae* familyasına ait

taksonlarda prolin miktarı en az, glisinbetain, Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> miktarı ve Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> oranı çok yüksek bulunmuştur. Yüksek miktarda prolin ve Na<sup>+</sup> içeren, aynı zamanda yüksek miktarda K<sup>+</sup>'a sahip olan *Lepidium caespitosum* (Brassicaceae)'da Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> oranı 1'in üstünde ancak Chenopodiaceae üyelerine göre de daha düşük olduğu belirlenmiştir. En az miktarda Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> ve K<sup>+</sup> içeren *Hypericum salsugineum* (Hypericaceae) ve monokotiledonlarda Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> oranı 1'in altında olduğu, fruktoz miktarının da diğer taksonlardan daha yüksek olduğu bulunmuştur. Kuarterner amonyum bileşiklerinden kolin-O-sülfat ve β-alaninbetain'in yüksek miktarda olduğu taksonların Plumbaginaceae familyasından olduğu belirlenmiştir. Zayıf benzerlikleri ile bazı dikotil taksonların bu gruplardan ayrıldığı görülmüştür. İncelenen özelliklerin mevsimsel değişimleri 13 taksonda değerlendirilmiş; klorofil a/b oranı ile klorofil a, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, glukoz ve fruktoz miktarlarının son çiçeklenme döneminde azaldığı belirlenmiştir. İncelenen özelliklerin tuza tolerans mekanizmasındaki rolleri tartışılmıştır.

**Bilim Kodu** : 401.03.01  
**Anahtar Kelimeler** : Tuz Gölü, halofit bitkiler, tuzluluk, osmotik bileşikler, osmotik düzenleme, ekofizyoloji.  
**Sayfa Adedi** : 208  
**Tez Yöneticisi** : Prof. Dr. Hayri DUMAN,  
Prof. Dr. Rukiye TIPIRDAMAZ

**THE ECOPHYSIOLOGY OF SOME ENDEMIC HALOPHYTE PLANTS  
AROUND THE SALT LAKE**

**(Ph. D. Thesis)**

**Gökçen BAYSAL FURTANA**

**GAZI UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**April 2010**

**ABSTRACT**

**Salt tolerance mechanisms of 30 endemic halophyte species which belongs to different families that are natives of Salt Lake area were investigated in terms of the changes in amounts of photosynthetic pigments (chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll contents), inorganic ions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$ ) and organic compounds (glucose, fructose, proline, glycinebetaine, choline-O-sulphate, choline ve  $\beta$ -alaninebetaine). Differences between taxa, families and seasons were analyzed and their relationships with the changes of the amounts of the water content percentage, pH, EC, soluble anion ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ) and cation ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ) of the soil were determined.**

**It has been observed that the stations where the investigated taxa were collected showed differences in soil properties and salt type which were found to be having an effect on plant life in the area, according to their distances to lake and season. It has been determined that either  $\text{NaCl}$  or  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  or both of these salt types are dominant at the stations been studied on. Some taxa were collected from only one station, whereas the others were collected from two or three stations.**

**It has been observed that there are differences in inorganic ion and organic osmolyte contents of taxa. Taxa were classified into 5 groups by cluster and**

factor analyses:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  and glycinebetaine accumulators, glucose and fructose accumulators, choline-O-sulphate and  $\beta$ -alaninebetaine accumulators,  $\text{K}^+$  accumulators and proline accumulators. Taxa that are members of Chenopodiaceae were found to be having the least proline content, on the other hand very high levels of glycinebetaine,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  and  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ratio.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ratio of *Lepidium caespitosum* (Brassicaceae), which showed a high proline,  $\text{Na}^+$  and at the same time  $\text{K}^+$  content, was appeared to be exceeding the value of 1 but lower than that of Chenopodiaceae members.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ratios of *Hypericum salsugineum* (Hypericaceae) and monocotyledones, which contain the least concentrations of  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  and  $\text{K}^+$  are lower than the value of 1 whereas they have higher fructose content than all other taxa. Taxa that are having high amounts of quaternary ammonium compounds, choline-O-sulphate and  $\beta$ -alaninebetaine, were determined as members of Plumbaginaceae. Some dicotyledone taxa were found to be apart from those groups with their weak similarities. Seasonal changes of the investigated plant parameters were evaluated in 13 taxa and it was determined that their chlorophyll a/b ratio, chlorophyll a,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ , glucose and fructose contents were decreased in the last inflorescence period. Roles of those parameters in the salt tolerance mechanisms were discussed.

Science Code : 401.03.01

Key Words : Salt Lake, halophytes, salinity, osmoticums, osmotic adjustment, ecophysiology.

Page Number: 208

Adviser : Prof. Hayri DUMAN,  
Prof. Rukiye TIPIRDAMAZ

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışman hocalarım Prof. Dr. Hayri DUMAN ve Prof. Dr. Rukiye TIPIRDAMAZ'a; çalışmalarım ile ilgili bilgi ve görüşleriyle beni yönlendiren TİK üyesi hocalarım Prof. Dr. Zeki AYTAÇ ve Prof. Dr. Işıl ÖNCEL'e teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarında beni yalnız bırakmayan arkadaşlarım Yrd. Doç. Dr. Mehmet Erkan UZUNHİSARCIKLI, Araş. Gör. Bilgehan BİLGİLİ ve Araş. Gör. Mehmet Ufuk ÖZBEK'e; ayrıca laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Fahriye ÖCAL ve Özge HORASAN'a teşekkür ederim.

NMR cihazının kullanımı ve H-NMR yönteminin uygulanması sırasındaki yardımlarından dolayı Prof. Dr. Canan ÜNALEROĞLU ve Uzman Beray TEMELLİ'ye (H.Ü. Kimya Bölümü); verilerin istatistiksel olarak çözümümleri sırasına verdiği yardımlar için Prof. Dr. Gülen GÜLLÜ (H.Ü. Çevre Mühendisliği Bölümü)'ye teşekkür ederim.

107T200 numaralı proje ile bu çalışmayı destekleyen TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Grubu'na teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında destek ve sevgilerini esirgemeyip, yanımda olan anneme, babama, kardeşime ve eşime teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK BİLDİRİŞLERİ.....	4
2.1. Toprak Tuzluluğu.....	4
2.2. Tuz Stresi.....	9
2.3. Halofitler.....	21
2.4. Halofitlerin Ekonomik Önemi.....	24
2.5. Kaynak Bildirişleri.....	27
2.6. Tuz Gölü.....	38
3. MATERYAL ve METOT.....	41
3.1. Çalışma Alanının Özellikleri.....	41
3.2. Bitki Örnekleme Yöntemleri.....	42
3.3. Bitki Analiz Yöntemleri.....	43
3.3.1. Klorofil analizi.....	44
3.3.2. İyon analizleri.....	44
3.3.3. Prolin analizleri.....	45

3.3.4. Karbonhidrat miktarının belirlenmesi.....	45
3.3.5. Kuarterner amonyum bileşiklerinin analizleri.....	46
3.4. Toprak Analiz Yöntemleri.....	46
3.5. İstatistiksel Analizler.....	47
4. BULGULAR.....	48
4.1. Çalışma Alanının İklimsel, Meteorolojik ve Toprak Özellikleri.....	48
4.1.1. Toprak örneklerinin % su miktarındaki değişimler.....	55
4.1.2. Toprak örneklerinin pH değişimleri.....	56
4.1.3. Toprak örneklerinin EC değişimleri.....	57
4.1.4. Toprak örneklerinin çözünebilir anyon ve katyon miktarlarındaki değişimler.....	59
4.1.5. Toprak verilerinin korelasyon analizi sonuçları.....	66
4.2. Bitki Örneklerine Ait Bulgular.....	67
4.2.1. Farklı bitki taksonlarının fotosentetik pigment, inorganik iyon ve organik bileşik miktarlarındaki değişimler.....	71
4.2.2. Bitkisel özelliklerin farklı istasyonlar arasındaki değişimleri.....	99
4.2.3. Toprak ve taksonlara ait verilerin korelasyon analizi sonuçları.....	103
4.2.4. Taksonlara ait verilerin kümeleme (cluster) ve faktör analizi sonuçları.....	110
4.2.5. Bitkisel özelliklerin bazı taksonlardaki mevsimsel değişimleri.....	115
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	120
KAYNAKLAR.....	141
EKLER.....	160
ÖZGEÇMİŞ.....	206

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Tuz stresine cevapta biriktirilen ürünler ve bunların toleranstaki rolleri (Parida ve Das 2005).....	18
Çizelge 3.1. Toplanan taksonlar ve ait oldukları familyalar.....	43
Çizelge 4.1. 2007-2008 yıllarında arazi çalışmalarının yapıldığı istasyonlara ait lokalite bilgileri.....	49
Çizelge 4.2. İstasyonların 2007-2008 yıllarına ait yıllık iklim değerleri.....	52
Çizelge 4.3. Çalışmaların yapıldığı tarihlerde istasyonlara ait aylık iklim değerleri.....	53
Çizelge 4.4. 2007-2008 yıllarında çalışmaların yapıldığı istasyonlardan alınan toprak örneklerinin pH, EC (dS/m), Çözünebilir anyon ve katyon (me/l) miktarları ve tuz tipleri.....	54
Çizelge 4.5. Toprakların pH durumları için sınıflandırma değerleri (Tüzüner, 1990).....	57
Çizelge 4.6. Toprakların EC değerleri ile tuz ilişkileri (Tüzüner, 1990).....	58
Çizelge 4.7. Toprakta belirlenen özelliklerin birbiri arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları.....	66
Çizelge 4.8. Toplanan taksonlar, ait oldukları familyalar, çiçeklenme dönemleri, tehlike kategorileri ve toplandığı istasyonlar.....	68
Çizelge 4.9. 30 farklı bitki taksonuna ait klorofil a miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00).....	73
Çizelge 4.10. 30 farklı bitki taksonuna ait sodyum miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00).....	76
Çizelge 4.11. 30 farklı bitki taksonuna ait klor miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00).....	78
Çizelge 4.12. 30 farklı bitki taksonuna ait potasyum miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00).....	80
Çizelge 4.13. 30 farklı bitki taksonuna ait kalsiyum miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00).....	82

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 4.14. 30 farklı bitki taksonuna ait $Na^+/K^+$ oranlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00).....	84
Çizelge 4.15. 30 farklı bitki taksonuna ait $K^+/(K^++Na^+)$ oranlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00).....	86
Çizelge 4.16. 30 farklı bitki taksonuna ait fruktoz miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00).....	90
Çizelge 4.17. 30 farklı bitki taksonuna ait prolin miktarı Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00).....	93
Çizelge 4.18. 30 farklı bitki taksonuna ait glisinbetain miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00).....	94
Çizelge 4.19. 30 farklı bitki taksonuna ait kolin-O-sülfat miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00).....	96
Çizelge 4.20. 30 farklı bitki taksonuna ait $\beta$ -alaninbetain miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00).....	97
Çizelge 4.21. Toprak ve taksonlara ait belirlenen özelliklerin birbiri arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları.....	104
Çizelge 4.22. Taksonlara ait belirlenen özelliklerin birbiri arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları.....	109
Çizelge 4.23. Kümeleme analizi sonucu oluşturulan grup ve alt gruplara ait taksonlar.....	111
Çizelge 4.24. Taksonların incelenen özelliklerinin faktör analizi sonuçları.....	112
Çizelge 4.25. Faktör grupları ve bu faktörlerden etkilenen taksonlar.....	112

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. İyon dengesini sağlayan SOS sinyal iletim yolu ve düzenlenişi. SOS1, plazma zarı Na <sup>+</sup> /H <sup>+</sup> zıt yönlü taşıyıcısı; SOS2, serin/treonin kinaz; SOS3, Ca <sup>2+</sup> bağlayan protein; AtHKT <sub>1</sub> , sodyum girişi taşıyıcısı; AKT <sub>1</sub> , K <sup>+</sup> girişi kanalı; NSCC, seçici olmayan katyon kanalı.....	16
Şekil 2.2. Glisin betain sentez mekanizması.....	19
Şekil 2.3. Prolinin sentez mekanizması.....	20
Şekil 4.1. Tuz Gölü ve Çevresinde Eylül 2007-Ekim 2008 tarihleri arasında arazi çalışmalarının yapıldığı istasyonların uydudan görünümü.....	49
Şekil 4.2. Tuz Gölü ve çevresinde Eylül 2007-Ekim 2008 tarihleri arasında arazi çalışmalarının yapıldığı istasyonları gösteren harita.....	51
Şekil 4.3. Toprak örneklerinin % su miktarı.....	55
Şekil 4.4. Toprağın % su miktarının istasyonlara bağlı dağılımı.....	56
Şekil 4.5. Toprak örneklerinin pH değişimleri.....	56
Şekil 4.6. Toprak pH'nın istasyonlara bağlı değişimi.....	57
Şekil 4.7. Toprak örneklerinin EC değişimleri.....	58
Şekil 4.8. Toprak EC'sinin istasyonlara bağlı değişimi.....	59
Şekil 4.9. Toprak örneklerinin Çözünabilir Anyon ve Katyon miktarları (me/l).....	60
Şekil 4.10. Toprak örneklerinin EC ve Na <sup>+</sup> miktarlarının aylara göre değişimi.....	60
Şekil 4.11. Toprak Na <sup>+</sup> miktarının istasyonlara bağlı değişimi.....	61
Şekil 4.12. Toprak K <sup>+</sup> miktarının istasyonlara bağlı değişimi.....	62
Şekil 4.13. Toprak Ca <sup>+2</sup> miktarının istasyonlara bağlı değişimi.....	62
Şekil 4.14. Toprak HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> miktarının istasyonlara bağlı değişimi.....	63
Şekil 4.15. Toprak Cl <sup>-</sup> miktarının istasyonlara bağlı değişimi.....	64
Şekil 4.16. Toprak SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> miktarının istasyonlara bağlı değişimi.....	65

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.17. İstasyonlara göre topraktaki sodyum, klor ve sülfat dağılımı.....	65
Şekil 4.18. Toprağın EC değeri ile Çözünebilir Anyon ve Katyon Miktarları Arasındaki İlişki.....	67
Şekil 4. 19. Çalışmanın yapıldığı istasyonlardan toplanan taksonlar.....	70
Şekil 4.20. Klorofil a miktarlarının farklı taksonlardaki dağılımı.....	72
Şekil 4.21. Taksonların İnorganik İyon miktarları.....	74
Şekil 4.22. Sodyum miktarının farklı taksonlardaki dağılımı.....	75
Şekil 4.23. Klor miktarının farklı taksonlardaki dağılımı.....	77
Şekil 4.24. Potasyum miktarının farklı taksonlardaki dağılımı.....	79
Şekil 4.25. Kalsiyum miktarının farklı taksonlardaki dağılımı.....	81
Şekil 4.26. Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup> oranının farklı taksonlardaki dağılımı.....	83
Şekil 4.27. K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> ) oranının farklı taksonlardaki dağılımı.....	85
Şekil 4.28. Taksonların Glukoz ve Fruktoz miktarları.....	88
Şekil 4.29. Fruktoz miktarlarının farklı taksonlardaki dağılımı.....	89
Şekil 4.30. Taksonların Prolin ve Kuarterner Amonyum bileşik miktarları.....	91
Şekil 4.31. Prolin miktarının farklı taksonlardaki dağılımı.....	92
Şekil 4.32. <i>Kalidiopsis wagenitzii</i> (A), <i>Salsola stenoptera</i> (B) ve <i>Petrosimonia nigdeensis</i> (C) taksonlarının H-NMR spektrumları. t-büt: içsel standart tert-bütanol, GB: glisinbetain, β-AB: β-alaninbetain.....	95
Şekil 4.33. <i>Limonium anatolicum</i> (A), <i>Limonium iconicum</i> (B) ve <i>Limonium lilacinum</i> (C) taksonlarının H-NMR spektrumları. t-büt: içsel standart tert-bütanol, COS: kolin-O-sülfat, β-AB: β-alaninbetain.....	98
Şekil 4.34. Taksonlardaki Na <sup>+</sup> miktarının farklı istasyonlardaki dağılımı.....	100
Şekil 4.35. Taksonlardaki Cl <sup>-</sup> miktarının farklı istasyonlardaki dağılımı.....	101

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.36. Taksonların $Ca^{+2}$ miktarının farklı istasyonlardaki dağılımı.....	101
Şekil 4.37. Taksonların $Mg^{+2}$ miktarının farklı istasyonlardaki dağılımı.....	102
Şekil 4.38. Taksonların prolin miktarının farklı istasyonlardaki dağılımı.....	103
Şekil 4.39. Toprağın % su miktarının taksonlardaki sodyum, glisinbetain ve $\beta$ -alaninbetain ile ilişkisi.....	104
Şekil 4.40. Toprağın % su miktarının taksonlardaki glukoz ve fruktoz ile ilişkisi..	105
Şekil 4.41. Toprağın potasyum miktarının taksonlardaki sodyum ve prolin ile ilişkisi.....	106
Şekil 4.42. Taksonlardaki klorofil a miktarının sodyum ve klor ile ilişkisi.....	106
Şekil 4.43. Taksonlardaki sodyumun glisinbetain ve fruktoz ile ilişkisi.....	107
Şekil 4.44. Taksonlardaki kolin-O-sülfat ile $\beta$ -alaninbetain ilişkisi.....	108
Şekil 4.45. 30 bitki taksonunun kümeleme analizlerine ait dendogram.....	110
Şekil 4.46. Klorofil a miktarlarının mevsimsel değişimi.....	116
Şekil 4.47. Klorofil a/b oranlarının mevsimsel değişimi.....	116
Şekil 4.48. Kalsiyum miktarlarının mevsimsel değişimi.....	117
Şekil 4.49. Magnezyum miktarlarının mevsimsel değişimi.....	117
Şekil 4.50. $Na^+/Ca^{+2}$ oranlarının mevsimsel değişimi.....	118
Şekil 4.51. $Cl^-/Toplam$ katyon oranlarının mevsimsel değişimi.....	118
Şekil 4.52. Glukoz miktarlarının mevsimsel değişimi.....	119
Şekil 4.53. Fruktoz miktarlarının mevsimsel değişimi.....	119

## SİMGELER VE KISALTMALAR

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

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
$\mu\text{g}$	Mikrogram
$\mu\text{mol}$	Mikromol
ha	Hektar
$\text{Ca}^{+2}$	Kalsiyum iyonu
$\text{Cl}^-$	Klor iyonu
$\text{HCO}_3^-$	Bikarbonat iyonu
$\text{K}^+$	Potasyum iyonu
$\text{Mg}^{+2}$	Magnezyum iyonu
$\text{Na}^+$	Sodyum iyonu
$\text{SO}_4^{-2}$	Sülfat iyonu
<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
Cho	Kolin
COS	Kolin-O-sülfat
EC	Electrical Conductivity (Elektriksel iletkenlik)
GAZI	Gazi Herbaryumu
GB	Glisin betain
ÖBA	Önemli Bitki Alanı
ÖÇKB	Önemli Çevre Koruma Bölgesi
$\beta$ - AB	$\beta$ - Alanin betain



## 1.GİRİŞ

Toprak tuzluluğu, bitki büyüme ve gelişmesini, sonuçta da verimi etkileyen önemli çevresel faktörlerden biridir. Dünyada tuzlanma nedeniyle üretkenliği kısıtlanmış 954 milyon hektar alan bulunmaktadır [Akbaş ve Güvensen, 2000]. Ülkemiz tarım alanlarında sorunlu topraklar yaklaşık 4,3 milyon ha alan kaplamaktadır. Bu sorunlu alanların 1,5 milyon hektarında çoraklık, 2,8 milyon hektarında ise yetersiz drenaj sebebi ile kültür bitkisi yetiştirilememektedir [Sönmez ve ark., 1996].

Dünya üzerinde geniş ve dağınık bir yayılışa sahip olan tuzlu bataklıklar dünya karasal alanının %10'unu kaplamaktadır [O'Leary ve Glenn, 1994]. Toprak tuzluluğu, arazi kaybı bakımından en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmesine rağmen; bu alanlar birçok endemik ve nadir bitki türüne ve göçmen su kuşlarına barınak teşkil etmeleri nedeniyle korunmaları gerekli çok önemli alanlardır [Costa ve ark., 1987; Rogel ve ark., 2001].

Tuzlu topraklar tarıma uygun olmayan verimsiz sahalardır. Dünyanın birçok yerinde tuzlu alanlarda drenaj kanalları açılarak topraklardan tuz yıkanarak uzaklaştırılır ve bu sayede tarıma kazandırılmaya çalışılır. Aynı uygulama Tuz Gölü'nü çevreleyen geniş düzlüklerde de yapılarak birçok alan, yeraltı sularından yararlanılarak sulu tarıma uygun hale dönüştürülmüştür. 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 (kazayağgiller) 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].

Tuzluluk sorunu olan toprakların kullanılmasında mümkün olan alternatiflerden birisi, tuza dayanıklı ve aynı zamanda ekonomik ürün verebilen bitki türlerinin belirlenerek bu alanlarda yetiştirilmesini sağlamaktır [Ashraf ve ark., 1986]. Bitkilerde tuza dayanıklılık, NaCl gibi tuzların varlığında meydana gelebilecek yıkımlardan korunmak ve büyüebilmek için bitkinin kullandığı multigenik bir özelliktir [Hurkman, 1992]. Tuzlulukta, bitkiler tuz birikimi sonucu oluşan tuz toksisitesi ve ortamdaki düşük su potansiyelinin oluşturduğu osmotik stresle mücadele etmek zorundadır [Greenway ve Munns, 1980]. Bitkilerin tuzluluğa karşı iki farklı mekanizma geliştirdikleri Levitt (1980) ve Marshner (1995) tarafından ortaya konmuştur. Buna göre eğer bir bitkide tuzdan sakınım (exclusion) ve tuz kabullenme (inclusion) mekanizmalarından biri iyi gelişmiş ise bu bitki genotipinin tuza toleransı yüksek olmaktadır. Tuz stresi ile karşı karşıya kalan bitkilerin ya topraktan çeşitli iyonları alarak ya da organik bileşikler sentezleyerek osmotik uyum sağladıkları bildirilmiştir [Ashraf, 1994]. Tuzluluğa daha fazla tolerant olan halofitlerin çoğunluğunun tuz biriktirici (includer) oldukları ve dokularındaki yüksek tuz miktarının zararlı etkilerine karşı kendilerini koruyabildikleri Flowers ve arkadaşları (1986) tarafından da bildirilmiştir. Ancak tuzluluğa karşı bitkinin ortaya koyduğu dayanıklılık mekanizması henüz tam olarak anlaşılmış değildir [Babourina ve ark., 2002]. Glikofit (tuza toleranslı olmayan) bitkilerin tuz toleransının geliştirilmesinde halofit bitkilerin genetik özelliklerinin ve ilgili olarak tuzluluğa karşı geliştirdikleri adaptasyon mekanizmalarının anlaşılması önemlidir. Yani, halofitlerin tuz mekanizmaları üzerine yapılan araştırma sonuçları, tuza dayanıklı glikofit bitkilerin yetiştirilmesi ile ilgili biyoteknolojik çalışmalar için büyük önem taşımaktadır.

İç Anadolu Bölgesi'nde özellikle Tuz Gölü çevresinde tuz oranının oldukça fazla olduğu topraklar üzerinde halofit bitkiler yaygındır. Önemli kısmı endemik olan bu halofit bitkiler bu özellikleri ile önemli birer gen kaynağıdır. Aynı zamanda bölgedeki çevre baskısı nedeniyle bu önemli gen kaynakları tehdit altındadır [Adıgüzel ve ark., 2005]. Bölgenin tuzcul bitki vejetasyonu ile ilgili çalışmalar yapılmış olmasına karşın, bu halofit bitkilerin tuza adaptasyon mekanizmaları ile ilgili karşılaştırmalı bir fizyolojik çalışma bulunmamaktadır.

Sahip olduğu tuz rezervi, biyolojik çeşitlilik ve Önemli Bitki Alanları (ÖBA) gibi değerleri açısından ülkemiz için önemli bir doğal kaynak olan Tuz Gölü çevresinde yetişen farklı familyalara ait 30 endemik halofit bitki taksonunun tuza uyum mekanizmalarını araştırmak amacıyla yürütülen çalışmada, fotosentetik pigmentlerin (klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil), inorganik iyonların ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$ ) ve organik bileşiklerin (glukoz, fruktoz, prolin, glisinbetain, kolin-O-sülfat, kolin ve  $\beta$ -alaninbetain) miktarlarındaki değişimler, takson ve familyalar arasındaki farklılıklar, mevsimsel farklılıklar incelenerek bunların toprağın % su, pH, EC, çözünebilir anyon ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ) ve katyon ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ) miktarlarındaki değişimler ile ilişkileri aydınlatılmaya çalışılmıştır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

### 2.1. Toprak Tuzluluğu

Dünyada toplam arazi yüzeyinin yaklaşık % 10'unu kaplayan çorak topraklar tarımı etkileyen temel sorunlardan birisi olduğu gibi, çevresel yönden de bir dünya sorunu olarak kabul edilmektedir. Bütün iklim kuşaklarında oluşabilen tuzluluk, kurak koşullarda daha yaygın ve hızlı olarak gelişir [O'Leary ve Glenn, 1994].

Kurak ve yarı kurak bölgeler Dünyadaki toplam alanın yaklaşık % 46'sını kaplar. Bu iklim bölgelerinde sulanan alanların 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. Birleşmiş Milletlerin çalışmaları çerçevesinde elde edilen verilerden açık bir şekilde anlaşıldığına göre, tuzluluk ve beraberindeki sorunlar, Kuzey, Orta ve Güney Amerika'da, Doğu ve Güneydoğu Asya'da özellikle Hindistan, Pakistan ve Çin'de; Afrika'da Sudan, Mısır, Libya, Tunus, Cezayir, Fas'ta ve Avustralya'da ortaya çıkmakta ve giderek büyümektedir [[www.khgm.gov.tr](http://www.khgm.gov.tr)].

Daha fazla yiyecek talep eden ve sürekli artan bir nüfus ile verimli arazilerin bozulmasının aynı zamanda ortaya çıkması, çorak toprakların oluşumunda insan faktörünün önemini göstermektedir. Yapılan bir tahmine göre önümüzdeki 75 yıl içinde tarım arazilerinin yaklaşık, sadece % 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 [Szabolcs, 1991].

Toprak tuzluluğu, bitki büyüme ve gelişmesini, sonuçta da verimi etkileyen önemli çevresel faktörlerden biridir. Toprak, bitki büyüme ve gelişmesi için gerekli çözünebilir tuzları içerir. Ancak toprakta bulunan çözünebilir tuzlar bitki tolerans limitinden daha yüksek zararlı seviyelere ulaştığında bitki büyüme ve gelişmesinde problemler ortaya çıkar. Toprak tuzluluğu, çoğunlukla NaCl tuzlarına bağlı olarak gelişir. Toprak çözeltisinde bulunan NaCl miktarı normal toprakta % 0,5 (85 mM) dir. Toprakta bulunan tuzlar  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  ve  $\text{K}^+$  gibi katyonlar ile  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$  ve  $\text{CO}_3^-$  gibi anyonlardan oluşmaktadır [Munns ve Termaat, 1986]. Genel olarak bitkilerin gelişmesi için çok az sodyuma ihtiyaç vardır. Topraktaki yüksek sodyum toprağın tek tip yapı kazanmasına sebep olur, toprağın hava ve su geçirgenliğini kötüleştirerek, bitki gelişmesini de olumsuz etkiler. Kalsiyum ve magnezyum bitkilerin normal gelişimi ve kaliteli toprak için gerekli olduğundan, genellikle sulama suyunda bulunması istenir. Sulama sularındaki  $\text{Mg}^{+2}$  ve  $\text{Ca}^{+2}$  katyonları toprağı daha geçirgen ve işlenebilir halde tutarlar. Ancak, yüksek konsantrasyonlarda kalsiyum ve magnezyum tuzları, bitkilerde toksik etkide bulunur. Magnezyumun toksik etkisi ise nispeten yüksek konsantrasyonlardaki  $\text{Ca}^{+2}$  ile azaltılabilir. Düşük konsantrasyonlardaki potasyum, bitki için gerekli olduğu halde yüksek potasyum konsantrasyonu toksik etki yapmaktadır ve  $\text{Ca}^{+2}$  ile bu etki azaltılır. Klor en problemli anyondur ve belirli konsantrasyonların üzerine çıktığında, bitkide yaprakların yanmasına ve gelişiminin durmasına neden olmaktadır. Sülfat sulama sularında klordan daha az toksiktir. Yüksek konsantrasyonlarda sülfat iyonu kalsiyum çökmesine neden olur ve bitkilere de toksik etki eder. Bikarbonat konsantrasyonunun toksik etkisi bitki cinslerine göre değişmektedir ve bazı hallerde düşük konsantrasyonlarda dahi zararlı olabilir. Yapılan araştırmalar bikarbonatın, bitkinin besin maddeleri alımını ve metabolizmasını etkilediğini ve bu etkilenmenin derecesinin de bitki çeşidine göre farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca sulama sularında bikarbonat iyonlarının yüksek konsantrasyonda bulunması halinde sodyum zararı da artmaktadır [Ayyıldız, 1990]. Bu anyon ve katyonlardan baskın olanına göre toprağın tuz tipi belirlenmektedir. Kalsiyum sülfat tuzunun çözünürlüğü düşük olup (1.9 g/l) fizyolojik olarak bitkilere zararı söz konusu değildir. Ancak kurak bölgelerdeki toprakta çok fazla miktarlarda kalsiyum sülfatın birikmesi (%50-90), bütün horizonun çimentolaşmasına ve dolayısıyla bitki büyümesinin olumsuz

yönde etkilenmesine sebep olmaktadır. Magnezyum sülfat; yüksek çözünürlüğünden dolayı (262 g/l) bitkilere en zararlı tuzlardan biridir. Sodyum sülfat; tuzlu toprakların, tuzlu suların ve tuzlu çamurların tipik bir unsurudur. Toksik etkisi magnezyum sülfata nazaran daha azdır. Çözünürlüğü sıcaklık yükseldikçe artmaktadır (10 °C'de 83 g/l; 30 °C'de 290 g/l). Mevsimsel değişimler nedeniyle MgSO<sub>4</sub>, MgCl gibi diğer çözünebilir tuzlarla birlikte toprak yüzeyine doğru yükselir. Sıcak ve ılık mevsimlerde toprakların üst horizonlarında birikir, tuzlu üst toprağın oluşumuna neden olur. Magnezyum klorür; tuzlu topraklarda ve taban suyunda oldukça yaygındır. Yüksek çözünürlüğünden dolayı (353 g/l) bitkiler için oldukça yüksek toksik etkiye sahiptir. Sodyum klorür; sodyum sülfat ve magnezyum sülfatla birlikte tuzlu topraklarda en yaygın ve geniş bir şekilde bulunan bir tuz çeşididir. Yüksek çözünürlüğünden dolayı (264 g/l) oldukça toksiktir. NaCl'ün % 0.1 düzeyinde bulunmasıyla bitkiler olumsuz etkilenmeye başlarlar. % 2.5 NaCl içeren topraklar tamamen kıraç topraklardır. Potasyum klorür; sodyum klorür ile benzer kimyasal özelliklere sahiptir. KCl'ün çözünürlüğü 347 g/l dir. Fazlalığında bitkilere zehir etkisi yapabilir [Ramakrishna, 1977; Sharma ve Gupta, 1986].

Kültür bitkilerinin normal büyüme ve gelişmelerini engelleyecek kadar eriyebilir tuz bulunduran topraklara tuzlu topraklar; ürün verimini sınırlamaya yetecek miktarda eriyebilir tuz ve adsorbe edilmiş sodyum ihtiva eden topraklara tuzlu-sodyumlu topraklar; bitkilerin gelişmelerini önleyecek miktarda sodyum bulunduran topraklara da sodyumlu topraklar denir [Ramakrishna, 1977; Sharma ve Gupta, 1986]. Sodyumlu topraklara genellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde rastlanır ve bu topraklarda hakim katyon sodyum, anyon ise klor, sülfat ve bikarbonattır. Buna karşın, tuzlu toprakların içerdiği başlıca tuzlar sodyum, kalsiyum ve magnezyumun klorür ve sülfatlarından ibaret nötr tuzlardır. Bu tuzlar yaz aylarında arazinin üzerini ince bir kabuk halinde örttüğü için bunlara “beyaz alkali topraklar” veya “solonçak” adı da verilmektedir. Düşük yağmur ve yüksek sıcaklığa sahip kurak ve yarı kurak bölgelerde ortaya çıkmakla birlikte; toprağa bağlı özellikler, yetersiz drenaj ve yanlış sulamalarda toprak tuzluluğunu oluşturan diğer faktörlerdir [Ramakrishna, 1977; Sharma ve Gupta, 1986].

ABD tuzluluk laboratuvarının sınıflandırmasına göre; elektriksel iletkenlik değerleri 4 dS/m'den yüksek, değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) % 15'den az topraklara tuzlu topraklar, elektriksel iletkenlik değerleri 4 dS/m'den düşük, değişebilir sodyum yüzdesi % 15'den fazla topraklara sodyumlu topraklar, elektriksel iletkenlik değerleri 4 dS/m'den yüksek, değişebilir sodyum yüzdesi % 15'den fazla topraklara da tuzlu-sodyumlu topraklar denir. Tuzluluk ve sodyumluluk sorunu içeren toprakların % 60'ı hafif tuzlu, % 19'u tuzlu, % 0,4'ü sodyumlu, % 12,8'i hafif tuzlu- sodyumlu ve % 8'i ise tuzlu-sodyumludur [Eyüpoğlu, 1998].

Toprak tuzluluğu ya toprağın mineral yapısı nedeniyle önceden beri mevcut olabilir (primer tuzluluk) ya da doğal olaylar sonucu veya insan faktörünün etkisiyle sonradan oluşabilir (sekonder tuzluluk). Toprakların bitkilere zarar verecek derecede tuzlanmasının temel nedenleri; kimyasal ayrışmalar sonucunda ana kayadan toprağa karışmaları, su ve rüzgar etmenleriyle taşınmaları, çözünebilir tuzların toprak katmanlarında ve taban suyunda birikmesi, yada mevcut taban suyunun yükselmesine bağlı olarak tuzların toprak yüzeyine taşınması, sulama suyunun kalitesizliği, sulama suyunda aşırı düzeyde eriyebilir tuzların bulunması, topraktaki orijinal tuz birikintileri, tuzcul bitkilerin dökülen organları ve kök bölgesinde tuz yığılması olarak gösterilmektedir [Epstein ve ark., 1980; Quamme ve ark., 1983; Sönmez, 2003].

Bitkiler normal koşullarda genellikle % 0,004-2 oranında sodyum içermektedir [Bergmann, 1992]. Tuz stresine neden olacak tuzluluk konsantrasyonlarında, bitkilerin ihtiyaç duydukları miktarın çok üzerinde sodyum ve klor iyonu bulunmaktadır.

Sodyum bitkide hem floem, hemde ksilemde hareket edebilme olanağına sahip bir element olarak bilinmektedir [Marschner, 1997]. Bohra ve Döffling (1993), tuz stresinde bitkinin kök bölgesinde iyon dengesinin bozulduğunu; artan miktardaki sodyum alımının, diğer mineral maddelerin alımı ile rekabete girerek beslenme noksanlığına yol açtığını bildirmektedir. İyon dengesizliğinin ve köklerde hücre zarı

geçirgenliği bozulmasının bitkinin beslenme rejimini etkileyerek, metabolik olaylarda kullanılan temel bazı elementlerin alımını önlediği, bunun da fizyolojik sorunların ortaya çıkmasına neden olacağı ileri sürülmektedir [Villora ve ark., 1997]. Levitt (1980), ortamda sodyum klorürün fazla olması durumunda, bitkiler tarafından  $\text{Na}^+$  iyonunun gereğinden fazla alındığı ve oluşan rekabet nedeniyle  $\text{K}^+$  iyonu alımında azalmaların ve böylece  $\text{K}^+$  noksanlığının ortaya çıktığını ifade etmektedir. Yüksek sodyum iyonunun bulunduğu ortamda bitkide potasyum alımının azaldığı bilinen bir gerçektir [Ashraf, 1994; Lazof ve Cheesemann, 1988; Chow ve ark., 1996]. Bitki genotiplerinin farklı oranlarda  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$  absorpsiyonu yapması ve böylece bünyelerinde farklı  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranlarına sahip olmasının tuzluluğa dayanım konusunda rol oynadığı Heimler ve ark. (1995), Yu ve arkadaşları (1998), Tester ve Davenport (2003), Zhu (2003), Volkov ve arkadaşları (2003), Ghars ve arkadaşları (2008) tarafından gösterilmiştir.

Yüksek tuz konsantrasyonları, bitkinin kalsiyum alımını ve taşınımını azaltmakta, kalsiyum yetersizliği ve bitkide iyon dengesizliğine neden olmaktadır [Cramer ve ark., 1986; Huang ve Redmann, 1995]. Kalsiyum, tuz stresinde bitki açısından olumlu etkiye sahip bir elementtir. Yüksek dozda dışsal kalsiyum uygulaması, hücre zarının  $\text{Na}^+$  iyonuna karşı geçirgenliğini azaltmaktadır. Bu şekilde sodyumun pasif alımla hücre içinde ve bitkide birikmesini önlemektedir [Hoffman ve ark., 1989; Whittington ve Smith, 1992]. Kalsiyumun tuz stresine karşı koruyucu bir rol oynamasını çeşitli mekanizmalarla açıklamaya çalışan araştırmacıların ortak düşünceleri; kalsiyumun hücre zarını sağlamlaştırması ve iyon alımı ile taşınımında seçiliğin kontrolünü sağlaması yönündedir.  $\text{Ca}^{+2}$  iyonunun, hücre zarındaki negatif yüklü temel gruplarla çapraz bağlantı yapması ve bu şekilde hücre zarının yapısal bütünlüğünün korunduğu da yapılan açıklamalarda yer almaktadır [Cramer ve ark., 1986; Lauchli, 1990; Niu ve ark., 1995]. Rengel (1992), kalsiyum elementinin hücre zarına bağlanarak geçirgenliği kontrol altında tuttuğunu, hücre içinde bulunan kalsiyumun dışarı verilmesini engellediğini ileri sürmektedir. Kalsiyum ve potasyum, iyonların hücre zarından seçici olarak taşınmasında birbirine benzer davranışlar sergilerler [Fageria, 1983]. Bitkideki  $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$  oranı, aynen düşük  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranında olduğu gibi kök hücre zarlarındaki seçiciliğin bozulmasına yol açmakta, bunun



sonucu olarak sodyumun hücre içine pasif alımı ve bitkide toksik düzeyde birikimi ortaya çıkmaktadır.

Özellikle ülkemiz gibi çoğunluğu kurak ve yarı kurak iklim kuşağında bulunan yörelerde, sulama projelerinin işletmeye açılmasından sonra, sulama suyunun kontrolsüz ve bilgisiz olarak araziye verilmesi, drenajın yetersiz olması ve su kayıplarının yüksek olması gibi etmenler nedeniyle verimli olan arazilerde drenaj sorunlarıyla birlikte tuzluluk ve sodyum fazlalığı sorunları ortaya çıkmıştır. Ülkemizde yapılan arazi etütlerine göre sulanabilir özellikteki 12.5 milyon ha arazinin yaklaşık 1.5 milyon hektarında tuzlu ve sodyumlu topraklar, 2.8 milyon hektarında ise yetersiz drenaj sonucu bozulmuş topraklardan oluşmuştur. Bu rakamlara göre sorunlu araziler sulanabilir özellikteki alanlarımızın üçte birini kaplamaktadır. Özellikle ilk sulamaya açılan Konya, Niğde ve Adana gibi illerimizde sorunlu toprakların daha yoğun olduğu görülmektedir [Sönmez, 1990].

## 2.2. Tuz Stresi

Bitkilerin tuzluluğa karşı geliştirdikleri iki farklı mekanizma Levitt (1980) ve daha sonraki yıllarda Marshner (1995) tarafından anlatılmıştır. Buna göre eğer bir bitkide tuzdan sakınım (exclusion) ve tuz kabullenme (inclusion) mekanizmalarından biri iyi gelişmiş ise bu bitki genotipinin tuza toleransı yüksek olmaktadır. Tuzdan sakınım mekanizmasına sahip olan bitkiler, tuzun alınmasını sınırlayarak toksisiteyi önleme yolunu kullanmaktadırlar. Bu bitkiler tuzu bünyesinden uzak tutarak hücre içindeki tuz konsantrasyonunu sabit olarak koruyabilmektedirler. Tuzdan sakınım (exclusion) yolu ile iyon toksisitesi minimize edilir, fakat bu durumda su kıtlığı durumu hızlanır, dolaylı olarak ta CO<sub>2</sub> alınımı azalır. Diğer yandan, tuzun emilimi osmotik ayarlamayı kolaylaştırır fakat toksisite ve besin dengesizliğine neden olabilir. Tuz toleransı için Tuzdan sakınım mekanizmasına sahip olan bitkilerde (excluder) tuz, meristemden ve özellikle yapraklardan uzak tutulur. Bu bitkilerde ya organik osmolitlerin yada inorganik iyonların birikimiyle osmotik ayarlama yapılır. Bu tür bitkilerde (excluder), sitoplazmada Na<sup>+</sup> konsantrasyonunu düşük tutmak ve K<sup>+</sup> dengesini

korumak için bitkilerin sahip olduğu yeteneği tuz toleransı için önemli bir belirleyici gibi görünmektedir [Koyro ve ark., 2009].

Bazı bitkilerde tuzun bünyeye alınması (inclusion) özel bir mekanizmadır ve özellikle  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  gibi inorganik iyonların organ, doku ve hücrede birikimi yoluyla gerçekleşir [Ashraf, 2004]. Tuzu kabullenme (inclusion) mekanizmasına sahip bitkiler  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarına doku toleransı göstermektedirler. Bitki  $\text{Na}^+$  iyonunu fazlaca aldığı halde, zararlanma belirtisi göstermiyor veya çok az etkileniyorsa doku toleransından söz edilebilir. Bu tip bitkilerde tuzun hücreler içinde tutulduğu ve tuz bezleri gibi özelleşmiş hücrelerde biriktirildiği bilinmektedir. Pek çok halofit dikotil ve bazı tuza toleranslı glikofitler tuzu kabullenenler ( $\text{Na}^+$  includer) olarak bilinmektedir [Ashraf, 2004]. Bu tolerans mekanizmaları esas anlamda kabul ediliyor olsa da, tuza toleransın mekanizması henüz tam olarak açıklanmış değildir [Babourina ve ark., 2000].

Tuzluluğun bitki gelişimi üzerindeki olumsuz etkileri temel olarak; iyon toksisitesi ( $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ ), osmotik stres ve beslenme bozukluklarıdır [Greenway ve Munns, 1980; Lauchli, 1986; Munns ve Termaat, 1986; Yeo ve ark., 1991]. Marschner (1995) önceki çalışmaların ışığında bazı yeni yaklaşımlarla tuz stresinin bitki büyümesi üzerindeki sınırlayıcı etkisini dört grup altında değerlendirmiştir:

- 1- Yüksek tuzluluk, toprağın düşük su potansiyeli ile ilgilidir ve su stresine benzer semptomları ortaya çıkarır.
- 2- Değişen  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranlarından kaynaklanan özel iyon streslerine neden olur.
- 3- Bitkiler için zararlı  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  birikimine neden olur.
- 4- Yüksek  $\text{NaCl}$  seviyeleri iyon dengesizliğini artırır (örn.  $\text{Ca}^{+2}$ ) ve zarar verici semptomlara öncülük edebilir.

Bitkilerin çoğu tuzlu topraklarda yetiştirildiklerinde, osmotik düzenleme sonucu su potansiyellerini düşürerek turgor kaybını önlemektedir. Düşük su potansiyelinin yanında, hücrede özellikle  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ya da  $\text{SO}_4^{-2}$  gibi iyonların zararlı

konsantrasyonlarda birikmesi, spesifik iyon toksisitesi sorununu ortaya çıkarmaktadır [Bressan ve ark., 1990].

Bitkilerin tuzdan etkilenme dereceleri çevre faktörlerine ve büyüme gelişme dönemlerine bağlı olarak farklı olabileceği gibi bitki familyalarının ve hatta aynı tür içindeki bireylerin de tuzluluğa gösterdikleri reaksiyonlarda farklılıklar olduğu bilinmektedir [Shannon, 1995]. Bitkilerde farklı şekillerde ortaya çıkan “tuz toleransı”; Ashraf (1994) tarafından “yüksek oranlarda çözünebilir tuz içeren ortamlarda bitkilerin büyüme ve gelişme yeteneği” olarak tanımlanmıştır.

Tuz tolerans mekanizmaları basit ya da karmaşık olabilir. Basit mekanizmalar biyokimyasal yolların farklılaşması şeklinde oluşur. Daha karmaşık mekanizmalar ise fotosentez ve respirasyonda [Botella ve ark., 1994]; kromatin ve kromozom yapısında meydana gelen önemli olaylardaki değişiklikleri kapsar [Walbot ve Cullis, 1985].

Bitkiler tuz stresinin üstesinden gelmek için değişik moleküler ve biyokimyasal mekanizmalar geliştirmiştir. Biyokimyasal stratejiler; (1) kabul etmeme, (2) kökler tarafından iyon alınımının kontrolü ve yapraklara taşınması, (3) hücrel ve tüm bitki düzeyinde iyonların belli bölgelerde tutulması, (4) denge oluşturan osmotik bileşiklerin sentezi, (5) fotosentetik yolda değişme, (6) membran yapısında değişme, (7) antioksidan enzimlerin indüklenmesini ve (8) bitki hormonlarının indüksiyonunu içerir [Iyengar ve Reddy, 1996; Parida ve Das, 2005].

Kloroplastlarda yüksek konsantrasyonlarda  $\text{Na}^+$  ve/veya  $\text{Cl}^-$  birikince fotosentez engellenir. Fotosentezdeki elektron transferi tuzlara nispeten duyarsızdır. Buna karşın karbon metabolizması ya da fotosforilasyon etkilenebilir [Seemann ve Critchley, 1985]. Fotosentezdeki azalmalar çeşitli faktörler ile ilişkilidir. Bunlar;

- 1- Hücre zarları dehidrasyonunun  $\text{CO}_2$  geçirgenliğini azaltması,
- 2- Tuz toksisitesi,
- 3- Stomanın hidroaktif kapanması nedeniyle  $\text{CO}_2$  alınımının azalması,

- 4- Tuzlulukla indüklenen senesens artışı,
- 5- Sitoplazmik yapıdaki değişimlerin indüklediği enzim aktivitesindeki değişiklikler [Iyengar ve Reddy, 1996; Parida ve Das, 2005].

Tuz stresi, hücre büyümesini olumsuz yönde etkilediği ve muhtemelen bunun nedeninin su kaybını azaltmak için stomaların kapatılması nedeniyle CO<sub>2</sub> alınımının sınırlanması ve fotosentezin azalması olduğu Robinson ve arkadaşları (1997) tarafından da bildirilmektedir.

Bitki açısından tuzlu bir ortamda dokunun su potansiyelini dengelemek için iyon kullanımının metabolik enerji maliyeti, karbonhidratların ve amino asitlerin kullanımından daha düşüktür; çünkü karbonhidrat ve amino asit üretiminin enerji maliyeti çok daha yüksektir [Liu ve Zhu, 1997; Yassenn ve Abu-Al-Basal, 2010]. Diğer yünden, yüksek iyon konsantrasyonları sitosoldeki pek çok enzim için toksiktir. Bu nedenle sitosolde iyonların toksik konsantrasyonlarını en aza indirmek için vakuolde biriktirilmeleri gerekir. NaCl, tuzluluk stresi altındaki bitkilerin en bol karşılaştıkları tuz olduğundan, Na<sup>+</sup>'un vakuolde birikimini kolaylaştıran taşıma sistemleri büyük önem taşımaktadır [Binzel ve ark., 1988]. Hem Ca<sup>+2</sup> hem de K<sup>+</sup> hücre içi Na<sup>+</sup> konsantrasyonlarını etkilemektedir [Zhong ve Lauchli, 1994]. Kalsiyum, K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> seçiciliğini ve dolayısıyla tuza toleransı arttırmaktadır [Liu ve Zhu, 1997].

Bitkilerin kök ortamındaki osmotik basınç değişimlerine karşı kendi osmotik durumlarını ayarlayabilmeleri için özel mekanizmalara sahip olmaları gerekmektedir. Bitkilerin osmotik durumlarını ayarlamaları 'osmotik düzenleme' olarak da tanımlanmaktadır [Rains, 1972]. Osmotik denge tuzlu koşullarda büyüyen bitkiler için temeldir. Bu dengenin kaybı sonucunda hücre su kaybeder ve ölür. Tuz stresi ile karşı karşıya kalan bitkilerin ya topraktan çeşitli iyonları alarak ya da organik bileşikler sentezleyerek osmotik düzenlemeyi gerçekleştirdikleri bildirilmiştir [Ashraf, 1994]. Bitkilerin tuz toleransı ile osmotik düzenleme arasında bir ilişki

olduğu birçok araştırmacı tarafından ileri sürülmüştür [Greenway ve Munns, 1980; Yeo ve Flowers, 1986; Weimberg, 1986].

Tuza duyarlı bitkiler, tuz alınımını kısıtlarlar ve prolin, glisin betain, şekerler gibi denge oluşturan uygun bileşikleri sentezleyerek osmotik basınçlarını ayarlarlar [Greenway ve Munns 1980]. Tuza toleranslı bitkiler ise tuzu hücrede vakuollerinde bölmelendirip biriktirerek, sitoplazmadaki tuz konsantrasyonlarını kontrol eder ve hücrelerdeki  $K^+/Na^+$  un yüksek oranını korur ve kontrol eder [Glenn ve ark., 1999]. Tuz stresine karşı su dengesini korumak için inorganik iyonları biriktirmesi “halofitik tepki”; organik bileşiklerin sentezlenmesi ve iyonların dışarıda bırakılması “glükofitik tepki” olarak tanımlanmaktadır [Ashraf, 2004].

Bitkilerde iyon alınımı ve lokalizasyonunun dengelenmesi tuzlu koşullarda daha da önem kazanır. Gerek glükofit gerekse halofit bitkiler sitoplazmada yüksek miktarlarda tuzu tolere edemezler. Bu nedenle aşırı tuzu ya vakuolde tutarlar ya da farklı dokularda metabolik fonksiyonlarda kullanmak için lokalize ederler [Iyengar ve Reddy, 1996]. Glükofitler sodyum alınımını sınırlandırır ya da yaşlı dokularında depo bileşiği olarak biriktirirler [Cheeseman, 1988].

Tuz stresi iyonik dengesizliğe sebep olur. İyonik dengesizlik, hücreler üzerine yıkıcı etkisi olan aşırı  $Na^+$  ve  $Cl^-$  dan kaynaklanır. Bu nedenle bitkinin büyümesi ve hayatta kalması, iç dengeyi (homeostasis) yeniden düzenleyebilecek adaptasyonlara bağlıdır. Ayrıca yüksek tuzluluk, suyun kimyasal aktivitesini azaltarak hücrede turgor kaybına yol açan hiperosmotik şoka neden olur [Zhu ve ark., 1997; Serrano ve ark., 1999].

Yüksek NaCl alınması, diğer iyonlar ve özellikle de K alınımı ile rekabet eder; bu da  $K^+$  eksikliğine yol açar. Artan tuz uygulamaları bazı bitkilerde  $Na^+$  ve  $Cl^-$  seviyelerinde artışa,  $Ca^{+2}$ ,  $K^+$  ve  $Mg^{+2}$  miktarlarında azalmaya neden olur. [Parida ve Das, 2005].

Sitoplazmada  $Na^+$  un düşük seviyelerde muhafaza edilmesi önemlidir. NaCl floemden dışlanır, böylelikle çiçeklere ve tohumlara ulaşamaz. Bitkiler, vakuolde

sodyum birikimi ve hücre zarından  $\text{Na}^+$  çıkışının artışıyla tuz stresine karşılık verir. Aşırı tuzlulukta bitkilerin büyümesi için sitoplazmadaki yüksek  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  konsantrasyonlarının korunması şarttır. Sitoplazmada yüksek  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranının korunması için bitkiler tarafından kullanılan stratejiler;  $\text{Na}^+$ 'un hücre dışına çıkarılması veya  $\text{Na}^+$  iyonlarının vakuolde bölmelenmesi'dir. Tuz toleransı yalnızca Na toksisitesine adaptasyonu değil ayrıca  $\text{K}^+$ 'un kazanımını da kapsamaktadır. İki iyonun kimyasal benzerliğine bağlı olarak yüksek dışsal  $\text{Na}^+$  konsantrasyonu  $\text{K}^+$  alınımını etkilemektedir. Bu yüzden  $\text{Na}^+$  üzerine  $\text{K}^+$ 'un iyi seçiciliğini kapsayan  $\text{K}^+$  transport sistemleri tuz toleransının belirlenmesinde önemli olabilir.

$\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ 'un toksik etkileri benzerdir [Tester ve Davenport, 2003]. Yüksek  $\text{Na}^+$  kökte hücre zarlarından  $\text{Ca}^{+2}$  ile yer değiştirebilir, bu da kökteki hücrelerden  $\text{K}^+$ 'un sızmasında artışa neden olabilir. Bu ayrıca  $\text{Ca}^{+2}$ 'un dışarı çıkışını arttırıp, içeri alınışını azaltabilir.  $\text{Ca}^{+2}$ 'un içeri alınışının azaltılması  $\text{Ca}^{+2}$  alınımından sorumlu plazma zarındaki proteinin konsantrasyonunun azalmasından kaynaklanır. Spesifik iyonların toksisitesi, iyon zararlanması ve iyon dengesizliğine özellikle  $\text{Ca}^{+2}$ 'un azalmasına neden olabilir [Munns, 2002]. Diğer taraftan da  $\text{Ca}^{+2}$ , köklere  $\text{Na}^+$  girişine izin veren voltaja duyarsız monovalent kanalların  $\text{Ca}^{+2}$  tarafından inhibisyonuna bağlı olarak  $\text{Na}^+$ 'un alınışını azaltır [White 1999].

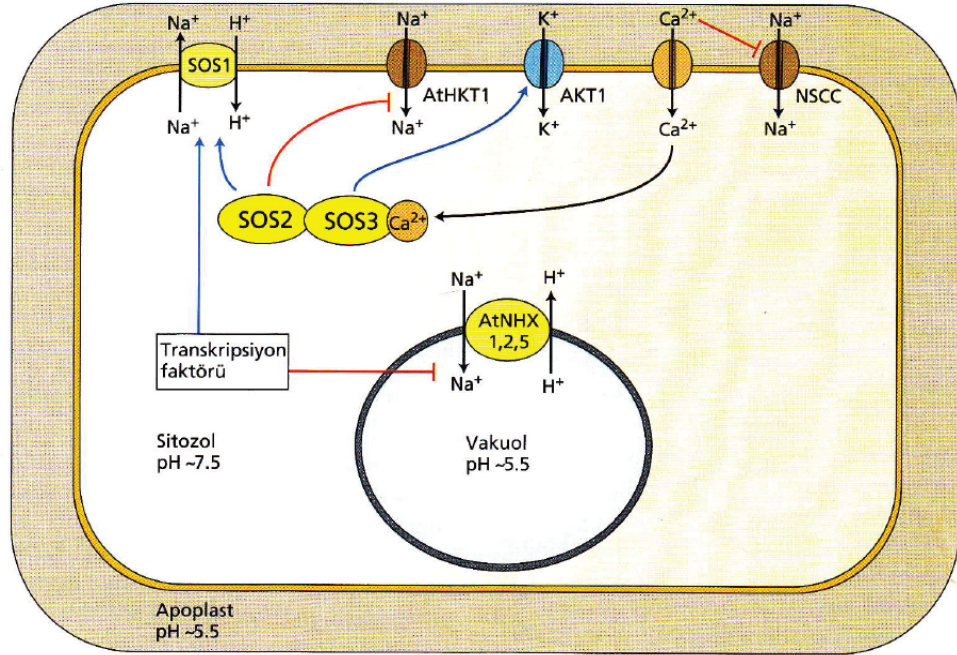
Pek çok bitkide tuz toleransı düşük miktarda  $\text{Na}^+$ 'un alınımı ve birikimi ile ilgilidir. Bu durum alınımın kontrolü ve/veya vakuole sitoplazmadan aktif taşıma ile gerçekleşir ve sonunda büyüme ortamına geri gönderilir. Bu kontrol mekanizması, proton pompalarının düzenlenmesi ve tonoplast ile plazma membranlarında görev alan zıt yönlü taşıyıcılara bağlıdır.

Tuzlu koşullarda değiştirilebilir  $\text{Na}^+$ 'un aşırı miktarlarına bağlı olarak topraktaki  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ve  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$  oranları yükselir. Bu gibi çevrelerde yüksek miktarlarda  $\text{Na}^+$  alınırken  $\text{K}^+$  ve  $\text{Ca}^{+2}$  alınımı azalır. Tuzlu koşullarda bitki dokularında yeterli  $\text{K}^+$ 'un korunma mekanizması; gövdedeki dağılıma, hücresel  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$  bölmelenmesinin seçiciliği ve  $\text{K}^+$  alınımının seçiciliğine bağlıdır. Yüksek  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  seçiciliği tuzlu

koşullarda büyüyen bitkilerde tuz toleransı için önemli bir seçim kriteri olarak önerilmektedir [Ashraf 2004].

$Ca^{+2}$ 'un hücre duvarı enzimlerinin aktivasyonu, iyon seçiciliği ve taşınımının düzenlenmesi, hücre duvarının stabilizasyonundaki önemli rollerinin yanında hücre membranlarının fonksiyonel ve yapısal bütünlüğünün korunmasında önemli rolü olduğu bilinmektedir. Tuzlu ortamlarda düşük  $Ca^{+2}/Na^{+}$  oranı, bitki morfolojisi ve anatomisinde önemli değişikliklere yol açmasının yanı sıra büyümeyi inhibe eder. Tuz stresi altında  $Ca^{+2}$  miktarı ve taşınmasının korunması tuz toleransının belirlenmesi için önemlidir [Ashraf, 2004].

İyon dengesini sağlayan SOS (Salt Overly Sensitive -Tuza Aşırı Hassas) sinyal iletim yolu ve düzenlenişi Şekil 2.1'de verilmiştir. Sodyum iyonlarının bir kısmı hücreye düşük ve yüksek ilişkili  $K^{+}$  taşıyıcıları yoluyla içeri girer. Tuz taşınımının genetik kontrolü ile ilgili bilgiler model sistem olarak *Arabidopsis* Heyn. in Holl & Heynh'ten elde edilmiştir. Taşıyıcılar ( $AtHKT_1$ ) *Arabidopsis*'ten izole edilmiştir. Bu taşıyıcı, seçici  $Na^{+}$  taşıyıcısı gibi rol oynamış ve bitki köklerinden  $Na^{+}$ 'un içeri akışının düzenleyicisi gibi tanımlanmıştır.  $HKT_1$   $Na^{+}$ 'un hareketini sağlar. Bu neden,  $HKT_1$  tuz toleransı için hayati önem taşıyan bir rol oynayabilir [Berthomieu ve ark., 2003].



Şekil 2.1. İyon dengesini sağlayan SOS sinyal iletim yolu ve düzenlenişi. SOS1, plazma zarı  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  zıt yönlü taşıyıcısı; SOS2, serin/treonin kinaz; SOS3,  $\text{Ca}^{2+}$  bağlayan protein; AtHKT<sub>1</sub>, sodyum girişi taşıyıcısı; AKT<sub>1</sub>,  $\text{K}^+$  girişi kanalı; NSCC, seçici olmayan katyon kanalı. [Berthomieu ve ark., 2003].

Yüksek tuz konsantrasyonları absisik asit (ABA) ve sitokininler gibi bitki hormonlarının miktarlarının artmasına neden olmaktadır [Parida ve Das, 2005]. Absisik asit, tuz stresi ile indüklenen genlerin düzenlenmesinden sorumludur. *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh'da bulunan AtNHX<sub>1</sub> geni, tuz toleransında önemli bir taşıyıcı olan vakuolar  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  zıt yönlü taşıyıcısı kodlar. AtNHX<sub>1</sub> geninin dokudaki dağılımı ve düzenlenmesinin; tuz stresi ve absisik asit düzeyleri ile gerçekleştiği Shi and Zhu (2002) tarafından ortaya konmuştur.

Plazma membranı ve tonoplasttan iyonların taşınması için enerji gerekmektedir. Bu enerji vakuolar ve plazma membran ATPaz'larından sağlanır. Sodyum iyonları membran boyunca hidrojen iyonlarıyla yer değiştirir. Sitoplazmadan sodyumun uzaklaştırılması ya da vakuollerde lokalizasyonu tuzun indükleyebildiği bir enzim olan  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  zıt yönlü taşıyıcı tarafından yapılır [Apse ve ark., 1999]. Vakuolar tip



$H^+$ -ATPaz (V-ATPaz) ve vakuolar pirofosfataz (V-PPaz) vakuolar zarıda birlikte bulunurlar [Dietz ve ark., 2001]. V-ATPaz bitki hücrelerinde bulunan birincil  $H^+$  pompasıdır ve tuz stresinde düzenlemeyi sağlar; hücre içi su ve sodyum dengesini kontrolde önemli role sahip olduğu bildirilmiştir [Popova ve Golldack, 2007]. Tuz, kuraklık, soğuk, asit stresi, anoksia veya topraktan ağır metal geçişi gibi stres koşullarında, hücrelerin hayatta kalmasını sağlaması nedeniyle, V-ATPaz aktivitesi, bitki gelişimi için vazgeçilmezdir. [Dietz ve ark., 2001].

SOS genleri *Arabidopsis*'ten modifiye edilerek klonlanmıştır.  $Na^+$ 'un plazma zarı aracılığıyla, bitki hücrelerinin sitosolünden enerji harcanarak atılmasına, SOS1 (tuza aşırı duyarlı, salt overly sensitive 1) geninin gen ürünü aracılık eder. Bu gen ürünü,  $Na^+H^+$  zıt yönlü taşıyıcıyı olarak iş görür. Zıt yönlü taşıyıcı SOS1, SOS2 ve SOS3 olarak ifade edilen diğer iki gen ürünü tarafından düzenlenir (Shi ve ark. 2000). SOS2, SOS3'ün iş görmesiyle kalsiyum tarafından aktiveleştirilen bir serin/threonin kinazdır. SOS3 kalsiyumca düzenlenen bir protein fosfotazdır.

Bitkiler stres koşulları ile karşılaşınca vakuoldeki iyonik dengeyi sağlamak üzere sitoplazmada normal bitki metabolizmasıyla etkileşmeyen ve “denge oluşturan çözülmüş maddeler” olarak adlandırılan düşük moleküler ağırlıklı bileşikler sentezleyebilmektedir [Bohnert ve Jensen, 1996; Nuccio ve ark., 1999; Weimberg, 1986]. Denge oluşturan çözülmüş maddelerden bazıları prolin [Kuhatkar ve Kuhad, 2000; Singh ve ark., 2000], glisin betain (GB) [Rhodes ve Hanson, 1993; Khan ve ark., 2000a; Wang ve Nil, 2000], polioller [Muralithran ve ark., 1992] ve karbohidratlar [Bohnert ve Jensen, 1996; Kerepesi ve Galiba, 2000]'dir. Bu maddeler hücre içi biyokimyayı bozmadan yüksek miktarlarda biriktirebilirler. Bu bileşikler tuz stresi altında enzimlerin normal aktivite gösterebilmesi için koruyucu rol oynamaktadırlar [Rhodes ve Hanson, 1993].

Polioller, asimile edilen  $CO_2$ 'nin büyük bir kısmını oluşturur ve düşük moleküler ağırlıklı şaperonlar olarak, denge oluşturan çözülmüş maddeler olarak ve stres

tarafından oluşturulmuş reaktif oksijen radikallerinin temizleyicisi olarak görev yaparlar [Smirnoff ve Cumbes, 1989; Parida ve Das 2005].

Glukoz, fruktoz, sukroz, fruktanlar ve nişasta gibi karbohidratlar tuzlu koşullarda biriktirilir [Kerepesi ve Galiba, 2000; Parida ve ark., 2002]. Bunların önemli fonksiyonları osmotik koruma, osmotik düzenleme, karbon depolama ve radikal temizlemedir. Ancak, farklı bitkilerde tuzluluğun çözünebilir karbohidratları azalttığı [Gadallah, 1999], bazılarında ise yapraklarda indirgen olan ve olmayan karbohidratları arttırdığı, buna karşın nişasta miktarlarının ise azaldığı bildirilmektedir [Parida ve ark., 2002].

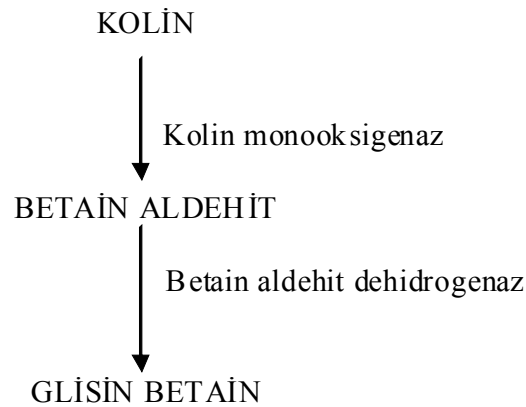
Bitkiler tuz stresi altında aminoasitler, amidler, proteinler, kuaterner amonyumlu bileşikler ve poliaminler gibi azot içeren bileşikleri de biriktirirler. Spesifik azot içeren bileşikler değişik bitki gruplarında tuzlu ortamlarda biriktirilirler. Stres şartlarında bu bileşikler osmotik düzenleme, makro moleküllerin korunması, azot depolanması, hücresel pH'ın korunması, hücredeki toksisitenin giderilmesi ve serbest radikallerin temizlenmesinde işlev yapmaktadırlar. Tuzluluğa cevapta bitkilerde biriktirilen bu ve benzeri ürünler ve bunların oynadıkları roller Parida ve Das (2005) tarafından da özetlenmiştir (Çizelge 2.1.).

Çizelge 2.1. Tuz stresine cevapta 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
Karbohidratlar	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
Kuaterner bileşikler	Glisinbetain, Kolin-O-sülfat, $\beta$ -alaninbetain	Osmotik koruma, Tilakoid ve plazma zarlarının bütünlüğünün korunması
Pigmentler	Karotenoidler, Antosiyaninler	Foto-inhibisyona karşı koruma

Bu bileşiklerin birikimi genellikle tuz stresi ile korelasyon gösterir [Mansour, 2000]. GB miktarı birçok bitkide tuz stresinde artan ve üzerinde yoğun bir şekilde çalışılan organik maddelerden birisidir [Khan ve ark., 1999; Muthukumarasamy ve ark., 2000; Wang ve Nil, 2000]. Betainin de bitki metabolizması için toksik olmadığı ve koruyucu sitoplazmik ajan olarak rol oynadığı iddia edilmektedir [Wyn Jones ve Storey, 1978]. Betain birikiminin ıslah çalışmalarında stres toleransı için özellikle Graminae’lerde değerli bir metabolik kriter olabileceği ileri sürülürken [Hitz ve ark., 1982] bitkide strese toleransın betain birikimi sayesinde arttığını gösteren kesin bir kanıt bulunmamaktadır [Colmer ve ark., 1995].

GB, kloroplastta 2 oksidasyon reaksiyonuyla kolinden sentezlenmektedir (Şekil 2.2.). 1. oksidasyonda kolinin betainaldehite oksidasyonu, kolinmonooksijenaz ve Fe-S enzimiyle katalizlenir. 2. oksidasyonda betain aldehitin GB’e oksidasyonu, özel olmayan çözünebilir aldehit dehidrogenaz olan betain aldehit dehidrogenaz yoluyla katalizlenir [Rhodes ve Hanson, 1993].



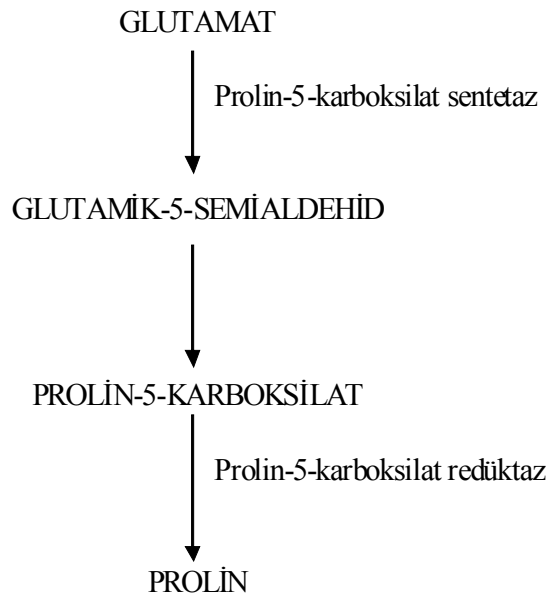
Şekil 2.2. Glisin betain sentez mekanizması

GB kuarterner amonyum bileşiğidir. Bitkilerde osmotik ayarlama yoluyla tuz toleransını sağlayan önemli bir osmolittir [Ashraf ve Haris, 2004]. Proteinlerin yapılarını dengede tutarak Rubisko gibi enzimlerin korunmasını [Bohnert ve Jensen, 1996], membran yapısının korunmasını, sodyumun zararlı etkilerinden sitoplazma ve

kloroplastın korunmasını sağlar [Mansour, 2000]. Özellikle Poaceae ve Chenopodiaceae familyasındaki halofit bitkiler GB biriktirmektedirler.

Birçok bitki tuzlu şartlarda toksik olmayan ancak koruyucu osmolit olarak görev yapan prolin biriktirir [Muthukumarasamy ve ark., 2000; Singh ve ark., 2000]. Prolin aminoasidinin osmoregülatif rolünün yanı sıra sitoplazmadaki bazı enzimler üzerinde koruyucu etkiye sahip olduğu, proteinlerin stabilizasyonu, enzimlerin denatürasyonunun önlenmesi ve stresten sonraki periyotta enerji ve azotun korunmasını sağladığı bildirilmiştir [Greenway ve Munns, 1980; Aloni ve Rosenshtein, 1984; Mansour 2000; Orcutt ve Nilsen, 2000; Abraham ve ark., 2003; Youssef ve ark., 2003; Kavi Kishor ve ark., 2005].

Prolin, prolin-5-karboksilat sentaz ve prolin-5-karboksilat redüktaz'ın katalizlemesi ile glutamattan sentezlenir (Şekil 2.3.). Prolin dehidrogenaz yoluyla prolin katabolizması ve serbest prolin oluşumu düzenlenir [Hu ve ark., 1992]. Tuza toleranslı halofitik bitkilerde prolin ve analoglarının osmotik koruyucu olarak biriktirildiği bildirilmiştir [Naidu, 2003].



Şekil 2.3. Prolinin sentez mekanizması

Prolin birikiminin, bitkinin çeşidine, stresin süresine ve şiddetine bağlı olarak değiştiği ve miktarının toprağın tuzluluk derecesi ile yakından ilişkili olduğu bildirilmiştir. Prolin biyosentezi ve metabolizması ile ilgili yapılan çalışmalar prolin seviyesinin transkripsiyonal seviyede kontrol edildiğini göstermektedir [Yoshida ve ark., 1997].

Ashraf (1994) genetik kaynaklar arasında tuza tolerans durumları bakımından farklılıklar olmasına rağmen, gerçek anlamda tuza tolerans gösteren genotiplerin oldukça sınırlı sayıda olduğundan bahsetmektedir. Bu nedenle mevcut genetik potansiyelin değerlendirilmesi ve bunun içerisinde tolerant genotiplerin saptanması önem taşımaktadır. Ancak tuza tolerans özelliğinin çok sayıda gen tarafından kontrol edilen oldukça karmaşık bir karakter olması, tuza dayanıklı genotip belirlemede kullanılan parametrelerin her bitki türü veya genotipinde beklenen sonuçları vermemesi ve mekanizmaların tam olarak aydınlatılamamış olması gibi faktörler dayanıklılık ıslahı programlarının oluşturulmasını zorlaştırmaktadır.

Tuz stres mekanizmaları ve özellikle de adaptasyonun genetik bileşenleri ile ilgili sınırlı olan bilgiler, *Arabidopsis*'in model organizma olarak kullanılması ile geliştirilmeye başlamıştır. Her ne kadar *Arabidopsis* tuza toleranslı bir bitki olmasa da (halofit toleransının araştırılması için), 1990'lı yılların ortalarında *Arabidopsis* ile yapılan çok sayıda çalışmanın sonucu, bu bitkinin mutantlarının tuza, yabani tipten biraz daha fazla toleranslı olduğunu göstermiştir. Böylece *Arabidopsis*'in tuzlu ortam koşullarında hayatta kalmayı ve büyümeyi kontrol eden genetik bileşenlere sahip olduğunu ortaya konmuştur [Werner ve Finkelstein, 1995; Warren ve ark., 1996; Ishitani ve ark., 1997; Xiong ve ark., 2002].

### **2.3. Halofitler**

Doğada bitkiler tuza toleransları bakımından halofitler ve glikofitler olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Glikofitler, yüksek tuz konsantrasyonlarından etkilenip, zarar görebilirler. Buna karşın halofitler, tuzcul bitkiler olup yüksek tuz konsantrasyonlarında gelişebilmektedir. Halofit bitkilerin en önemli özellikleri tuz

oranı yüksek olan topraklarda yaşayabilmeleri, bunun için özel adaptasyon mekanizmaları geliştirmiş olmaları ve yüksek fotosentez hızına sahip olmalarıdır. Bunlar fizyolojik açıdan özelleşmiş bitkilerdir [Blum, 1985].

Halofit bitkilerin yayıldığı toprakların tamamına yakın kısmı tuzlu-sodyumlu, genellikle hafif alkalidir. Dominant değişebilir katyon genellikle sodyum, değişebilir sodyum yüzdeleri 15'ten büyüktür. Hakim tuz çeşidi sodyum klorür olup tamamı yüksek tuzlu-sodyumludur.

Halofitler genel olarak tuzluluğu %0,3-20 arasında değişen topraklarda büyüüp gelişebilirler. Fakat pek çok halofit bitki türü optimum gelişimini tuzluluğu %2-6 arasında olan topraklarda gösterir. 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. Halofitler ortamın tuz konsantrasyonuna gösterdiği tolerans bakımından türler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıklara göre farklı araştırmacılar halofitleri farklı şekillerde sınıflandırmıştır. Bunlardan biri Strogonov (1964) tarafından yapılan sınıflandırmadır. Buna göre, ekstrem tuz koşullarında yaşayabilen gerçek halofitler (euhalofitler) ve orta dereceli tuzda yaşayabilen halofitler (oligohalofitler) olarak 2 alt gruba ayrılır. Ayrıca, tuz içermeyen ya da düşük tuz içeren habitatlarda normal gelişme gösterenler fakültatif halofitler olarak adlandırılırken; bunların aksine tuz içermeyen ya da düşük tuz içeren habitatlarda normal gelişme göstermeyen, normal gelişim için yüksek tuz konsantrasyonlarına gereksinim duyan halofitler ise obligat (zorunlu) halofitler olarak adlandırılmıştır [Strogonov, 1964].

Yeryüzünde az sayıda bitki türü sadece tuzlu koşullarda yaşayabildiği halde tuz seviyesinin düşük olduğu koşullarda yaşayamamaktadır. Obligat halofit olarak bilinen ve sadece yüksek tuz bulduran koşullarda yaşayan *Salicornia herbacea* L. ve *Atriplex vericaria* Heward ex Benth. dışında diğer bir grup halofit bitki (*Aster tripolium* L. ve *Plantago vericaria* L. gibi) düşük tuz seviyelerinde de normal gelişimlerini sürdürebilmektedir. Yüksek bitkilerin hemen tamamı glikofit bitkiler

kapsamında yer almaktadır ve yüksek tuz konsantrasyonlarında yaşayamamaktadır [Levitt, 1980].

Breckle (1983) tarafından yapılan diğer bir sınıflamada ise halofitler; euhalofitler, recretohalofitler, pseudohalofitler ve nonhalofitler olmak üzere 4' ayrılmıştır. Bitki bünyesine alınan tuzun doku ve hücrelerde bölmelendiği, yaşlı bitki organlarında toplandığı, ortamdaki tuzun artışına oldukça dayanıklı olan euhalofitler; yaprakları sukkulent olanlar (*Salsola* L., *Suaeda* Forssk. ex J. F. Gmel cinsleri gibi) ve gövdesi sukkulent olanlar (*Salicornia* L., *Halocnemum* M. Bieb., *Halostachys* C. A. Mey. cinsleri gibi) olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Bitki gövdesinde yer alan yapılarla tuzu salgılayan recretohalofitler ise; tuz bezleriyle dışarıya tuz salgılayanlar (*Cressa* L., *Frankenia* L., *Limonium* Mill., *Tamarix* L. cinsleri gibi) ve tuz keseleriyle içsel tuz salgılayanlar (*Atriplex* L., *Halimione* Aellen, *Mesembryanthemum* L. cinsleri gibi) olmak üzere 2'ye ayrılmıştır. Dokularındaki tuzu kısmen bölmelendirerek bulundurabilen ve kısmen gerçek halofitler gibi davranabilen pseudohalofitler (*Juncus* L. ve rozet yapraklı bitkiler gibi) ile tuzlu alanlarda uygun mevsimlerde gelişip, topraktaki tuzun bünyeye alınmasını sınırlayan veya Na<sup>+</sup> ile Cl<sup>-</sup>'a karşı seçiciliği olabilen nonhalofitlerdir.

Tuzlu çevrelerin karakteristik bitki topluluğu olan Halofitlerle ilgili ilk bilimsel çalışmalar ondokuzuncu asrın başlarında başlamıştır [Chapman, 1960]. Dünyada 117 familyası ve 1560 dan fazla türü bulunan bitkiler grubudur [Aranson, 1989]. Chenopodiaceae 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].

Halofitlerin çoğu C4 bitkileridir. C4 bitkileri hem monokotil hem dikotil bitkilerde ve değişik familyalarda yer almakla beraber Chenopodiaceae familyasından türler de oldukça fazladır. Birçoğu yüksek fotosentez hızına sahip hızlı büyüyen türlerdir.

Tuzlu çevre, glikofitler (normal topraklarda yetişenler) gibi halofitler için de tohumların çimlenmesini engelleyici etki yapar. Yüksek tuzluluğa tolerans gösteren

tek yıllık sukulent (etli) halofit *Salicornia europaea* L. (deniz börülcesi, karakoruğu) tohumları bile % 5'in üzerindeki tuzlu ortamda dormanside (uykuda) kalır. Halofit tohumları genellikle yağışlı ilkbahar mevsimlerinde topraktaki tuz oranının % 0.2'nin altına düştüğü zamanlarda çimlenebilir.

Tuzlu bataklık bitkileri tuzluluğa adapte olmuş ve morfolojik ve fizyolojik yapılarını buna göre değiştirmişlerdir. Halofitlerin çoğunluğu yarım metreden kısa, yaprakları körelmiş veya küçülmüş otsu türlerdir. Gövde ve yaprakları genellikle kuraklığı dayanmak için değişikliğe uğramıştır. Yaprak örtülerinin kalınlaşması veya tüylerle kaplanmasıyla ışınların yakıcı etkisinden korunurlar. Bazılarının gövde ve yaprakları su depo edecek şekilde kaktüsler gibi etlenmiştir. Küçük gösterişsiz çiçekleri sonbaharda açarken gövde ve yaprakları da yeşilden kırmızıya veya mora döner.

Halofitlerin tuzcul ortamlarda hayatlarını sürdürmelerini sağlayan özelliklerini; tuz konsantrasyonunu seyreltik bir seviyede tutmalarını sağlayan sukulentlik, su alımını sağlamak için yüksek bir içsel iyon konsantrasyonu ve iyon alım kapasitesine sahip olmaları, su alımına devam etmeyi sağlayacak organik bileşiklerin (bazı karbonhidrat, amino asit ve organik asit) sentezlemeleri ve biriktirmeleri, tuzun vakuollerde tutulması ve tuz keseleriyle tuzun bitki bünyesinden atılması olarak sıralanabilir [Ashraf, 2004].

#### **2.4. Halofitlerin Ekonomik Önemi**

Aronson (1989) tarafından, dünyanın çeşitli bölgelerindeki tuzlu denizel çevre ile iç çöllerde yetişen 1500'den fazla halofit türüyle ilgili olarak yapılan kapsamlı etüd çalışması, çevre ve toprakla ilgili kısıtlayıcı faktörlere bağlı olarak iyi bir yetiştirme tekniği uygulandığında, bu türlerin çoğunun yararlı ve ekonomik olduğunu göstermiştir.

Dünyanın pek çok ülkesinde yiyecek, yakıt, hayvan yemi, uçucu yağ, ilaç, zambak, ekme, lif, vb. ürünlerin elde edilmesinde halofit bitkilerden yararlanılmaktadır



[Somers, 1982]. Özellikle yüksek oranda ham protein, kalsiyum, fosfor ve serbest azot içeren *Atriplex* L., *Camphrosma* L., *Halimione* Aellen, *Prosopis* L., *Distichlis* Raf. ve *Spartina* Schreb. türlerinin geniş getiren hayvanların beslenmesinde yararlı olduğu belirlenmiştir [Pasternak ve Malach, 1987; O’Leary, 1988; Watson, 1990; O’Leary, 1994].

Bundan başka *Simmondsia chiensis* L. kozmetik sanayinde, *Juncus rigidus* Desf. ve *Juncus acutus* L. kağıt yapımında, *Grindelia camporum* Greene’un tutkal, cila, kağıt, matbaa mürekkebi ve sabun elde etmede, Plumbaginaceae familyasından *Limonium* türlerinin tazeyken hayvanlar tarafından yaprakları yenilmekte ve ayrıca lavanta renkli çiçeklerinden dolayı peyzaj mimarlığında, kurutulmuş çiçekli dalları ise çiçekçilikte dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır [O’Leary, 1994].

Ülkemizde gerek orta gerekse çok tuzlu ortamlarda yetişebilme özelliklerine sahip Chenopodiaceae familyasından *Camphorosma monspeliaca* L., *Petrosimonia brachiata* Bunge türleri ile Konya-Kulu Düden Gölü, Tuz Gölü ve Burdur Salda Gölü kıyılarında yetişen *Puccinellia koeieana* Melderis otlak hayvanları tarafından yenilen, besin değeri yüksek iyi bir mera bitkisi olmasının yanında kök sistemi ile toprak erozyonunu önlemede de uygun halofitik bitkilerdir [Güven ve ark., 2000].

Tipik bir su seven halofit olan, halk arasında “deniz börülcesi” denilen *Salicornia europeae* Kırşehir Mucur, Akviran Kurugöl, Tuz gölü ve Burdur Acıgöl civarında yetişmektedir. Ege Bölgesinde yemeklik olarak tüketilen *Salicornia europeae*’nın sonbahardaki görünümü yeşil, sarı ve bordo renkleri ile ortaya çok güzel bir peyzaj çıkarmaktadır.

Halofitik bitki tohumlarının insan beslenmesindeki rolü ile ilgili yapılan çalışmalarda da özellikle Chenopodiaceae familyasına ait türler üzerinde ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan *Distichlis palmerii* (Vasey) Fassett ex I. M. Johnst. tohumlarında yüksek miktarlarda bulunan nişastanın insan besin kaynağı olarak buğday unundan üç kez daha besleyici olduğu ve buğday ununa alternatif olarak kullanılabilceği ortaya konmuştur [Yensen ve ark., 1987].

*Kosteletzkya virginica* K. Presl ex Gray tohumlarında %55 oranında linoleik asit içeren yağın özellikle insan besini için bitkisel yağ amaçlı kullanılabilceği bildirilmektedir [Islam ve ark., 1982; Gallagher, 1985; O'Leary, 1994]. *Salicornia bigelovii* Torr. tohumlarının %50 oranında protein ve %75 oranında linoleik asit içerdiği ve tohumlarının Meksika'da bitkisel yağ elde etmede kullanıldığı, diğer bitkisel yağlara göre ekonomik olduğu ve kültür bitkisi olarak yetiştirildiği bildirilmektedir [Glenn ve ark., 1991].

Tuzcul bitkiler yıllar boyu ihmal edilmiş, tarımsal olarak geliştirilmesi ve değerlendirilmesinden ziyade hep engel olarak görülmüştür. İsrail, ABD ve Pakistan'da dünyanın her tarafından toplanan halofitlerin kapsamlı koleksiyonları yapılmakta, bunların tuza dayanıklılığı, tarımsal kullanım alanları ve revejetasyonu üzerinde araştırmalar yürütülmektedir.

Meraların revejetasyonu var olan vejetasyonun, daha hızlı büyüyen ve besin değeri yüksek olan halofitlerle yer değiştirmesi ile mümkün olabilmektedir. Chenopodiaceae'nin değişik üyeleri ve özellikle *Atriplex* türleri bu amaçla çok sık kullanılmaktadır [Malcolm ve ark.,1984].

Zhao ve arkadaşları (2005) tarafından yapılan çalışmada 2 (*Suaeda salsa* (L.) Pall. ve *Kalidium folium* (Pall.) Moq.) halofit bitkinin glikofitlerden 150-180 kat, hatta diğer bazı halofitlerden bile 4-6 kat daha fazla Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> biriktirdiği belirlenmiştir. Tuzun % 90'ını gövdesinde sınırlayabilen halofitler, 1 kez hasat edildiğinde tuzun % 90'ı uzaklaştırılmış, toprakta yalnızca % 10 tuz barındıran kök sistemi kalmış ve böylece toprağın organik içeriği ve verimliliği artmış olmaktadır. Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> bakımından hiperakümülatör özellik gösteren bitkilerin, toprak tuzluluğunun giderilmesi için kullanılabilceği, bunun hem etkili hem de ekonomik bir çözüm olacağı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir [Larcher, 1994; Breckle, 1995; Zhao ve ark., 2005].

## 2.5. Kaynak Bildirişleri

Breckle (1983) tarafından yapılan çalışmada İran ve Afganistan'daki halofitik komuniteler ile Güney-Kuzey Avrupa'dakilerle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda habitatların iyonik kompozisyonları, bu habitatların temel özelliklerini ortaya koyduğu bildirilmiştir. Bölgeden toplanan bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri de belirlenerek; halofit bitkiler gruplandırılmıştır. Buna göre halofitler; bitki bünyesine alınan tuzun doku ve hücrelerde bölmelendiği, yaşlı bitki organlarında toplandığı, ortamdaki tuzun artışına oldukça dayanıklı olan, yaprakları ve gövdeleri sukkulent euhalofitler, gövdesinde yer alan yapılarla tuzu salgılayan recretohalofitler, dokularındaki tuzu kısmen bölmelendirerek bulundurabilen ve kısmen gerçek halofitler gibi davranabilen pseudohalofitler ile tuzlu alanlarda uygun mevsimlerde gelişip, topraktaki tuzun bünyeye alınmasını sınırlandıran veya  $\text{Na}^+$  ile  $\text{Cl}^-$  'a karşı seçiciliği olabilen nonhalofitler olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Ayrımı yapılan bu farklı halofit gruplarının özellikleri ile birlikte grupların birbirleriyle ve habitatla olan ilişkileri tartışılmıştır.

Hütterer ve Albert (1993) tarafından 1989 yılında Zwingendorf-Glauber (Aşağı Avusturya)'da bulunan tuzlu habitatlardan toplanan bitki ve topraklarla ilgili biyokimyasal ve fizyolojik parametreler üzerinde çalışılmıştır. Mayıs ve Ağustos ayları arasında toprak su içeriğinin düşmesi ile birlikte toprağın tuz konsantrasyonunun arttığı görülmüştür. Monokotiledon taksonların (Poaceae, Juncaceae ve Cyperaceae) hem  $\text{Na}^+$ 'u dışarıda bırakma hem de topraktaki yüksek  $\text{SO}_4^{2-}$  miktarına bağlı olarak  $\text{Cl}^-$  biriktirme eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Dikotiledonlarda çözünebilir karbonhidratların osmotik adaptasyona katkısı oldukça fazladır. Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Plantaginaceae, Asteraceae ve Cichoriaceae familyalarına ait taksonlarının inorganik iyon biriktirme özellikleri bakımından yakın olarak bulunmuştur. Bölgedeki farklı alanlardan toplanan monokotiledon taksonlar iyon içerikleri bakımından karşılaştırıldığında nitelik ve nicelik yönünden birbirlerine benzer özellik gösterdikleri belirlenmiştir. Dikotiledonların osmotik dengeyi sağlamak için iyonları kullanma eğilimleri

bakımından birbirinden oldukça farklı olduğu; bunun da bitkilerin farklı fizyotiplere ayrılmalarına imkan verdiğini bildirmiştir.

Rogel ve arkadaşları (1997) farklı tuzlu habitatlarda yaptıkları çalışmada tuzlu bataklıklarda vejetasyonun dağılımını etkileyen edafik faktörlerden birinin de toprağın tuz konsantrasyonu olduğunu; bu değerın bölgedeki tuz kaynaklarına bağlı olarak değiştiğini; tuz tipindeki baskınlığın her bir iyonun etkisine bağlı olarak, toksisite ihtimali ve bitkilerdeki besin dengesizliğine neden olabileceğini bildirmişlerdir. Yüzey toprağının tuzluluğunun kurak mevsimlerde arttığını, yağmurlu mevsimlerde ise azaldığını;  $Cl^-$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$  ve  $Mg^{+2}$ 'daki mevsimsel değişimin EC değişimine paralel olduğunu;  $Ca^{+2}$  miktarının EC miktarındaki artışa bağlı olarak azaldığını; yağmurlu zamanlarda  $Na^+$  ve  $Cl^-$ 'un miktarları azalırken  $Ca^{+2}$  miktarının arttığını ortaya koymuşlardır. Toprağın kalitatif yada kantitatif tuz içeriğinin ortaya konmasında EC'nin her zaman iyi bir indikatör olmayacağını, toplam çözünebilir tuzların daha iyi bir indikatör olabileceği önerilmiştir.

Donovan ve arkadaşları (1997), tuzlu ve alkali bir göl olan Mono Gölü'nde (California, ABD) son zamanlarda meydana gelen su seviyesindeki düşüslere bağlı olarak *Sarcobatus vermiculatus* (Hook.) Torr. populasyonundaki artış ile toprak özellikleri arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Toprağın EC ve  $Na^+$  değerlerinin gölden uzaklaştıkça azaldığını, göle yaklaştıkça arttığını; bu artışla birlikte de yaprak-gövde boyu gelişiminin azaldığını bildirmiştir. Bitkide büyümenin en fazla olduğu Haziran ayında yapraktaki  $Na^+$  miktarının toprak ile paralellik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Pakistanın yarı tropik çöllerinden, tuz salgılayan *Atriplex griffithii* Moq., yaprakları sukkulent olan *Suaeda fruticosa* Forssk., gövdesi sukkulent olan *Haloxylon recurvum* Bunge ex Boiss ve osmotik uyum sağlayabilen otçul bir çöl bitkisi olan *Halopyrum mucronatum* (L.) Stapf taksonlarına ait tohumlar toplanmıştır [Khan ve ark., 1998]. Toplanan tohumlarla kontrollü koşullarda yapılan çalışmada bu bitkilerde artan toprak tuzluluğuna cevap olarak ortaya çıkan GB miktarı ve toplam iyon miktarındaki değişimler araştırılmıştır. GB miktarının *A. griffithii*, *H. recurvum*

ve *H. mucronatum* da artan tuzlulukla birlikte arttığı, fakat *S. fruticosa*'da 600 mM NaCl uygulamasında önce arttığı devamında ise azaldığı şeklindeki sonuçların, osmotik olarak GB biriktiren diğer Chenopodiaceae familyasındaki halofit türlerin özellikleri ile uyumlu olduğu ortaya konmuştur.

Dünya çapında sulanan tarımsal alanlardaki yükselen tuzlanmaya paralel olarak yem bitkisi olarak da kullanılan çayırliklar da artan bir şekilde tuzlu koşulların etkisi altında kalmaktadır. Marcum (1999) tarafından yapılan çalışmada Chloridoideae altfamilyasına ait taksonların tuz tolerans durumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bitkiler farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır. İncelenen taksonlarda tuz tolerans sıralamasının yüksekten düşüğe doğru *Distichlis spicata* (L.) Greene var. *stricta* (Torr.) Thorne, *Sporobolus airoides* Torr., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Zoysia japonica* Steud., *Sporobolus cryptandrus* (Torr. ) A. Gray, *Buchloë dactyloides* (Nutt.) Engelm., *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. şeklinde olduğu belirlenmiştir. Tuz toleransı, yaprak özsuyu osmolalitesi, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> ve prolin konsantrasyonları ile negatif; glisinbetain miktarı ile de pozitif korelasyon göstermiştir. İncelenen tüm türlerin yapraklarında yer alan tuz bezlerinden salınan Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonları ile tuz toleransı arasında da pozitif korelasyon belirlenmiştir. Prolinin aksine glisinbetainin, tuza tolerant Chloridoideae alt familyası üyelerinde denge oluşturan çözünmüş madde olarak rol oynadığı vurgulanmıştır.

Khan ve arkadaşları (2000) çok yıllık halofit *Atriplex griffithii* var. *stockii* türünde farklı büyüme zamanlarında tuzluluğun büyüme, su ilişkileri, GB içeriği ve iyon birikimi üzerine etkisini kontrollü koşullarda araştırmışlardır. Gövdelerin su potansiyeli ile osmotik potansiyelinin artan tuzluluk ve ilerleyen büyüme zamanı ile daha da azaldığını, gövde ve köklerin, Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> miktarının artan tuzlulukla birlikte arttığını belirlemişlerdir. Uygulanan NaCl seviyelerindeki artış bitkilerin Ca<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup> ve Mg<sup>+2</sup> miktarlarını azaltmıştır. Araştırmacılar, iyon birikiminin tuza osmotik uyumda önemli olduğunu ve halofitlerin dokularının su potansiyelini büyüdükleri habitatın toprak su potansiyelinden daha düşük seviyede tutabilme özellikleri ile karakterize edildiği bildirilmişlerdir. GB konsantrasyonu köklerde düşükken gövde ve yaprakta tuzlulukla birlikte artmıştır. Halofitlerin yüksek konsantrasyonlarda uygun çözeltileri

biriktirebilme kapasiteleriyle ayırt edildiğini bildirmişlerdir. Benzer olarak tuzlu koşullarda diğer *Atriplex* türlerinde de kuarterner amonyum bileşiklerinden GB'in yüksek miktarlarda biriktirildiği bildirilmiştir [Storey ve Wyn Jones, 1979].

Farklı habitat koşullarına sahip iki bölgede (Kızıl Deniz sahilleri ve Sinai Çölünde) yaz ve kış mevsimlerinde *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh., *Atriplex farinosa* Forssk., *Limonium axillare* (Forssk.) Kuntze, *Nitraria retusa* (Forssk.) Asch., *Arthrocnemum glaucum* (Delile) Ung.-Sternb. ve *Halocnemum strobilaceum* (Pallas) Bieb. gibi bazı halofit bitkiler ile ekolojik olarak geniş bir yayılışa sahip olan *Salsola tetrandra* Forssk. bitkisinin fizyolojik özellikleri araştırılmıştır [Ashraf ve ark., 2003]. Bitki tarafından biriktirilen kuarterner amonyum tuzları, prolin, toplam çözünebilir protein miktarlarının bitkilerin yaşadıkları habitat koşulları ile ilişkileri incelenmiştir. İncelenen bitkilerin yüksek miktarlarda kuarterner amonyum bileşikleri, prolin ve toplam çözünebilir protein miktarına sahip olduğu gözlenmiştir. Bu bileşikler sayesinde zar yapılarının tuzun zararlı etkilerinden korunabileceği bildirilmiştir.

*Plantago crassifolia* Forssk. ile yapılan bir çalışmada NaCl uygulamasının yaprakta  $Na^+$  birikimine bağlı olarak bitkinin gelişimini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. 500 mM NaCl'e maruz bırakılan bitkilerde kontrol grubuna oranla 20 kat daha fazla prolin biriktiği; bu birikiminde tuz stresine karşı bitkinin korunmasında önemli bir rol oynayabileceği bildirilmiştir [Vicente ve ark., 2004]. Bu bulgulara benzer olarak *Plantago* türleri ile yapılan değişik çalışmalarda sorbitolün ana çözünebilir karbonhidrat olduğu belirlenmiştir [Lambers ve ark., 1981; Ahmad ve ark., 1979; Jefferies, 1979]. Ancak *P. crassifolia*'da ölçülen sorbitol miktarındaki artışın *P. maritima*'da ölçülen miktardan çok düşük olduğu ve bu artış miktarının tuz stresine karşı oluşturulan cevapta önemli olmadığı bildirilmiştir [Vicente ve ark., 2004]. Koyro (2006) tarafından *Plantago sp.* ile yapılan kontrollü koşullardaki çalışmada da yüksek tuzlulukta  $Na^+$  ve  $Cl^-$ 'un arttığı,  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$  ve  $Mg^{+2}$  iyon konsantrasyonlarının azaldığı gösterilmiştir. Denge oluşturan çözünmüş madde ve osmotik koruyucu olarak sorbitolün görev yaptığı belirtilmiştir.

Yüksek tuzluluğun hakim olduğu kurak ve yarı kurak alanlarda yaygın olarak bulunan *Cynara cardunculus* L. bitkisinin tuz toleransı ile ilgili bilgiler henüz net değildir. Gonzalez ve arkadaşlarının (2005) yaptığı çalışmada bitkide büyüme, iyon ve denge oluşturan çözünmüş maddelerin birikimi ile bunların bitkideki dağılımları üzerine tuzluluğun (NaCl ve KCl) etkileri incelenmiştir. Kontrollü koşullarda yapılan bu çalışmada orta dereceli tuzluluğun, bitkide ağırlığın azalmasına neden olduğu ve KCl'nin NaCl'den daha toksik olduğu belirlenmiştir. Osmotik düzenlemenin, yalnızca denge oluşturan çözünmüş maddelerle değil inorganik iyon birikimiyle de gerçekleştirildiği ortaya konmuştur. Çalışmanın sonucunda yüksek tuzluluğun hakim olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde yaygın olarak bulunan bir bitki olmasına rağmen, halofitik bitkilerin tuzla ilgili mevcut stratejilerinden yola çıkılarak *C. cardunculus*'un tipik bir halofit olmadığını ve Larcher (1995)'ın yaptığı sınıflandırmaya göre fakültatif halofit bitki grubuna dahil edilebileceği ifade edilmiştir.

Arap denizinin kıyı kumullarında bulunan tuza tolerant bir çayır bitkisi olan *Halopyrum mucronatum*'un su ilişkilerindeki mevsimsel değişiklik Sandspit (Karachi)'de bir yıl süreyle araştırılmıştır [Aziz ve ark., 2005]. Bitkinin su ve osmotik potansiyelleri ile stomatal iletkenliği Temmuz ve Ağustos ayları boyunca oldukça yüksek bulunmuş ve bitkilerin turgor durumlarını koruduğu bildirilmiştir. Ancak toprağın artan EC değerine bağlı olarak bitkideki su potansiyeli, osmotik potansiyel ve stomatal iletkenlik azalmıştır. Elde edilen bu sonuçların, bitkilerin çöl ekosisteminde daha uzun yaşayabilmek ve osmotik uyumu başarmak için stres süresince su alınımını en aza indirdiği bildirilmiştir. *H. mucronatum*'un, Na biriktirme özelliğine sahip olduğu ve ayrıca yüksek tuzlulukta fazla miktarlarda GB biriktirdiği bildirilmiştir.

Zhao ve arkadaşları (2005) Çin'in Xinjiang bölgesindeki Temperate çölünde Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> için hiperakümülatör özellik gösteren *Suaeda salsa* ve *Kalidium folium* taksonları üzerinde çalışmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda *K. folium* ve *S. salsa*'nın kuru ağırlıklarının %32.1 ve %29.8'i kadar NaCl biriktirdiği bildirilmiştir. Vakuolde yapılan X-ray mikroanalizleri 2 bitkinin sitoplazma ve apoplastında farklı oranlarda

Na<sup>+</sup>'un bulunduğunu göstermiştir. Sonuçlar, hem *K. folium*'un hemde *S. salsa*'nın tonoplastlarındaki H-ATPaz ve H-PPazların yüksek aktivitesi sayesinde çok yüksek Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> biriktirme kapasitelerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlara göre *S. salsa* ve *K. folium* euhalofit yani gerçek halofittir; çünkü, gövde ya da yapraklar sukkulenttir, osmotik düzenleyici olarak Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> biriktirirler ve yüksek tuz toleransları vardır. Çalışmanın yapıldığı alandaki bu halofit bitkilerin glikofitlerden 150-180 kat, hatta diğer bazı halofitlerden bile 4-6 kat daha fazla Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> biriktirdiği belirlenmiştir. Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> için hiperakümülatör özellik gösteren bu gibi bitkilerin, toprak tuzluluğunun giderilmesi için kullanılabileceği, bunun hem etkili hem de ekonomik bir çözüm olacağı savunulmuştur.

Abbas (2005) tarafından Bahrein adalarında tuzlu ve tuzlu olmayan alanlardan toplanan *Zygophyllum qatarense* Hadidi'nin yaprak ve köklerinin kül miktarı 4 mevsim boyunca analiz edilmiştir. Yaprakların kül miktarlarının her iki habitatta da köklerden daha fazla olduğu bulunmuştur. İlkbahar mevsimi haricinde 2 bölgedeki örneklerin yapraklarındaki kül miktarları karşılaştırıldığında mevsimsel değişimin önemli olmadığı belirlenmiştir. Köklerdeki kül miktarları karşılaştırıldığında ise sonbahar haricinde mevsimsel farklılığın önemli olduğu görülmüştür. Bu sonuçların en azından bazı mevsimler için toprak tuzluluğundaki değişikliği yansıttığını bildirmektedir.

Stewart ve arkadaşları (1979) ile Briens ve Larher (1982) tuzlu vejetasyonda büyüyen bir grup halofitik bitkide yaptıkları analizler sonucunda monokotil ve dikotillerin prolin biriktirdiğini, glisin-betain birikiminin daha çok dikotillerde olduğunu, bazı türlerde ise ne prolin ne de glisin-betain birikmediğini, bu grubun muhtemelen ya yapısal karbonhidratları ya da heksitollerini biriktirebileceğini bildirilmişlerdir.

*Aster tripolium* ve *Sesuvium portulacastrum*'un tuza toleransı ile ilgili stratejilerini karşılaştırmak için farklı tuz konsantrasyonlarında bitkiler büyütülmüştür [Ramani ve ark., 2006]. *Aster tripolium* da K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>'a oranla daha fazla biriktirilmişken *Sesuvium portulacastrum* da ise *Aster tripolium*'a oranla iki kat fazla Na<sup>+</sup> biriktiği



gözlenmiştir. Yaprak osmotik basıncı iki bitkide de artan tuzlulukla birlikte artmıştır. *Sesuvium portulacastrum*'un vakuollerinde *Aster tripolium*'dan daha fazla iyon biriktirme kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen tüm bulgular sonucunda *Aster tripolium* ve *Sesuvium portulacastrum* bitkilerinin toprak tuzluluğuna adaptasyonda farklı mekanizmalar kullandığı, *Aster tripolium*'da biyokimyasal mekanizmalarla adaptasyonlar aktifken *Sesuvium portulacastrum*'da bu mekanizmalara ek olarak dokularda fazlaca su depolama ve tuz keseleri ile sağlanan morfolojik adaptasyonların da olduğu görülmüştür.

Song ve arkadaşları (2006) tarafından *Suaeda physophora* Pallas (euhalofit) *Haloxylon ammodendron* (C. A. Meyer) Bunge (kserohalofit) ve *Haloxylon persicum* Bunge. ex Boiss.&Buhse. (kserofit) bitkilerinin osmotik düzenleme özellikleri, hem tarla hem de kontrollü koşullarda incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda; kserofit bir bitki olan *H. persicum*'da kuraklık adaptasyonu için çözünebilir şekerler önemli iken; *S. physophora* ve *H. ammodendron*'da inorganik iyonların özellikle de  $\text{Na}^+$  iyonunun bitkilerinde tuzlu ve kurak koşullara osmotik uyum için çok önemli olduğu; prolinin ise çalışılan bitkilerde osmotik düzenleme için çok da önemli bir rol üstlenmediği ifade edilmiştir.

*Salsola*'nın 3 türünde (*S. dendroides* Pall., *S. richteri* (Moq.) Karel. ex Litv. ve *S. orientalis* S. G. Gmel.) tuzlu koşullardaki biyokütle üretimleri, inorganik iyon birikimleri ve tuz toleransları karşılaştırılmıştır [Heidari ve ark., 2006]. Tuzlulukla birlikte  $\text{K}^+$  azalırken  $\text{Na}^+$  artmıştır. Her 3 türde de tuzluluğun düşük seviyelerinin kök ve gövde büyümesine etkisinin pozitif olduğu belirlenmiştir. Tuza maruz kalan bitkilerde çözünebilir şekerlerin ve prolinin biriktiği bildirilmiştir. Düşük tuz seviyelerinde, *S. dendroides* dokularında diğer 2 türden daha fazla prolin birikiminin olduğu ve prolin birikiminin tuz toleransı için iyi bir belirleyici olabileceği bildirilmiştir.

Yasseen ve Abu-Al-Basal (2008) Katar kıyılarında yaptıkları ekofizyolojik çalışmada, halofit *Limonium axillare* ve *Avicennia marina*'nın adaptasyon mekanizmaları ile yapraklarındaki tuz bezlerinin yapılarını araştırılmışlardır. Bölge

topraklarının  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  kationlarından daha fazla olduğu belirlenmiştir. Her iki bitkinin  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ve  $\text{Ca}^{+2}$  iyonlarını yüksek miktarda;  $\text{K}^+$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  iyonlarını ise düşük miktarda biriktirdiği tesbit edilmiştir. Sonuçta bitkilerin büyüme ortamlarında çok olan iyonları absorbe ettiklerini; bu iyonların, tuzlu koşullarda yaşayan bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal uyum mekanizmalarıyla ilişkili olabileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, halofit bitkilerin tuz stresi altında iyi bir iyon düzenleme mekanizmasına sahip olduğunu vurgulamışlardır. Çalışılan bu bitkilerdeki  $\text{Mg}^{+2}$  miktarının daha önceki çalışmalarda bildirilenlerden daha düşük olduğu, bunun da klorofil a ve b miktarını etkilediğini belirtmişlerdir. Zaten bu çalışmanın sonucu, her iki bitkinin farklı miktarlarda fotosentetik pigmentlere sahip olduğunu ve bu miktarların bildirilen pek çok glikofit bitkininkinden daha az olduğunu ortaya koymuştur. Doğal koşullarda yetişen bu bitkilerin yapraklarında organik bileşikleri de (prolin, çözünebilir şekerler ve nitrojenli bileşikler) biriktirdiği bildirilmiştir. Aynı zamanda çalışmada, scanning elektron mikroskobu ile incelenen yaprak yüzeylerinde bulunan tuz bezlerinin varlığı ortaya konmuştur.

Çin'in kuzey bölgesinin kıyı kesimlerinde toprak özellikleri ve halofitik bitki vejetasyonu ile ilgili yürütülen çalışmada [Qiang Li ve ark., 2008]; toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirleyicisi olarak halofitlerin kullanımının, topraklar hakkında bilgi alınımını kolaylaştırmak için etkili ve kullanışlı bir yöntem olabileceği belirtilmiştir.

Youssef (2009) yarı-kurak bölgelerin kıyı kesimlerinde bulunup çeşitli çevresel streslere maruz kalan halofitlerin; tuzlu habitatlarda gelişimlerini tamamlamak ve olumsuz koşullara uyum sağlamak için geliştirdikleri çeşitli biyokimyasal ve fizyolojik adaptasyonları belirlemeye çalışmıştır. Yapılan bu çalışmada; yaz mevsiminde Suudi Arabistan'ın Arap Körfezi'nde bulunan 2 farklı alandan toplanan sukkulent halofit *Halocnemum strobilaceum*, *Arthrocnemum macrostachyum* (Moris.) Moris, *Halopeplis perfoliata* (Forssk.) Bunge ex Schweinf. & Aschers., *Suaeda vermiculata* Forssk. ex J.F.Gmel. ve *Seidlitzia rosmarinus* Bunge ex Boiss'da tuzluluğa cevabın doğrudan habitat koşulları ile ilişkili olduğu

belirlenmiştir. Bitkilerde bazı antioksidan enzim aktiviteleri ile fotosentetik pigment, iyon ve prolin miktarları belirlenerek tuzluluğa toleransları araştırılmıştır. Toprak su içeriğinin daha yüksek olduğu (2. alan-Kızılderiz) bölgeden toplanan bitkiler, yüksek fotosentetik pigment (klorofil a, klorofil b ve karotenoidler) miktarı, serbest aminoasit miktarı, peroksit dismutaz aktivitesi ve doku su içerikleri ile karakterize edilirken; EC, Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> miktarlarının fazla olduğu (1. alan-Arap Körfezi) bölgeden toplanan bitkilerin ise yüksek katalaz enzim aktivitesi, çözülebilir proteinler ve şekerlere sahip oldukları belirlenmiştir. Toplam organik denge oluşturan maddelerin toplam miktarı ile artan sukulens oranının her iki alandan toplanan bitki ve topraktaki yüksek Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> miktarı ile ilişkili olduğu ortaya konmuştur.

Katar'ın doğu kıyılarındaki doğal habitatlar, Chenopodiaceae familyasına ait doğal türler bakımından zengindir. Yasseen ve Abu-Al-Basal (2010) tarafından yapılan ekofizyolojik çalışmada 11 doğal Chenopodiaceae türü incelenmiş ve farklı lokalitelerden alınan toprak örnekleri ile birlikte bitki örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Kıyılardaki kumlu alanlarda ve kıyıda daha içerideki alanlarda yürütülen çalışmanın sonucunda toprakta genel olarak Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının baskın olduğu, bunlarla birlikte K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup> ve Mg<sup>+2</sup> iyonlarının da bulunduğu belirlenmiştir. Analizi yapılan bitki türlerinde prolin ve fotosentetik pigment miktarlarının çok fazla olmadığı; prolin miktarı bakımından bitkiler arasında farklılık varken, fotosentetik pigment miktarları bakımından bitkiler arasında belirgin bir farklılık olmadığı tesbit edilmiştir. Bitkilerde yapılan iyon analizleri sonucunda da baskın iyonların Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> olduğu bildirilmiştir. Çalışmada bölgedeki habitatın korunması ve buna yönelik yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç olduğu araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır.

Türkiye'de halofitler ile ilgili yapılan fizyolojik çalışmalar sınırlı sayıdadır. Beyce (1960) tarafından Tarsus ve çevresinde taban suyunu ve halofit bitkileri belirlemek için yapılan çalışma sonucunda indikatör niteliğinde 7 tür tespit edilmiştir. Bu türlerin yetiştiği sahalarda taban suyu ve tuzluluk durumları saptanmış ve bazı türlerin taban suyu tuzluluğunun 14,11 dS/m-22,02 dS/m arasında değiştiği durumlarda yetiştiği belirlenmiştir. Elde edilen veriler etüd sahasında taban suyu

durumunu ve çoraklaşmış araziye belirlemede kullanılmıştır. Bu çalışmada toplanan bitkilerin ait oldukları familya ve tür teşhisleri Prof.Dr.Hikmet Birand tarafından yapılarak, çoraklık derecesi ve tuz yüzdelerine göre bitkilerin koleksiyon listesi hazırlanmıştır. Bu çalışma, ülkemizde çorak indikatör bitkiler konusunda yapılmış ilk önemli çalışmadır.

Öncel (1989) Tuz Gölü ve çevresinden toplanan 7 halofit bitki türünde (*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) prolin birikimini araştırmıştır. Tuz Gölü çevresinde farklı alanlarda dağılım gösteren bu halofit bitkilerde prolin miktarının, tuzluluk miktarına bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. En fazla prolin içeriğinin *Frankenia hirsuta* türünde, en az prolin içeriğinin ise *Camphorosoma monspeliaca* ssp. *monspeliaca* türünde olduğu bildirilmiştir.

Çakırlar ve Topçuoğlu (1987), aynı bölgede bazı halofitlerle yaptıkları çalışmada prolin biriktirme kapasitesinde familyalar ve türler arasında farklılar olduğunu; *Frankenia hirsuta*, *Artemisia herba Asso* ve *Zygophyllum fabago* L.'da prolin düzeyi çok yüksek Chenopodiaceae üyelerinde ise bu miktarın çok düşük olduğunu bulmuşlardır.

Güven ve arkadaşları (2000), 1996-1998 yılları arasında İç Anadolu Bölgesi ve Burdur yöresindeki tuzlu alanlarda ve göllerin çevresinde yetişen halofitik bitkilerin ekolojilerini belirlemek amacıyla, Ankara-Polatlı-Şereflikoçhisar, Kırşehir-Malya-Mucur, Aksaray, Konya-Karapınar-Ereğli-Kulu-Cihanbeyli, Karaman, Kayseri-Develi-Yay Gölü-Çöl Gölü ve Burdur ili civarında Burdur Gölü, Akgöl, Yarışlı Göl, Acıgöl, Salda Gölü çevresinde belirlenen tuzlu alanlarda ilkbahar, yaz ve sonbahar dönemlerinde yaptıkları arazi çalışması sonucunda 206 örnek parselden 452 adet bitki örneklemiştir. Hakim tuz tipinin sodyum sülfat olduğu, kireç içeriği genelde yüksek bulunan topraklarda Chenopodiaceae, Compositae ve Gramineae familyasına ait bitkilerin baskın türleri oluşturduğunu belirlemiştir.

Tıprıdamaz ve arkadaşları (2006) Seyfe Gölü (Kırşehir) kıyı ve çevresinde yetişen 16 familyaya ait 51 halofitik bitki türünün bazı fizyolojik özelliklerini araştırmışlardır. Bu bitkilerin tuzluluk ile ilişkileri, osmotik düzenleme amacıyla biriktirdikleri amonyumlu bileşiklerini ve iyon kompozisyonlarını karşılaştırmışlardır. Bitkideki  $[K^+] / [K^+ + Na^{+2}]$  oranı ve  $Na^+$  birikimi açısından dikotil ve monokotil halofitler arasında önemli farklar olduğu gösterilmiştir. İncelenen bitki örneklerinde ayrıca prolin ve glisin-betain içerikleri de incelenmiş ve bu bakımdan 51 halofit bitki türü, glisinbetain biriktirenler, prolin biriktirenler, hem glisinbetain hem de prolin biriktirenler ve ne glisinbetain ne de prolin biriktirmeyenler olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Araştırma sonucunda, Chenopodiaceae familyasına ait örneklerin çoğunluğunda tuz toleransının glisin-betain ve sodyum depolama mekanizmalarıyla sağlandığını bildirmişlerdir.

Tuz gölü ve çevresinin floristik ve ekolojik yönden incelendiği çalışmada Vural ve Yaprak (2008) göl ve çevresindeki tuzlu topraklardaki endemik türlerin çoğunun gölün güney kısmında yer aldığını belirlemişlerdir. Genellikle NaCl veya klorid bakımından zengin olan bu topraklarda geniş yayılış gösteren kozmopolit türlere rastlanmasına rağmen, dar alanlarda sulfatca ( $Na_2SO_4$ ) zengin topraklarda değişik endemik türlere de rastlandığını belirlenmiştir. Ayrıca araştırmacılar Tuz Gölü'nün Güneydoğusunda yer alan Bolluk-Tersakan Gölü-Eskil-Yenikent hattındaki tuzlu topraklar ile Sultanhanı bataklıklarının endemikler bakımından zengin, korunması öncelikli yerler olduğunu bildirmişlerdir. Buralarda tuz isteği yüksek birçok endemik türe rastlanır: *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 sığırkuyruğu), *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 (cibcık, ak cırtlık) bunlara örnektir [Vural ve Yaprak, 2008].

Ungar ve arkadaşları (1979) floristik bakımdan basit bir yapısı olan karasal tuzlu bataklıklarda zonlaşma özelliklerinin yıldan yıla değişiklik gösterdiğini ve tür kompozisyonundaki bu değişimin toprak tuzluluğundaki değişikliklerden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Benzer bilgiler Vural ve Yaprak (2008) tarafından da vurgulanmıştır. Tuz Gölü çevresinde, topraktaki tuz konsantrasyonuna göre halofitlerin tür kompozisyonlarının kuşaklara göre değiştiği gözlenmiştir.

## 2.6. Tuz Gölü

Tuz Gölü havzası; 1500 km<sup>2</sup> alanı ile Türkiye'nin ikinci büyük gölüdür. Coğrafi koordinatları 38° 45' Kuzey ve 33° 22' Doğu olup, meydana gelişi tektoniktir. Denizden yüksekliği 940 m., uzunluğu 80-100 km., eni 20-25 km'dir. Tuz Gölü doğuda Aksaray ovası, kuzeyde ve batıda Cihanbeyli, güneyde Sarayönü ve Obruk Platosu sınırları içinde kalmaktadır. Tuz Gölü Alt Havzası, Konya Kapalı Havzası'nın bir parçasıdır. Tuz Gölü, Konya Kapalı Havzası'nın önemli su kaynağı olan Beyşehir Gölü'nün suyu ile beslenmektedir.

Göl çok sığ olup (En derin yeri 1.5 metreyi geçmez) sularının tuz oranı çok yüksektir. Sonbaharda Şereflikoçhisar'ın güneyindeki 3500 ha alan gibi birkaç küçük bölüm hariç, göl yatağı büyük ölçüde kurur. Bundan sonra gölün yüzeyinde 5-10 cm.'den 5-10m.'ye kadar ulaşan tuz tabakaları oluşur [Adıgüzel ve ark., 2005].

Bölge Akdeniz ikliminin kurak ve yarı kurak varyantlarının etkisi altındadır [Tuğ, 2006]. Yapılan araştırmalar, son yıllarda etkisini artıran kuraklık nedeniyle Tuz Gölü'ndeki suyla kaplı alanlarda çok ciddi oranda azalma meydana geldiğini göstermektedir [Örmeci ve Ekercin, 2007]. WWF'nin 2006 yılında yayınlanan Akdeniz'de Kuraklık raporunda; küresel iklim değişikliğinin ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası'nı kuraklıkla vuracağı öngörülmektedir. Avrupa Çevre Ajansı verilerine göre 2030 yılında Avrupa'da kuraklıktan en çok etkilenecek kesim Akdeniz Havzası olacağı görülmektedir. Türkiye'de; Marmara; Ege ve Orta Anadolu Bölgeleri'nin (özellikle Konya Kapalı Havzası'nın) ciddi su sıkıntısıyla baş etmek zorunda olacağı ortaya çıkmaktadır [Giannakopoulos ve ark., 2005].

Tehdit altındaki bitki türlerinin ekosistemlerinin korunması ve yönetimi ile ilgili olarak yürütülen bir projede Önemli Bitki Alanları'ndan biri olarak Tuz Gölü'nün Güney ve Güneybatısı seçilmiştir. Bu alan hedef türlerin büyük bir bölümü için yaşama ortamı olan tuzcul bozkır ekosistemden oluşmaktadır. Alanda 14 endemik bitki türünün populasyonları belirlenmiştir. Tuz Gölü ve çevresinde geniş alanlar kaplayan Chenopodiaceae familyasına ait toplulukların birçok endemik bitkiyi içinde barındırdığı, doğal step toplulukları içinde yayılış gösteren *Kalidiopsis wagenitzii*, *Ferula halophila*, *Salvia halophila* gibi bazı bitkiler küresel ölçekte nesli tehlike altında olan bitkiler olduğu bildirilmiştir [Adıgüzel ve ark., 2005].

Bölgede bulunan bitki türlerinden bazıları küresel ölçekte tehlike altındadır. Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı [Adıgüzel ve ark., 2005] kitabında endemik (END), zarar görebilir (V) ve tehlike altında (E) oldukları belirtilen türler; *Allium sieheanum* [END, V], *A. vuralii* [END,V], *Asparagus lycaonicus* [END, E], *Centaurea halophila* [DD, V], *Ferula halophila* [END, V], *Gladiolus halophilus* [END, V], *Gypsophila oblanceolata* [END, V], *Hypericum salsugineum* [END, V], *Kalidiopsis wagenitzii* [END, E], *Lepidium caespitosum* [END,V], *Limonium anatolicum* [END, V], *L. iconicum* [END, V], *L. tamaricoides* [END, V], *Microcneum coralloides* ssp. *anatolicum* [V], *Onosma halophilum* [END, V], *Petrosimonia nigdeensis* [END, V], *Salsola anatolica* [END, V], *Salvia halophila* [END, V], *Saponaria halophila* [END, E], *Scorzonera hieraciifolia* [END, V], *Silene salsuginea* [END, V], *Sphaerophysa kotschyana* [END, V], *Verbascum helianthemoides* [END, V], *V. pyroliforme* [END, V] olarak bildirilmiştir.

Bu bitki türlerinden 13'ü Bern sözleşmesi Ek Liste 1 kapsamında koruma altına da almıştır. Bunlar; *Kalidiopsis wagenitzii*, *Sphaerophysa kotschyana*, *Allium vuralii*, *Asparagus lycaonicus*, *Ferula halophila*, *Hypericum salsugineum*, *Limonium anatolicum*, *Limonium tamaricoides*, *Microcneum coralloides* subsp. *anatolicum*, *Onosma halophilum*, *Saponaria halophila*, *Silene salsuginea*'dır [Adıgüzel ve ark., 2005].

Tuz Gölü, sahip olduğu tuz rezervi ve biyolojik çeşitlilik değerleri açısından ülkemiz için önemli bir doğal kaynaktır. Tuz Gölü kapladığı geniş su alanı ile su kuşları için önemli bir kışlama alanı olup, biyoçeşitliliğin muhafazası açısından büyük önem taşıyan ve RAMSAR sözleşmesine göre A sınıfına giren bir sulak alandır. Ayrıca, Tuz Gölü ve stepleri Önemli Bitki Alanıdır (ÖBA), büyük bir tuz gölünü ve onun su toplama havzasında yer alan habitatları içerir. Ülkemiz geleceği için büyük önem taşıyan Tuz Gölü'nün korunması amacıyla Bakanlar Kurulu'nun 2 Kasım 2000 tarih ve 24.218 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 2000/ 1318 Sayılı kararı ile Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi (ÖÇK) olarak tespit ve ilan edilmiştir. Tuz Gölü aynı zamanda doğal SİT alanıdır [[www.ockkb.gov.tr](http://www.ockkb.gov.tr)].

Tuz Gölü, geçmişten gelen sürdürülebilir olmayan uygulamalar ve politikalar nedeniyle birçok tehditle karşı karşıyadır. Bunlar; gölün giderek kuruması, tarımda aşırı ve kontrolsüz su kullanımı nedeniyle yer altı su seviyesinin düşmesi, evsel ve sanayi atıklarının arıtılmadan göle bırakılması, ekosistemi korumaya yönelik bütüncül politika ve uygulamaların eksikliği şeklinde sıralanabilir.

Bölgede tuz oranının oldukça fazla olduğu topraklar üzerinde halofit bitkiler yaygındır. Büyük bir kısmı endemik olan bu halofit bitkiler bu özellikleri ile önemli birer gen kaynağıdır. Aynı zamanda bölgedeki çevre baskısı nedeniyle bu önemli gen kaynaklarının tehdit altında olduğu son çalışmalarda da bildirilmektedir [Adıgüzel ve ark., 2005].



### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1. Çalışma Alanının Özellikleri

Çalışma alanı olarak belirlenen Tuz Gölü havzası; 1500 km<sup>2</sup> alanı ile Türkiye'nin ikinci büyük gölüdür. Coğrafi koordinatları 38° 45' Kuzey ve 33° 22' Doğu olup, meydana gelişi tektoniktir. Denizden yüksekliği 940 m., uzunluğu 80-100 km., eni 20-25 km'dir. Tuz Gölü doğuda Aksaray ovası, kuzeyde ve batıda Cihanbeyli, güneyde Sarayönü ve Obruk Platosu sınırları içinde kalmaktadır. Tuz gölü Alt Havzası, Konya Kapalı Havzası'nın bir parçasıdır. Tuz Gölü, Konya Kapalı Havzası'nın önemli su kaynağı olan Beyşehir Gölü'nün suyu ile beslenmektedir.

Göl çok sığ olup (En derin yeri 1.5 metreyi geçmez) sularının tuz oranı çok yüksektir (Suyun yoğunluğu 1.225 cm<sup>3</sup>/gr'dır, tuz oranı ise %32 'dir. Bir litresinde 10.4 gr. Na, 3.9 gr. K, 0.3 gr. Ca, 120 gr. Mg, 200 gr. SO, 188 gr CI bulunur.). Sonbaharda Şereflikoçhisar'ın güneyindeki 3500 ha alan gibi birkaç küçük bölüm hariç, göl yatağı büyük ölçüde kurur. Bundan sonra gölün yüzeyinde 5-10 cm.'den 5-10m.'ye kadar ulaşan tuz tabakaları oluşur. Göl kapalı havzadır, dışa akışı yoktur, gölü besleyen birkaç yüzey suyu bulunmaktadır. Tuz gölünü besleyen sular doğuda Şereflikoçhisar'dan geçen Peçenek Suyu, güneyde Eski'den göle giren Bağlıca ve Kırkdelik suları ile Eşmekaya kaynakları, güneybatıda Tersakan ayağı ile batıda Cihanbeyli'den gelen İnsuyu'dur. Akarsuların tamamına yakını yaz aylarında kurur ve göle ulaşamaz. Kuruyan bölgelerde 30 cm'yi bulan tuz tabakası oluşur. Yalnızca ülkemizin değil, dünyanın en tuzlu göllerinden birisidir.

Tuz Gölü, 1992 yılında SİT, 2000 yılında ise "Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi (ÖÇKB)" olarak ilan edilmiştir. Türkiye'nin en büyük ÖÇKB'dir (7.414 km<sup>2</sup>).

İdari olarak Aksaray, Konya ve Ankara illeri sınırları içinde olan alanda 64 yerleşim yeri bulunmaktadır. Eylül ortalarından nisan sonuna kadar uzun bir soğuk periyot vardır. Kış aylarında ortalama sıcaklık -4 °C'dir. Sıcak periyot soğuk periyottan kısa olmasına rağmen oldukça etkilidir. Alandaki buharlaşma özellikle yaz aylarında

yüksektir. Tuz Gölü çevresi yılda 250 mm ile en az yağış alan bölgeler arasındadır. Yüksek tuz oranı nedeniyle halofilik (tuz seven) bitkiler dışındaki bitki türleri için uygun bir yaşama ortamı değildir.

### **3.2. Bitki Örnekleme Yöntemleri**

Bölgede, 21-22 Eylül 2007, 2-3 Mayıs, 6 Haziran, 4 ve 25 Temmuz ve 10-12 Ekim 2008 tarihlerinde olmak üzere 6 kez arazi çalışması yapılmış ve 30 endemik halofit bitki taksonuna ait bitki örnekleri Tuz Gölü ve çevresinde doğal habitatlarından toplanmıştır. Aynı zamanda toplanan bitki örneklerinin köklerinin yayıldığı bölgeden 0-15 cm derinlikten toprak örnekleri alınarak analizleri yapılmıştır. 30 endemik halofit bitkinin yayılış gösterdiği ve örnekleme yapıldığı alanların yakınlığı göz önünde bulundurularak çalışma bölgesi; Şereflikoçhisar (1.), Aksaray-Eskil (2.) ve Cihanbeyli-Bolluk (3.) olmak üzere 3 ana istasyona ayrılmıştır. Bu istasyonlar lokalite bilgileriyle birlikte Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Eylül 2007-Ekim 2008 yılları arasında yapılan arazi çalışmalarında aynı gelişme döneminde (çiçeklenme dönemi) toplanan 30 endemik halofitik takson ve familyaları Çizelge 3.1.'de verilmiştir. 3 istasyondan toplanan bitki örnekleri herbaryum tekniklerine göre kurutulularak; teşhisleri Flora of Turkey and The East Aegean Islands [Davis, 1965-1988] esas alınarak Prof. Dr. Hayri Duman tarafından yapılmıştır. Gazi Herbaryumu'nda (GAZI) muhafaza edilmektedir. Ayrıca, fotoğrafları çekilerek arşivlenmiş ve EK-3'te verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışılan taksonlar ve ait oldukları familyalar

Bitki No	FAMİLYA	TAKSON
1	Brassicaceae	<i>Lepidium caespitosum</i> Desv.
2	Caryophyllaceae	<i>Gypsophila oblanceolata</i> Bark
3	Caryophyllaceae	<i>Silene salsuginea</i> Hub.-Mor.
4	Chenopodiaceae	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i> Aellen
5	Chenopodiaceae	<i>Salsola stenoptera</i> Wagenitz
6	Chenopodiaceae	<i>Petrosimonia nigdeensis</i> Aellen
7	Hypericaceae	<i>Hypericum salsugineum</i> Robson & Hub.-Mor.
8	Leguminosae	<i>Astragalus ovalis</i> Boiss. & Bal.
9	Leguminosae	<i>Sphaerophysa kotschyana</i> Boiss.
10	Umbelliferae	<i>Ferula halophila</i> Peşmen
11	Compositae	<i>Anthemis fumariifolia</i> Boiss.
12	Compositae	<i>Achillea sieheana</i> Stapf.
13	Compositae	<i>Onopordum davisii</i> Rech.
14	Compositae	<i>Cirsium alatum</i> ssp. <i>pseudocreticum</i> Gmelin
15	Compositae	<i>Scorzonera hieraciifolia</i> Hayek
16	Compositae	<i>Centaurea tuzgoluensis</i> Aytac et H.Duman
17	Compositae	<i>Senecio salsuginea</i> H.Duman et Vural
18	Compositae	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i> Yıldırım & A.Doğru-Koca
19	Compositae	<i>Taraxacum farinosum</i> Hausskn. & Bornm.
20	Compositae	<i>Taraxacum mirabile</i> Wagenitz
21	Boraginaceae	<i>Onosma halophilum</i> Boiss. & Heldr.
22	Scrophulariaceae	<i>Verbascum pyroliforme</i> (Boiss. & Heldr.) O.Kuntze
23	Labiatae	<i>Salvia halophila</i> Hedge
24	Plumbaginaceae	<i>Limonium anatolicum</i> Hedge
25	Plumbaginaceae	<i>Limonium iconicum</i> (Boiss. & Heldr.) O. Kuntze
26	Plumbaginaceae	<i>Limonium lilacinum</i> (Boiss. & Bal.) Wagenitz
27	Liliaceae	<i>Asparagus lycaonicus</i> P.H. Davis
28	Liliaceae	<i>Allium vuralii</i> Kit Tan
29	Iridaceae	<i>Gladiolus halophilus</i> Boiss. & Heldr
30	Gramineae	<i>Puccinellia bulbosa</i> ssp. <i>caesarea</i> Kit Tan

### 3.3. Bitki Analiz Yöntemleri

Toplanan bitkilere ait taze yaprak dokularında klorofil analizleri yapılmıştır. Toprak üstü organları ise ayrılarak 60°C'de 4 gün kurutulup toz haline getirilmiştir. Kurutulan materyalde inorganik iyon ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  ve  $\text{Cl}^-$ ), prolin, glukoz, fruktoz, kuarternler amonyum bileşiklerinin (glisin-betain ve kolin-O-sülfat) analizleri yapılmıştır. Bu analizlerin yapılması sırasında kullanılan metodlar aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

### 3.3.1. Klorofil analizi

Yaprak dokularında klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları Lichtenthaler (1987)'in yöntemine göre belirlenmiştir. Bunun için yaprak dokularından alınan diskler tartıldıktan sonra ependorf tüplerine konularak, üzerine 1 ml % 100 aseton ilave edilmiştir. Dokular tamamen beyazlaşıp, pigmentlerini kaybettiğinde elde edilen süpernatanttan UV-1700 Shimadzu marka spektrofotometrede 661,6; 644,8 ve 470 nm'de absorpsiyon okumaları yapılmıştır. Klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları aşağıdaki formüller yardımıyla ( $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ) hesaplanarak  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ .TA verilmiştir.

$$\text{Klorofil a} = (11,24 \times \lambda_{661,6}) - (2,04 \times \lambda_{644,8})$$

$$\text{Klorofil b} = (20,13 \times \lambda_{644,8}) - (4,19 \times \lambda_{661,6})$$

$$\text{Klorofil a+b} = (7,05 \times \lambda_{661,6}) + (18,09 \times \lambda_{644,8})$$

### 3.3.2. İyon analizi

Bitki örneklerindeki iyon analizleri için ekstraktlar Prakash ve Prathapasenan (1988) metoduna göre hazırlanmıştır. Buna göre; etüvde  $60^{\circ}\text{C}$ 'de 4 gün kurutulup öğütülen bitki örneklerinden 100'er mg tartılarak deney tüplerine konulmuştur. Örneklerin üzerine 5 ml 0,1 N  $\text{HNO}_3$  eklenerek, su banyosunda 1 saat kaynatıldıktan sonra süzölmüştür. Aynı işlem 2 kez daha uygulanıp her defasında berrak süpernatant toplanmıştır.

Süpernatanttaki  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  konsantrasyonları Eppendorf Flamefotometre ile,  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  konsantrasyonları Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre (Varian Spectr AA.5) ile,  $\text{Cl}^-$  konsantrasyonu ise Buchler-Catlove Kloridometre cihazı ile belirlenmiştir. İyon miktarları mg iyon/g KA olarak hesaplanmıştır.

### 3.3.3. Prolin analizi

Bitkilerin, etüvde 60°C'de 4 gün kurutulup toz haline getirilen topraküstü kısımlarından prolin analizi, Bates ve arkadaşlarının (1973) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bunun için, 100 mg yaprak dokusu 2 ml %40'lık metanol içerisinde ekstrakte edilmiştir. 1 ml'sinde 25 mg ninhidrin içeren glasiyel asetik asit ve 6 M'lık ortofosforik asit (3:2, v/v) çözeltisinden 1 ml alınıp ekstraktın 1 ml'si ile karıştırılarak; su banyosunda 100°C'de 1saat boyunca inkübe edilmiş; bu süre sonunda tüpler buz banyosuna alınarak reaksiyon tamamlanmıştır. Karışıma 5 ml toluen ilave edilerek, bir tüp karıştırıcısı ile 20 saniye karıştırılmıştır. Kromofor içeren toluen, sıvı fazdan ayrılarak UV-1700 Shimadzu marka spektrofotometrede 528 nm'de absorbans okumaları yapılmıştır. Kör olarak toluen kullanılmıştır. Örneklerdeki prolin miktarı  $\mu\text{mol prolin/g KA}$  olarak hesaplanmıştır.

### 3.3.4. Karbonhidrat miktarının belirlenmesi

Bitkideki çözünebilir karbonhidrat miktarları, Halhoul ve Kleinberg (1972)'in yöntemi kullanılarak glukoz+sakkaroz ve fruktoz+sakkarozun anthron reaktifi kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla; bitkilerin etüvde 60°C'de 4 gün kurutulup toz haline getirilen topraküstü kısımlarından 100 mg kuru örnek deney tüplerine konularak üzerlerine 15 ml %80'lik soğuk etanol eklenmiştir. 5000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilen süpernatantlar toplanmış ve analize kadar +4 °C'de muhafaza edilmiştir. Elde edilen ekstraktın 0,5 ml'si üzerine 2,5 ml soğuk anthron çözeltisi eklenmiştir. Glukoz tayini için örnekler 95 C'de 5 dakika; fruktoz tayini için ise 40 C'de 30 dakika sıcak su banyosunda bekletilmiş ve hemen buz banyosuna alınmıştır. Hazırlanan örneklerin absorbansı UV-1700 Shimadzu marka spektrofotometrede 620 nm'de glukoz ve fruktoz standartlarına karşı okunmuş ve miktarlar mg şeker/g KA olarak hesaplanmıştır.

### 3.3.5. Kuarterner amonyum bileşiklerinin analizi

Bitki örneklerinde bulunan metillenmiş kuarterner amonyum içeren bileşiklerin (Glisin betain, kolin-O-sülfat, kolin ve  $\beta$ -alanin betain) belirlenmesi için  $^1\text{H-NMR}$  spektroskopik analiz yöntemi uygulanmıştır [Magne ve Larher, 1992]. Bunun için, 40 mg kuru örnek eppendorf tüplerine konularak üzerlerine 1,5 ml % 96'lık etanol eklenmiştir. 95 C'lik sıcak su banyosunda alkol tamamen buharlaşana kadar bekletilmiş, daha sonra 1,5 ml deiyonize su içerisinde çözülmüştür. 5000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilen süpernatantlar toplanmış ve Alpha 2-4 LO marka liyofilizatörde dondurularak kurutulmuştur. Kurutulmuş materyal 0,5 mM tert-bütanol içeren 0,7 ml  $\text{D}_2\text{O}$  (%99,9 deuterium) içerisinde çözdürülmüştür.  $^1\text{H-NMR}$  spektrumları Bruker 400 MHz AV marka NMR cihazı ile belirlenmiştir. NMR cihazında 1.2000 ppm'de sinyal veren ve 9 protona ( $-\text{C}-(\text{CH}_3)_3$ ) sahip olan tert-bütanol içsel standart olarak kullanılmıştır. Glisin betain (GB), kolin-O-sülfat (COS), kolin (Cho) ve  $\beta$ -alanin betain ( $\beta$ -AB) bileşikleri de 9 protona sahip gruplardır. NMR cihazında her örnek için ayrı ayrı yapılan okumalarda 3.2164 ppm de glisin betain (GB), 3.1821 ppm de kolin-O-sülfat (COS), 3.1540 ppm'de ise kolin (Cho) ve 3.0817 de  $\beta$ -alanin betain ( $\beta$ -AB) için sinyal alınıp alınmadığına bakılmıştır. Bu noktalarda elde edilen piklerin alanlarının XWIN-NMR bilgisayar programı kullanılarak integralleri alınmış ve örneklerdeki amonyum bileşiklerinin miktarları içsel standart olarak kullanılan tert- bütanol ile oranlanarak hesaplanmıştır. Miktarlar  $\mu\text{mol/g KA}$  olarak ifade edilmiştir.

### 3.4. Toprak Analiz Yöntemleri

Bitki örneklerinin toplandığı ve köklerinin yayıldığı topraktan 0-15 cm derinlikten örnekler alınarak fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla aşağıdaki analizler yapılmıştır [Tüzüner, 1990]:

- Toprağın su ile doyma kapasitesi (%); 2 mm'lik elekten geçirilmiş toprağa doymun oluncaya kadar saf su ilave edilerek belirlenmiştir.

- Elektriksel iletkenlik (dS/m); doyunluk ekstraksiyonundan elde edilen çözeltilerin iletkenliği, İletkenlik Ölçer Aleti (Kondaktivimetre) ile ölçülmüştür.
- Toprak reaksiyonu (pH); doyunluk çamurunda ve çözeltilisinde pH metre ile belirlenmiştir.
- Doyunluk çözeltilisindeki çözülebilir iyonlar (me/I); doyunluk çözeltilisinde Na<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> iyonları alev fotometresi ile ölçülmüş; Ca<sup>+2</sup> ve Mg<sup>+2</sup> iyonları 0,01 NaEDTA, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> iyonları 0,01 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Cl<sup>-</sup> iyonu 0,05 AgNO<sub>3</sub> çözeltileri ile titre edilmiş; SO<sub>4</sub> iyonu ise anyon kation eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

### 3.5. İstatistiksel Analizler

Toplanan örneklere ait analizler 5 tekrarlı olarak yapılmıştır. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Statgraph İstatistik paket programı kullanılmıştır. Öncelikle toprak özellikleri ile ilgili elde edilen verilere ait ortalamalara LSD (Least Significance Difference= En küçük anlamlı önemli fark) testi uygulanmış; zamana ve istasyona bağlı değişimlerin önemli olup olmadığı %5 önem düzeyinde araştırılmıştır. Önemli olan faktörler için Box-and-Whisker grafikleri çizilmiştir. Toprak özelliklerinin birbiri arasındaki ilişkileri belirlemek içinde sonuçlara korelasyon analizi uygulanmıştır. Benzer şekilde bitkilere ait verilere varyans analizleri (ANOVA) uygulanarak takson, toprak özellikleri, zaman faktörlerinin önemli olup olmadığı %5 önem düzeyinde araştırılmıştır. Ortalamalar LSD (Least Significance Difference= En küçük anlamlı önemli fark) testi kullanılarak karşılaştırılmış ve p-0.05 düzeyinde önem kontrolleri yapılmıştır. Bitkide ölçülen parametrelerin birbiriyle ve toprak parametreleriyle olan ilişkileri korelasyon çözümlenmeleriyle ortaya konmuştur. Bitkilerde incelenen özelliklerle ilgili verilere kümeleme (cluster) analizi yapılarak bitkiler ortak özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Kümeleme analizi sonucunda oluşturulan küme, grup ve alt grupların hangi ortak özellikleri taşıdığı ise faktör analizi ile belirlenmiştir.

#### 4. BULGULAR

Tuz Gölü çevresinde yetişen farklı familyalara ait 30 endemik halofit bitkide tuza uyum mekanizmalarında yer alan fotosentetik pigmentlerin (klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil), inorganik iyonların ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$ ) ve organik bileşiklerin (glukoz, fruktoz, prolin, glisinbetain, kolin-O-sülfat, kolin ve  $\beta$ -alaninbetain) miktarlarındaki değişimler bakımından takson ve familyalar arasındaki farklılıklar, mevsimsel farklılıklar incelenmiş ve bunların toprağın % su, pH, EC, çözünebilir anyon ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ) ve katyon ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ) gibi fiziksel özelliklerindeki değişimler ile ilişkileri belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen veriler sırasıyla; çalışma alanının iklimsel, meteorolojik ve toprak özellikleri ve bitkilere ait bulgular olmak üzere 2 ana başlık altında verilmiştir. Çalışmanın tüm bulgularını (toprak ve bitki analizleri sonucunda elde edilen tüm veriler) içeren toplu bir tablo EK-1 Çizelge 1.1.'de verilmiştir.

##### 4.1. Çalışma Alanının İklimsel, Meteorolojik ve Toprak Özellikleri

Eylül 2007, Mayıs 2008, Haziran 2008, Temmuz 2008 ve Ekim 2008 tarihlerinde 30 endemik halofit bitki taksonuna ait bitki örnekleri Tuz Gölü çevresindeki doğal habitatlarından toplanmıştır. Aynı zamanda toplanan bitki örneklerinin köklerinin yayıldığı bölgeden 0-15 cm derinlikten toprak örnekleri alınarak analizleri yapılmıştır. 30 endemik halofit bitkinin yayılış gösterdiği ve örnekleme yapıldığı alanların yakınlığı göz önünde bulundurularak çalışma bölgesi 3 ana istasyona ayrılmıştır. Bu istasyonlar lokalite bilgileriyle birlikte Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Ayrıca istasyonların uydu görüntüsü Şekil 4.1.'de verilerek, Şekil 4.2.'de harita üzerinde işaretlenmiştir.



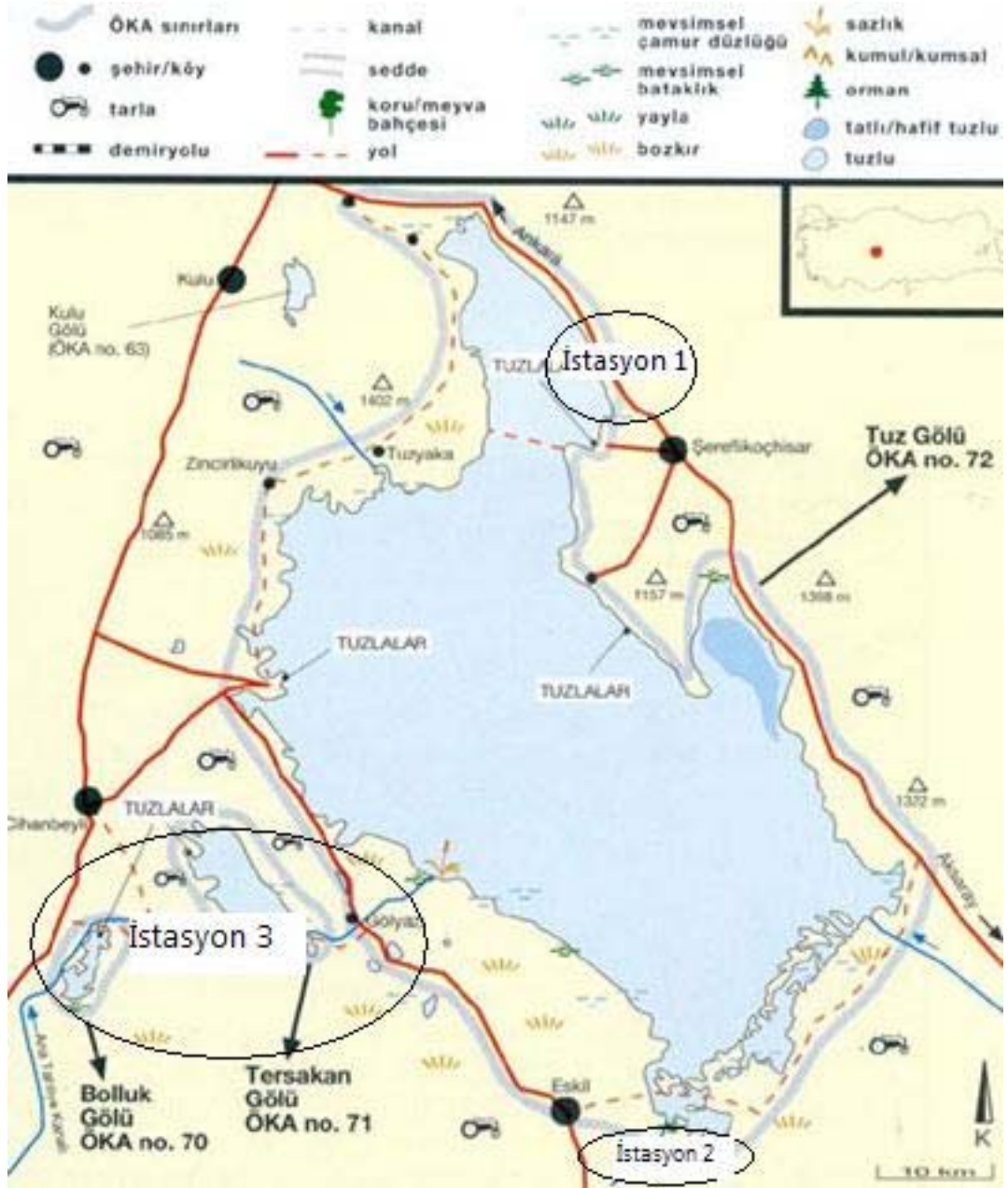
Çizelge 4.1. 2007-2008 yıllarında arazi çalışmalarının yapıldığı istasyonlara ait lokalite bilgileri

İstasyon	Lokalite bilgileri
1-Şereflikoçhisar	B4 Ankara: Şereflikoçhisar-Ankara yolu, Şereflikoçhisar'a 8-15 km kala, tuzlu topraklar, 911-919 m, 39° 003' -4' N 33° 24' -27' E
2-Aksaray-Eskil	B4 Aksaray: Eskil'in 3 km güneyi, 3-7 km doğusu, Juncus bataklığı, Eskil çöplüğü, 921-946 m, 38° 21' -25' N 33° 25' -30' E
3-Cihanbeyli-Gölyazı	B4 Konya: Gölyazı, Tersakan gölü güneyi, Bolluk gölü, Yavşan Tuzlası, halofitik bataklık, sodyum sülfatlı step, 906-940 m, 38° 29' -33' N 33° 06' -11' E



Şekil 4.1. Tuz Gölü çevresinde Eylül 2007-Ekim 2008 tarihleri arasında arazi çalışmalarının yapıldığı istasyonların uydudan görünümü.

Tuz Gölü çevresinde çalışmanın yapıldığı 3 istasyon da B4 karesi içinde yer almaktadır. 1. İstasyon olan Şereflikoçhisar istasyonu; Şereflikoçhisar-Ankara yolunda Şereflikoçhisar'a 8-15 km kala, tuzlu topraklarla kaplı alandır. Şereflikoçhisar Ankara'nın güneydoğusunda yer alır. İstasyon, gölün kenarından yola kadar, bir dinlenme tesisi ile tuz işletmelerinin bulunduğu alandır. 2. istasyon olan Aksaray-Eskil istasyonu; Eskil'in 3 km güneyi ile 3-7 km doğusunu kapsayan alandır. Eskil, Aksaray il sınırları içinde olup gölün güneyindedir. İstasyon, Eskil çöplüğünü de içine alır ve alanda *Juncus* bataklığı hakimdir. 3. istasyon olan Cihanbeyli-Gölyazı istasyonu; Konya il sınırları içinde bulunan Gölyazı, Bolluk gölü, Yavşan Tuzlası ve Tersakan gölü güneyini kapsamaktadır. İstasyon, halofitik bataklık ve sodyum sülfatlı steplerden oluşur. Bölgede tuz işleme tesisleri bulunmaktadır.



Şekil 4.2. Tuz Gölü çevresinde Eylül 2007-Ekim 2008 tarihleri arasında arazi çalışmalarının yapıldığı istasyonları gösteren harita.

Tuz Gölü havzası oluşumu, iklimi, jeolojik yapısı ile özel bir yapıya ve buna bağlı olarak kendine özgü bir doğaya sahiptir. Bölgede yarı karasal, yarı kurak Akdeniz iklimi hakimdir. Eylül ortalarından Nisan sonuna kadar uzun bir soğuk periyot vardır. Kış aylarında ortalama sıcaklık  $-4\text{ C}^{\circ}$ 'dir. Sıcak periyot soğuk periyottan kısa olmasına rağmen oldukça etkilidir. Alandaki buharlaşma özellikle yaz aylarında yüksektir.

Çalışmanın yürütüldüğü istasyonlar ile ilgili meteorolojik veriler Şereflikoçhisar, Aksaray ve Cihanbeyli meteoroloji istasyonlarından sağlanmıştır. Bu istasyonların 2007-2008 yıllarına ait yıllık iklim değerleri Çizelge 4.2.'de; arazi çalışmalarının yapıldığı tarihlerdeki aylık iklim değerleri ise Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. İstasyonların 2007-2008 yıllarına ait yıllık iklim değerleri.

İst	Meteorolojik Öz.	YIL	AYLAR											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Şereflikoçhisar	Maks. Sıc. (°C)	2007	13.7	14.4	24.0	22.6	32.1	37.9	39.3	37.6	35.5	28.2	20.4	13.0
		2008	6.2	10.8	25.6	29.7	32.0	35.0	38.2	36.7	32.9	24.4	20.1	14.9
	Min. Sıc. (°C)	2007	-11.5	-12.2	-5.2	-1.5	7.4	10.3	14.1	15.7	7.3	0.6	-7.0	-9.7
		2008	-15.7	-15.4	-1.4	1.3	2.6	9.0	14.5	14.4	8.0	2.5	-3.0	-13.8
	Ort. Sıc. (°C)	2007	0.4	1.1	6.9	9.2	19.9	22.9	26.2	26.6	20.3	14.5	7.0	1.5
		2008	-3.6	-1.6	9.8	14.0	15.9	22.2	24.7	25.9	20.1	13.0	8.1	0.8
	Ort. Nisbi Nem (%)	2007	80.6	81.9	66.4	58.2	44.4	43.7	29.0	33.9	33.5	55.2	82.4	89.5
		2008	84.7	84.3	64.9	58.2	50.0	41.0	35.4	36.0	49.9	73.5	85.6	96.1
	Toplam Yağış (mm)	2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aksaray	Maks. Sıc. (°C)	2007	16.9	15.6	25.0	22.2	31.0	35.0	37.4	38.0	34.0	28.5	21.4	13.7
		2008	9.2	10.2	29.0	31.8	31.0	35.0	36.2	37.0	34.0	26.2	22.3	20.4
	Min. Sıc. (°C)	2007	-12.4	-11.1	-3.8	-1.6	7.4	10.0	11.0	12.4	6.4	0.2	-4.4	-9.6
		2008	-13.0	-14.7	-3.0	0.0	3.0	10.0	13.0	15.0	9.7	1.8	-3.8	-18.6
	Ort. Sıc. (°C)	2007	0.9	1.4	7.0	8.9	19.8	22.6	25.5	25.0	18.9	14.5	7.2	1.4
		2008	-3.6	-2.6	10.2	14.6	15.7	22.2	25.0	27.1	21.1	13.9	9.5	1.2
	Ort. Nisbi Nem (%)	2007	62.6	67.4	59.7	58.0	49.1	47.0	39.0	44.1	42.5	55.1	68.8	73.3
		2008	63.5	64.2	51.5	46.0	48.4	42.1	38.7	40.0	48.3	61.1	61.0	69.8
	Toplam Yağış (mm)	2007	21.3	28.0	24.4	43.8	20.5	11.5	0.9	0.9	1.8	7.2	70.0	41.1
		2008	11.1	17.7	25.5	16.3	27.9	3.2	0.0	3.8	31.5	14.3	24.1	60.3
Cihanbeyli	Maks. Sıc. (°C)	2007	13.7	15.9	21.9	22.8	31.4	37.9	39.4	37.9	36.4	28.9	22.3	13.6
		2008	8.7	13.5	26.4	31.3	31.5	36.1	37.3	37.7	34.2	25.5	21.1	15.0
	Min. Sıc. (°C)	2007	-11.3	-15.7	-4.4	-2.1	6.6	9.0	12.3	14.0	4.8	-1.1	-6.2	-10.1
		2008	-12.9	-16.6	-3.0	0.7	2.0	7.9	11.1	12.7	8.3	2.4	-2.1	-17.6
	Ort. Sıc. (°C)	2007	-0.8	-0.1	6.2	8.7	19.4	22.2	25.7	25.6	19.6	13.7	6.3	0.9
		2008	-4.1	-2.2	9.3	13.7	15.5	21.5	24.3	25.5	19.4	12.4	7.8	0.1
	Ort. Nisbi Nem (%)	2007	84.1	83.4	68.3	59.6	45.5	46.8	31.3	37.1	37.6	59.1	81.4	86.2
		2008	81.0	79.5	60.3	53.3	48.4	43.3	35.6	35.1	50.9	69.9	79.6	91.6
	Toplam Yağış (mm)	2007	29.9	21.8	39.2	16.2	8.8	38.7	-	1.8	0.5	17.5	59.0	56.6
		2008	6.3	21.3	14.6	35.6	14.8	25.2	7.5	6.7	48.4	11.0	47.3	51.5

Çizelge 4.3. Çalışmaların yapıldığı tarihlerde istasyonlara ait aylık iklim değerleri.

YIL/AY	İstasyon Adı	Aylık Max. Sıc. (°C)	Aylık Min. Sıc. (°C)	Aylık Ort. Sıc. (°C)	Aylık Ort. Nisbi Nem (%)	Aylık Toplam Yağış (mm)
2007/Eylül	Ş.Koçhisar	35,5	7,3	20,3	33,5	-
	Aksaray	34,0	6,4	18,9	42,5	1,8
	Cihanbeyli	36,4	4,8	19,6	37,6	0,5
2008/Mayıs	Ş.Koçhisar	32,0	2,6	15,9	50,0	-
	Aksaray	31,0	3,0	15,7	48,4	27,9
	Cihanbeyli	31,5	2,0	15,5	48,4	14,8
2008/Haziran	Ş.Koçhisar	35	9,0	22,2	41,0	-
	Aksaray	35,0	10,0	22,2	42,1	3,2
	Cihanbeyli	36,1	7,9	21,5	43,3	25,2
2008/Temmuz	Ş.Koçhisar	38,2	14,5	24,7	35,4	-
	Aksaray	36,2	13,0	25,0	38,7	0,0
	Cihanbeyli	37,3	11,1	24,3	35,6	7,5
2008/Ekim	Ş.Koçhisar	24,4	2,5	13,0	73,5	-
	Aksaray	26,2	1,8	13,9	61,1	14,3
	Cihanbeyli	25,5	2,4	12,4	69,9	11,0

Çizelge 4.3.'de yer alan aylık iklim değerleri incelendiğinde; çalışmanın yapıldığı dönemde en yüksek aylık ortalama sıcaklığın Temmuz 2008'de Aksaray bölgesinde (2. istasyon), en düşük aylık ortalama sıcaklığın ise Ekim 2008'de Cihanbeyli bölgesinde (3. istasyon) olduğu görülmektedir.

Çalışmanın yapıldığı dönemde; en düşük aylık ortalama nisbi nem (% 33,5) Eylül 2007 tarihinde Şereflikoçhisar bölgesinde (1. istasyon), en yüksek aylık ortalama nisbi nem (% 73,5) Ekim 2008 tarihinde yine Şereflikoçhisar bölgesinde (1. istasyon) tesbit edilmiştir. Çizelge 4.2.'de yer alan yıllık iklim değerleri de incelendiğinde; ortalama nisbi nem miktarının genel olarak 2007 yılında daha düşük olduğu görülmektedir.

Aylık toplam yağış miktarları yıl, ay ve istasyonlara bağlı olarak birbirinden farklılık göstermektedir (Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.3.). Şereflikoçhisar bölgesinin diğer iklim verileri olmasına karşın aylık toplam yağış verileri bulunmamaktadır. Çizelge 4.3.'te yer alan Aksaray ve Cihanbeyli bölgesine ait aylık toplam yağış verileri incelendiğinde, çalışmanın yapıldığı tarihlerde toplam yağış miktarı 0,0-27,9 mm arasında değiştiği görülmektedir. Genel olarak; en yüksek yağış miktarının Mayıs 2008'de en düşük yağış miktarının ise Temmuz 2008 tarihinde olduğu söylenebilir.

2007 yılının ortalama yağış miktarı 23,39 mm iken 2008 yılında yıllık ortalama yağış miktarı 21,91 mm olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Eylül 2007; Mayıs 2008, Haziran 2008; Temmuz 2008 ve Ekim 2008'de 3 farklı istasyondan toplanan bitkilerin köklerinin yayıldığı 0-15 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin % su, pH, EC, çözünebilir anyon ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) ve kation ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ) miktarları ve toprakların tuz tipleri Çizelge 4.4'te gösterilmiştir.

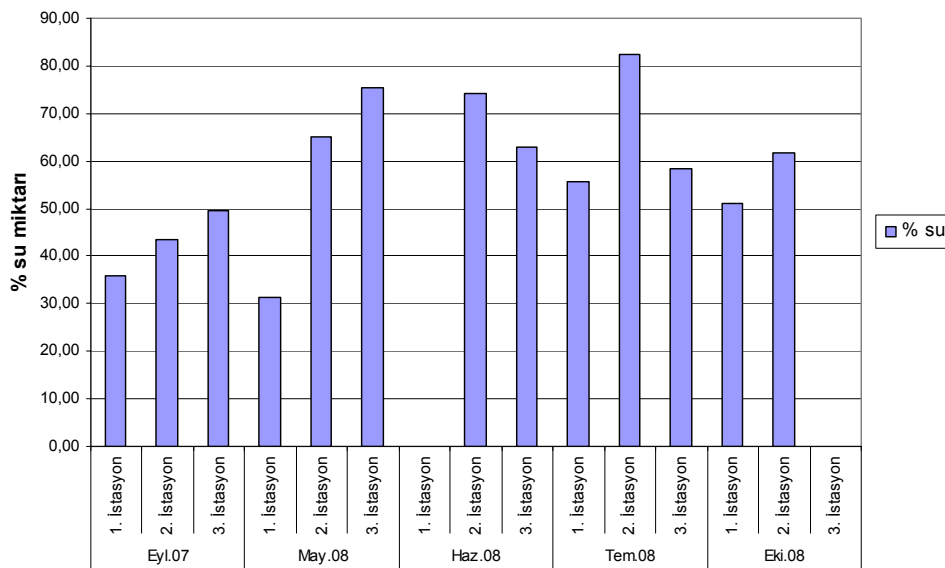
Çizelge 4.4. 2007-2008 yıllarında istasyonlardan alınan toprak örneklerinin % su, pH, EC (dS/m), Çözünebilir anyon ve kation (me/l) miktarları ve tuz tipleri.

	İst	% su	pH	EC (dS/m)	Çözünebilir Katyonlar (me/l)				Çözünebilir Anyonlar (me/l)			Tuz Tipi
					$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	
Eyl.07	1	35,78	8,17	90,10	830,00	26,00	40,63	239,57	15,00	220,90	900,30	Sodyum Sülfat
	2	43,63	7,99	32,18	303,58	11,56	8,50	155,72	11,17	67,19	401,00	Sodyum Sülfat
	3	49,57	7,64	51,45	459,45	4,77	12,11	159,02	31,13	46,23	559,91	Sodyum Sülfat
May.08	1	31,35	8,27	1,15	5,25	0,80	3,05	2,39	2,74	7,31	0,58	Sodyum Klorür
	2	65,03	8,44	12,57	83,00	10,00	2,39	47,66	6,77	72,68	62,54	Sodyum Klorür
	3	75,40	7,75	23,70	156,00	8,07	26,24	55,74	2,69	137,73	105,63	Sodyum Klorür
Haz.08	1											
	2	74,07	8,25	6,76	43,00	5,00	0,48	17,83	3,07	31,74	30,35	Sodyum Klorür
	3	63,00	7,75	11,34	75,00	6,05	6,58	35,63	2,93	87,45	32,88	Sodyum Klorür
Tem.08	1	55,65	8,09	1,55	5,05	0,74	7,20	3,89	2,45	5,70	8,86	Kalsiyum Sülfat
	2	82,47	7,98	30,60	198,00	19,00	18,05	139,72	3,19	262,24	93,40	Sodyum Klorür
	3	58,39	7,87	27,74	249,50	5,21	21,05	33,27	4,15	47,53	252,78	Sodyum Sülfat
Ekim.08	1	51,23	7,86	69,95	451,88	34,14	23,19	192,13	2,98	632,13	64,13	Sodyum Klorür
	2	61,77	7,91	35,25	277,00	24,00	44,51	64,66	2,98	349,03	56,91	Sodyum Klorür
	3											

Toprak özellikleri ile ilgili veriler istatistiksel olarak değerlendirilirken; örnek alma tarihleri olan Mayıs-Temmuz ayları ilkbahar-yaz (IY) mevsimi, Eylül-Ekim ayları ise sonbahar (S) mevsimi olarak kabul edilmiştir. Verilere tek yönlü varyans analizi uygulanarak istasyon ve mevsim faktörlerinin önemli olup olmadığı incelenmiş ve ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılarak sonuçlar EK-2 Çizelge 2.1.'de verilmiştir. Sonuçlar her özellik için aşağıda ayrı ayrı açıklanmıştır.

#### 4.1.1. Toprak örneklerinin % su miktarındaki değişimler

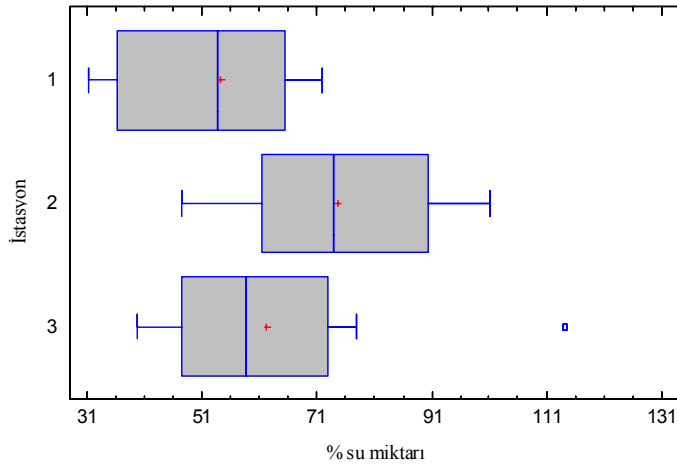
Toprağın su miktarına ait veriler incelendiğinde (Çizelge 4.4. ve Şekil 4.3.), % su miktarının örneklerin alınma zamanları (mevsim) ve istasyonlar arasında farklı olduğu; Mayıs 2008 tarihinde 1. istasyondan alınan toprak örneğinin en düşük (% 31,35), Temmuz 2008 tarihinde 2. istasyondan alınan toprak örneğinin en yüksek (% 82,47) su miktarına sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Toprak örneklerinin % su miktarı.

Su miktarı bakımından istasyonlarda mevsimsel farklılıklar da görülmektedir. 2. istasyonda toprağın % su miktarında mevsime bağlı önemli bir değişiklik görülmezken; 1. istasyonda sonbaharda artış, 3. istasyonda ise sonbaharda azalma belirlenmiştir. EK-2 Çizelge 2.1.'de yer alan sonuçlar incelendiğinde, 1 ve 3 numaralı istasyonlardaki mevsimsel farklılıkların istatistiksel olarak da önemli ( $p < 0,05$ ) olduğu görülmektedir.

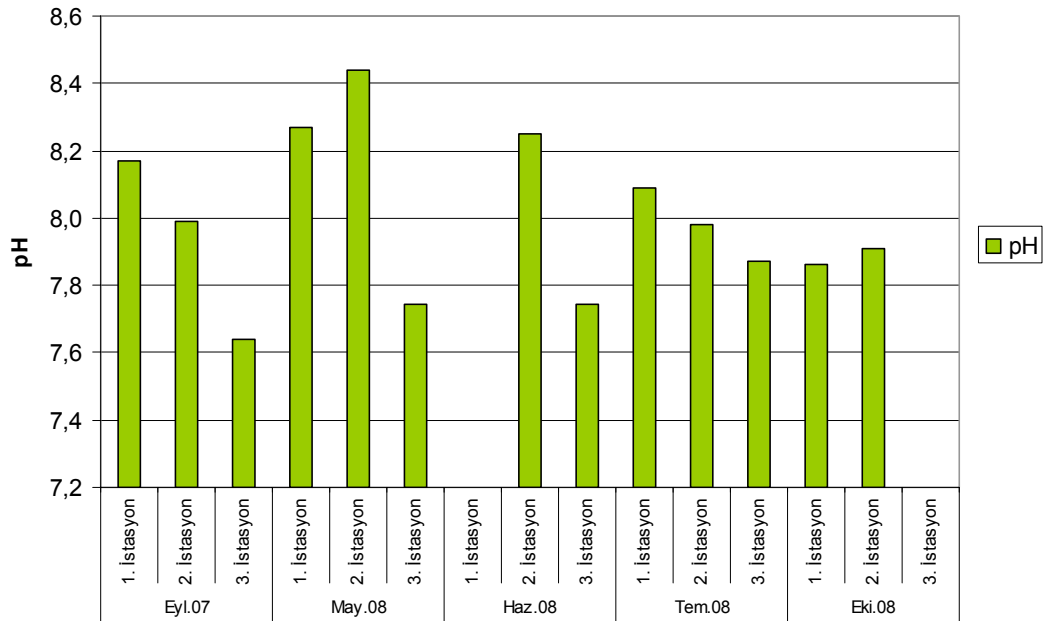
Ayrıca, su miktarlarının istasyonlar arasında da farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Şekil 4.4.'te yer alan Box-and-Whisker grafiği incelendiğinde, 2 numaralı istasyon daha fazla su miktarı ile (% 79,56 ve % 68,69) 1 ve 3 numaralı istasyonlardan istatistiksel olarak farklı ( $p < 0,05$ ) olduğu görülmektedir (EK-2 Çizelge 2.1'de).



Şekil 4.4. Toprağın % su miktarının istasyonlara bağlı dağılımı.

#### 4.1.2. Toprak örneklerinin pH değişimleri

Toprak örneklerinin pH değerlerinin alınma zamanı (mevsim) ve istasyonlara bağlı olarak farklı olduğu görülmüştür. Toprak örneklerinin pH değerleri 7,64-8,44 arasında değişmektedir (Çizelge 4.4. Şekil 4.5.).



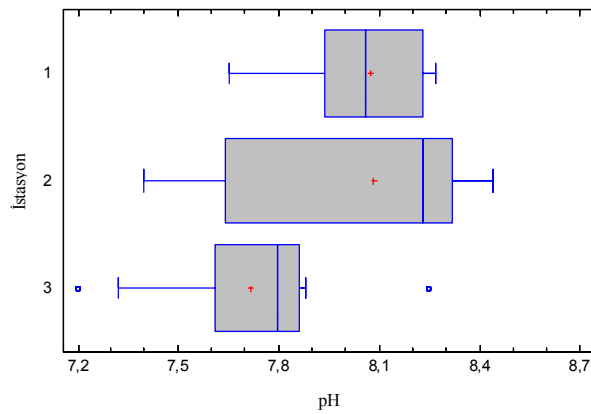
Şekil 4.5. Toprak örneklerinin pH değişimleri.



Bu değerler Tüzüner (1990)'in toprak pH durumları için oluşturduğu sınıflandırma değerleri ile (Çizelge 4.5.) karşılaştırıldığında çalışma alanına ait toprakların hafif alkali grubunda olduğu görülmektedir. EK-2 Çizelge 2.1 incelendiğinde; 1 ve 2 numaralı istasyonlarda pH'da mevsime bağlı önemli bir değişiklik olmazken, 3 numaralı istasyonda pH değerinde sonbaharda gözlenen azalmanın istatistiksel olarak önemli ( $p<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda, daha düşük pH değerine sahip olan 3 numaralı istasyonun 1 ve 2 numaralı istasyonlardan farklı olduğu ( $p<0,05$ ) görülmüştür (Şekil 4.6.).

Çizelge 4.5. Toprakların pH durumları için sınıflandırma değerleri [Tüzüner, 1990].

pH	Anlamı
0-4,5	Kuvvetli asit
4,5-5,5	Orta dereceli asit
5,5-6,5	Hafif dereceli asit
6,5-7,5	Nötr
7,5-8,5	Hafif alkali
8,5+	Kuvvetli Alkali



Şekil 4.6. Toprak pH'nın istasyonlara bağlı değişimi.

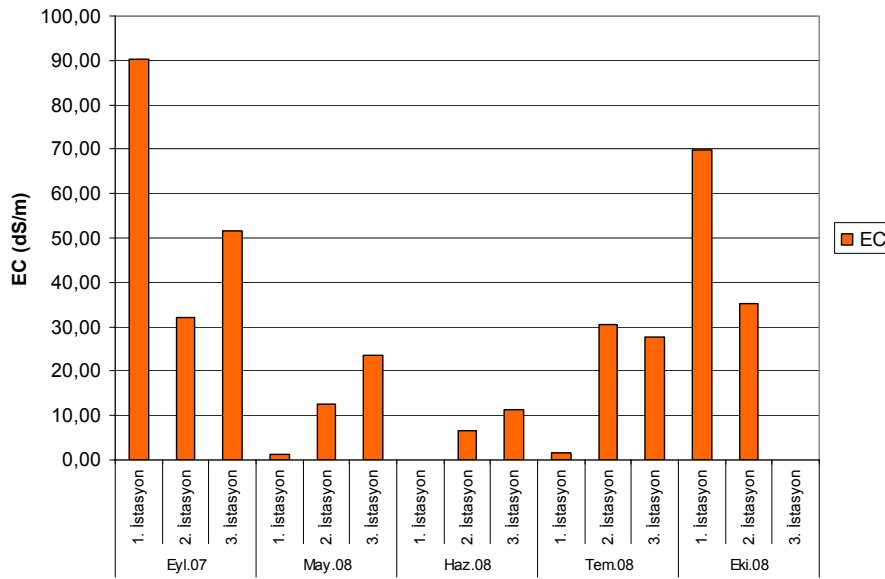
#### 4.1.3. Toprak örneklerinin EC değişimleri

Toprak örneklerinin EC değerleri 1,15-90,10 dS/m arasında oldukça geniş bir aralıkta değişim göstermektedir (Çizelge 4.4. ve Şekil 4.7.). Bu EC değerleri Tüzüner

(1990)'in toprak EC değerleri ile toprak tuzluluğunu ilişkilendirildiği sınıflandırma tablosu (Çizelge 4.6.) ile karşılaştırılmıştır. Buna göre; çalışmanın yapıldığı istasyonlara ait toprak örneklerinin % 61,53'ünün aşırı tuzlu (EC>16 dS/m), % 15,39'unun çok tuzlu (EC 8-16 dS/m), % 7,69'unun tuzlu (EC 4-8 dS/m), % 15,39'unun ise tuzsuz (EC 0-2 dS/m) olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.6. Toprakların EC değerleri ile tuz ilişkileri [Tüzüner, 1990].

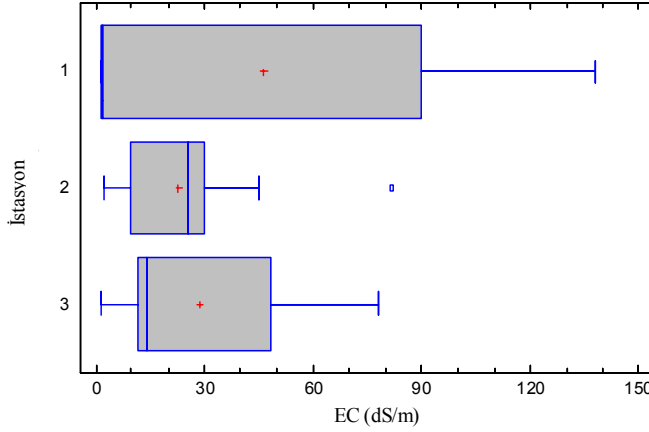
EC (dS/m)	Anlamı
0-2	Tuzsuz
2-4	Hafif tuzlu
4-8	Tuzlu
8-16	Çok Tuzlu
16+	Aşırı Tuzlu



Şekil 4.7. Toprak örneklerinin EC değişimleri.

Şekil 4.7.'deki grafik incelendiğinde, 1. istasyondan Eylül 2007 ve Ekim 2008 tarihlerinde alınan toprak örneklerinin EC değerlerinin yüksek (aşırı tuzlu) olduğu görülmektedir. Buna karşın; aynı istasyondan Mayıs 2008 ve Temmuz 2008'de alınan toprak örnekleri en düşük EC değerlerine sahip olup Çizelge 4.6.'de yer alan

skalaya göre tuzsuz olarak sınıflandırılmıştır. EK-2 Çizelge 2.1’de EC değerleri incelendiğinde, 2. ve 3. istasyonların EC değerleri mevsime bağlı olarak önemli bir değişiklik göstermezken, 1. istasyonda sonbaharda EC değerinin yaklaşık 65 kat arttığı ( $p<0,05$ ) görülmektedir.

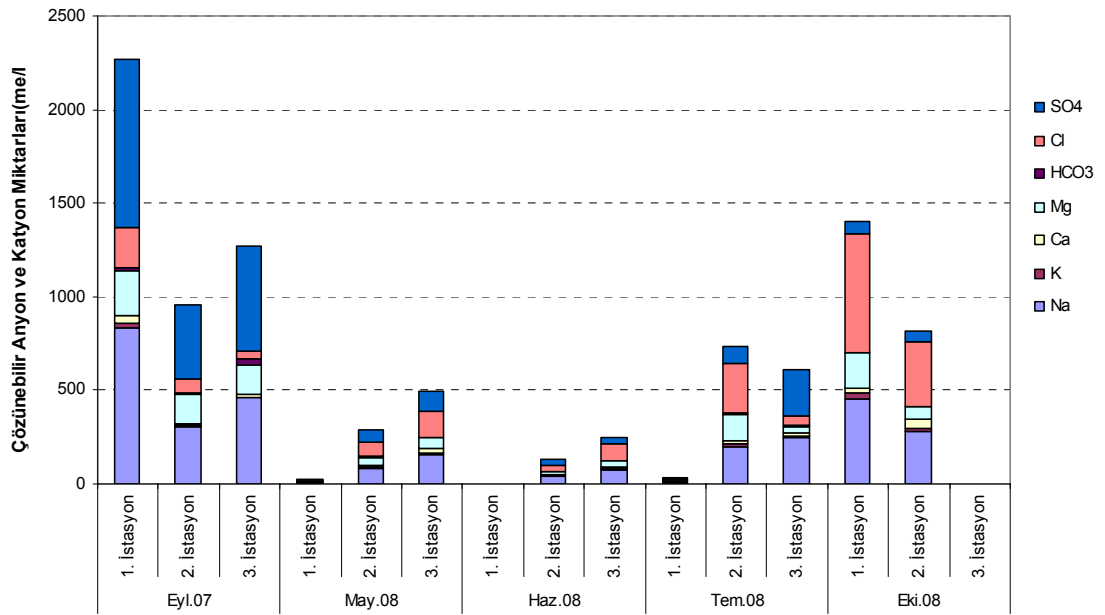


Şekil 4.8. Toprak EC'sinin istasyonlara bağlı değişimi.

İstasyonlar karşılaştırıldığında; 2. istasyonun EC değerinin diğer istasyonlardan daha düşük olduğu görülmektedir (Şekil 4.8.). EK-2 Çizelge 2.1’de de görüldüğü gibi, istasyonların EC değerleri birbirinden farklı olmakla birlikte, sadece 1. ve 2. istasyonlar arasındaki farkın önemli ( $p<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir.

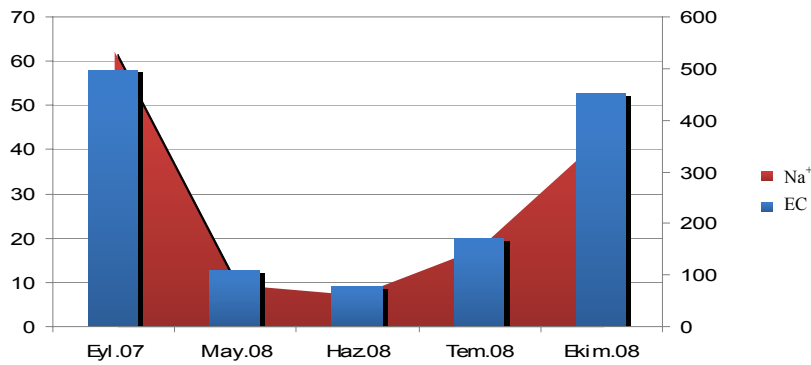
#### 4.1.4. Toprak örneklerinin çözünebilir anyon ve katyon miktarlarındaki değişimler

Toprak örneklerinin çözünebilir anyon ve katyon değerleri ile ilgili veriler incelendiğinde (Çizelge 4.4. ve Şekil 4.9.); anyon ve katyon miktarları bakımından istasyonlar ve örnekleme zamanları arasında farklar olduğu görülmektedir. Çalışma alanının toprak tuz tipi, baskın olan anyon ve katyon tipine göre değerlendirildiğinde 13 toprak örneğinin 8 tanesinin klorürlü, 5 tanesinin ise sülfatlı tipte olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4.).



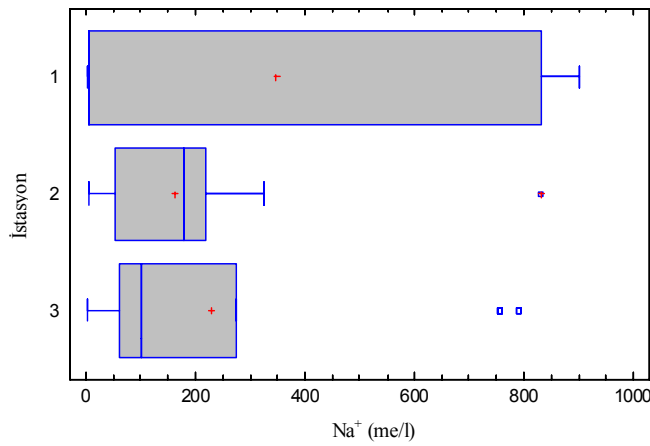
Şekil 4.9. Toprak örneklerinin Çözünabilir Anyon ve Katyon miktarları (me/l).

Toprak örneklerinin Çizelge 4.4.'te yer alan çözünabilir katyon değerleri incelendiğinde; sodyum değerleri bakımından en yüksek  $\text{Na}^+$  miktarına Eylül 2007'de 1. istasyondan alınan toprak örneğinde (830 me/l), en düşük  $\text{Na}^+$  miktarına ise Temmuz 2008'de yine 1. istasyondan alınan toprak örneğinde (5,05 me/l) rastlanmıştır. EC değerlerinde olduğu gibi, topraktaki  $\text{Na}^+$  miktarı da sonbaharda belirgin şekilde artmıştır (Şekil 4.10.).  $\text{Na}^+$  bakımından 1. istasyondaki mevsimsel değişim istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Buna karşın, 2. ve 3. istasyonlarda  $\text{Na}^+$  miktarındaki mevsime bağlı değişimler önemsiz bulunmuştur (EK-2 Çizelge 2.1).



Şekil 4.10. Toprak örneklerinin EC ve  $\text{Na}^+$  miktarlarının aylara göre değişimi.

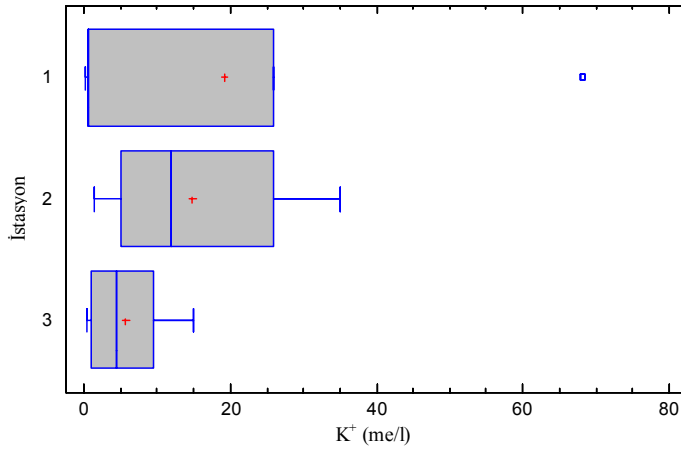
İstasyonların toprak örneklerinin  $\text{Na}^+$  miktarı dağılımlarına ait Box-and-Whisker grafiği Şekil 4.11.'de yer almaktadır. Grafikte, 1. istasyon diğer istasyonlardan farklı olup, yaklaşık 5-742 me/l arasında değişen sodyum değerlerine sahiptir.  $\text{Na}^+$  miktarı bakımından istasyonlar arasında fark olmakla birlikte, sadece 1. istasyon ile 2. istasyon arasındaki farklılık önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur.



Şekil 4.11. Toprak  $\text{Na}^+$  miktarının istasyonlara bağlı değişimi.

Çizelge 4.4.'te görülebileceği gibi,  $\text{K}^+$  miktarının 0,80-34,14 me/l arasında değiştiği; Ekim 2008 tarihinde 1. istasyonda en yüksek; Mayıs 2008 tarihinde yine 1. istasyonda en düşük olduğu belirlenmiştir. 1. istasyonun  $\text{K}^+$  miktarı, sonbaharda yaklaşık 40 kat artarak önemli ( $p<0,05$ ) bir mevsimsel değişim göstermiştir. Diğer istasyonlarda ise  $\text{K}^+$  miktarı bakımından ilkbahar-yaz ve sonbahar mevsimleri arasında önemli bir değişiklik gözlenmemiştir (EK-2 Çizelge 2.1).

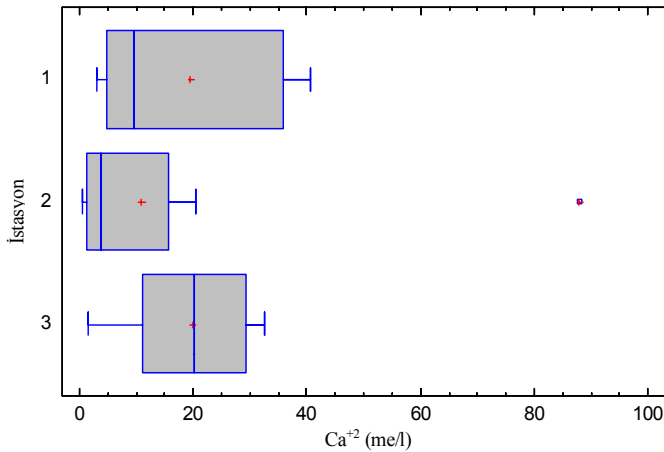
İstasyonların  $\text{K}^+$  miktarlarına ait Box-and-Whisker grafiğinde (Şekil 4.12.) görüldüğü gibi, en düşük  $\text{K}^+$  miktarı ile 3. istasyon 1. ve 2. istasyonlardan önemli ( $p<0,05$ ) farklılık göstermiştir.



Şekil 4.12. Toprak K<sup>+</sup> miktarının istasyonlara bağlı değişimi.

Toprak örneklerinin Ca<sup>+2</sup> değerleri 0,48-44,51 me/l arasında değişmektedir (Çizelge 4.4.). Çizelge 4.5. incelendiğinde, 1. istasyonda Ca<sup>+2</sup> miktarının sonbaharda arttığı, 2. ve 3. istasyonlarda ise azaldığı görülmektedir. Ancak, 2. istasyondaki mevsimsel değişiklik önemli bulunmazken, 1. ve 3. istasyonlardaki mevsimsel değişimlerin önemli (p<0,05) olduğu belirlenmiştir.

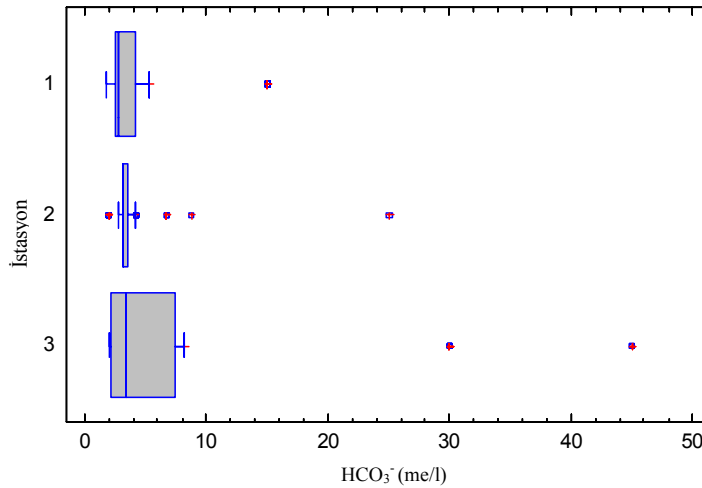
Ca<sup>+2</sup> miktarı ile ilgili Box-and-Whisker grafiği (Şekil 4.13.) incelendiğinde; istasyonların birbirinden farklı Ca<sup>+2</sup> değerlerine sahip olduğu görülmektedir. 2. istasyonun daha düşük Ca<sup>+2</sup> miktarı ile 1. ve 3. istasyonlardan önemli (p<0,05) şekilde farklı olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.13. Toprak Ca<sup>+2</sup> miktarının istasyonlara bağlı değişimi.

Toprak örneklerinin  $Mg^{+2}$  miktarı 2,39-239,57 me/l arasında değişmektedir (Çizelge 4.4.). 1. ve 3. istasyonların  $Mg^{+2}$  miktarı sonbaharda artmış, 2. istasyonunki ise azalmıştır.  $Mg^{+2}$  miktarındaki mevsimsel değişimler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde; 2. istasyondaki mevsimsel değişimin önemsiz, 1. ve 3. istasyonlardaki değişimlerin ise önemli ( $p<0,05$ ) olduğu bulunmuştur. Ayrıca,  $Mg^{+2}$  miktarları bakımından istasyonlarında birbirinden farklı olduğu görülmüş, ancak bu farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (EK-2 Çizelge 2.1).

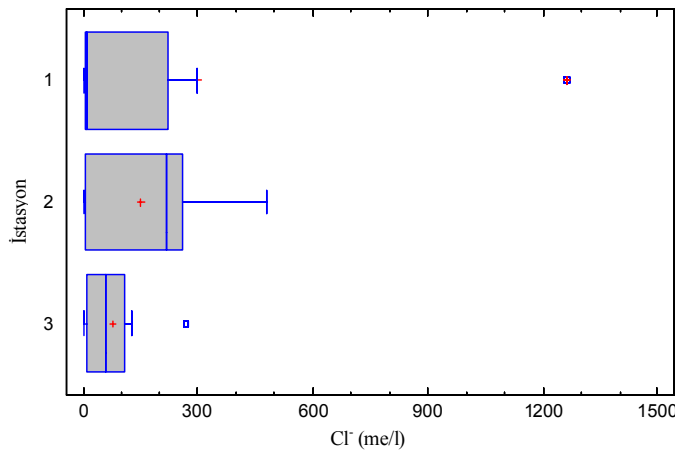
Toprak örneklerinin Çizelge 4.4.'te yer alan Çözünebilir Anyon değerleri incelendiğinde;  $HCO_3^-$  miktarının 2,45-31,13 me/l arasında değiştiği görülmektedir. 3 istasyonda da  $HCO_3^-$  miktarı sonbaharda artmış ve en yüksek artış 3. istasyonda gözlenmiştir. EK-2 Çizelge 2.1'de yer alan istatistiksel analiz sonuçları incelendiğinde, 1. ve 3. istasyonlardaki mevsimsel değişimin önemli ( $p<0,05$ ) olduğu görülmektedir.



Şekil 4.14. Toprak  $HCO_3^-$  miktarının istasyonlara bağlı değişimi.

$HCO_3^-$  bakımından her 3 istasyonun da farklı  $HCO_3^-$  miktarlarına olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.14.'de de görüldüğü gibi, en düşük  $HCO_3^-$  miktarı 2. istasyondadır ve 2. istasyon ile 3. istasyon arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,05$ ) (EK-2 Çizelge 2.1).

Toprak örneklerinde  $\text{Cl}^-$  miktarı mevsimsel olarak karşılaştırıldığında (Çizelge 4.4) en yüksek  $\text{Cl}^-$  miktarının (632,13 me/l) Ekim 2008 tarihinde 1. istasyonda, en düşük  $\text{Cl}^-$  miktarının (5,7 me/l) da Temmuz 2008’de yine 1. istasyonda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4.).  $\text{Cl}^-$  miktarı sonbaharda 1. istasyonda artarken, 2. ve 3. istasyonlarda azalmıştır. Ancak, yalnızca 1. istasyonun mevsimsel  $\text{Cl}^-$  değişimi önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur (EK-2 Çizelge 2.1).



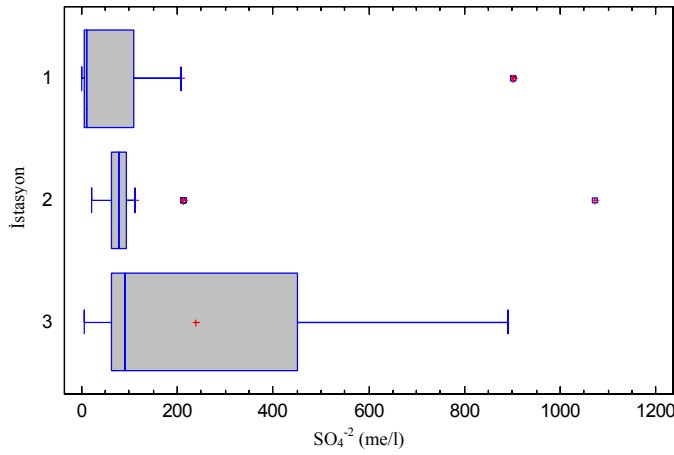
Şekil 4.15. Toprak  $\text{Cl}^-$  miktarının istasyonlara bağlı değişimi.

$\text{Cl}^-$  miktarı bakımından istasyonlar karşılaştırıldığında, istasyonların birbirinden farklı olduğu ve 3. istasyonda  $\text{Cl}^-$  miktarının diğer istasyonlardan daha düşük olduğu görülmektedir. 1. istasyonun, 2. ve 3. istasyonlardan farkının ise istatistiksel olarak önemli ( $p<0,05$ ) olduğu bulunmuştur (EK-2 Çizelge 2.1 ve Şekil 4.15.).

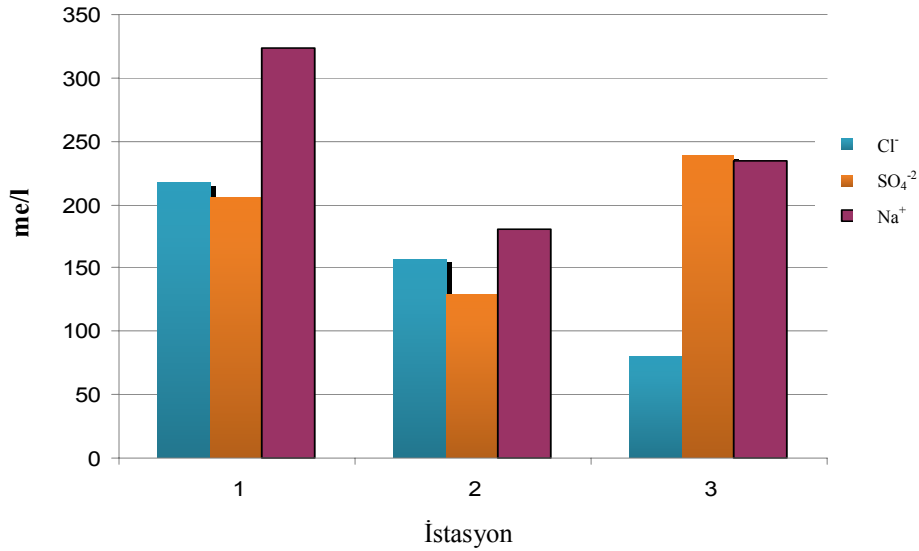
Her üç istasyonun toprak örnekleri birbirinden farklı  $\text{SO}_4^{2-}$  miktarlarına sahiptir. Eylül 2007 tarihinde 1. istasyondan alınan toprak örneklerinin en yüksek (900,3 me/l), Mayıs 2008’de yine 1. istasyondan alınan örneklerinin ise en düşük (0,58 me/l) sülfata sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4.). Her üç istasyonda da sonbaharda  $\text{SO}_4^{2-}$  miktarı artmıştır. 2. ve 3. istasyonlardaki  $\text{SO}_4^{2-}$ ’ın mevsimsel değişimlerinin önemsiz, 1. istasyondaki mevsimsel değişimlerin ise önemli ( $p<0,05$ ) olduğu görülmüştür (EK-2 Çizelge 2.1).



Topraktaki  $\text{SO}_4^{-2}$  miktarının istasyonlara bağlı değişimini gösteren Box-and-Whisker grafiğinde (Şekil 4.16.), istasyonlar arası farklılıklar olduğu görülmektedir. En düşük  $\text{SO}_4^{-2}$  miktarının 2. istasyonda olduğu belirlenmiş; ancak sadece 2. ile 3. istasyon arasındaki fark önemli ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur.



Şekil 4.16. Toprak  $\text{SO}_4^{-2}$  miktarının istasyonlara bağlı değişimi.



Şekil 4.17. İstasyonlara göre topraktaki sodyum, klor ve sülfat dağılımı.

Sonuç olarak, çalışılan istasyonların toprak özellikleri birbirinden farklıdır. İstasyonlardaki sodyum, klor ve sülfat dağılımı birbiriyle karşılaştırıldığında (Şekil

4.17.), EC, Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> değerlerinin en yüksek olduğu 1. istasyonda (Şereflikoçhisar istasyonu) sodyum klorür tipi tuzluluğun baskın olduğu, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> miktarının yüksek olduğu 3. istasyonda (Cihanbeyli-Gölyazı istasyonu) ise sodyum sülfat tipi tuzluluğun baskın olduğu belirlenmiştir. 2. istasyonda (Aksaray-Eskil istasyonu) ise hem sodyum klorür hemde sodyum sülfat tipi tuzluluk görülmüştür.

Toprak özelliklerinin mevsimsel olarak değişimleri karşılaştırıldığında, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> miktarları ve toprağın EC değerinin ilkbahar-yaz (IY) döneminde düşükken, yıllık yağış miktarının düştüğü sonbahar (S) döneminde arttığı görülmüştür.

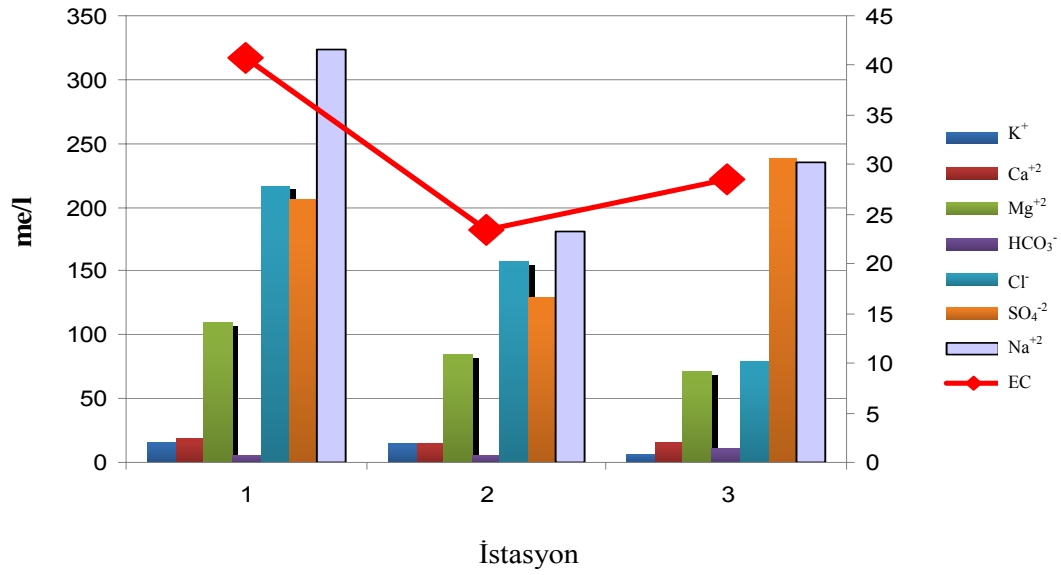
#### 4.1.5. Toprak verilerinin korelasyon analizi sonuçları

İncelenen toprak özelliklerinin ilişkilerini gösteren korelasyon sonuçları Çizelge 4.7.'de yer alan tabloda verilmiştir. Tabloda istatistiksel olarak önemli kabul edilen ve p<0,05'den küçük olan p önem değerlerinin karşılığı olan r katsayıları yer almaktadır.

Çizelge 4.7. Toprak özelliklerinin ilişkilerini gösteren korelasyon katsayıları

	% su	pH	EC	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
% su										
pH										
EC										
Na <sup>+</sup>			0,9749							
K <sup>+</sup>	0,3869		0,2640							
Ca <sup>+2</sup>		-0,5955	0,4915	0,4245						
Mg <sup>+2</sup>	0,4890		0,4406		0,6224					
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0,4673	0,7247	0,7773						
Cl <sup>-</sup>	0,3668		0,4632	0,2894	0,7387	0,4150	0,8517			
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>			0,8679	0,9398		0,3200		0,8142		

Korelasyon sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.7); toprağın EC miktarı ile inorganik iyon miktarları arasındaki ilişkinin önemli olduğu görülmektedir. Buna göre, toprağın EC miktarı ile Na<sup>+</sup> (r:0,9749), K<sup>+</sup> (r:0,2640), Ca<sup>+2</sup> (r:0,4915), Mg<sup>+2</sup> (r:0,4406), HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (r:0,7247), Cl<sup>-</sup> (r:0,4632) ve SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> (r:0,8679) iyonları arasında pozitif yönde ilişki bulunmuştur (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Toprağın EC değeri ile Çözünebilir Anyon ve Katyon Miktarları Arasındaki İlişki.

% su miktarı ile K<sup>+</sup> (r:0,3869), Mg<sup>2+</sup> (r:0,4890) ve Cl<sup>-</sup> (r:0,3668) iyonlarının pozitif ilişkili olduğu görülmektedir. pH miktarı ile Ca<sup>2+</sup> (r:-0,5955) iyonu arasında negatif ilişki; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (r:0,4673) iyonu arasında ise pozitif ilişki belirlenmiştir. Na<sup>+</sup> miktarı ile Ca<sup>2+</sup> (r:0,4245), HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (r:0,7773), Cl<sup>-</sup> (r:0,2894) ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (r:0,9398) iyonları arasında; K<sup>+</sup> miktarı ile Mg<sup>2+</sup> (r:0,6224) ve Cl<sup>-</sup> (r:0,7387) iyonları arasında; Ca<sup>2+</sup> miktarı ile Cl<sup>-</sup> (r:0,4150) ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (r:0,3200) iyonları arasında; Mg<sup>2+</sup> miktarı ile Cl<sup>-</sup> (r:0,8517) iyonu arasında; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> miktarı ile SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (r:0,8142) iyonu arasında pozitif yönde ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 4.7.).

#### 4.2. Bitki Örneklerine Ait Bulgular

Eylül 2007-Ekim 2008 yılları arasında yapılan arazi çalışmalarında 30 endemik halofitik takson aynı gelişme döneminde (çiçeklenme dönemi) üç ayrı istasyondan toplanmıştır. Taksonlar, ait oldukları familya, çiçeklenme dönemi, tehlike kategorisi ve toplandıkları istasyon bilgileri ile birlikte Çizelge 4.8.'da verilmiştir. Buna göre; çalışmalar sırasında dikotiledonlara ait 11 familyadan 26 takson [Brassicaceae (1), Caryophyllaceae (2), Chenopodiaceae (3), Hypericaceae (1), Leguminosae (2), Umbelliferae (1), Compositae (10), Boraginaceae (1), Scrophulariaceae (1), Labiatae

(1), Plumbaginaceae (3)], monokotiledonlara ait 3 familyadan 4 takson [Liliaceae (2), Iridaceae (1), Gramineae (1)] toplanmıştır.

Çizelge 4.8. Toplanan taksonlar, ait oldukları familyalar, çiçeklenme dönemleri, tehlike kategorileri ve toplandığı istasyonlar.

Bitki No	FAMİLYA	TAKSON	Çiçeklenme Dönemi	Tehlike Kategorisi	Toplandığı İstasyon
1	Brassicaceae	<i>Lepidium caespitosum</i>	Fl 5-6	VU	1,2,3
2	Caryophyllaceae	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	Fl 6-8	EN	2,3
3	Caryophyllaceae	<i>Silene salsuginea</i>	Fl 7	CR	2,3
4	Chenopodiaceae	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	Fl 5-6	CR	2
5	Chenopodiaceae	<i>Salsola stenoptera</i>	Fl 5-6	VU	1,3
6	Chenopodiaceae	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	Fl 5-6	EN	3
7	Hypericaceae	<i>Hypericum salsugineum</i>	Fl 8	CR	2
8	Leguminosae	<i>Astragalus ovalis</i>	Fl 5-6	EN	1,3
9	Leguminosae	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>	Fl 6	VU	3
10	Umbelliferae	<i>Ferula halophila</i>	Fl 6-7	EN	3
11	Compositae	<i>Anthemis fumariifolia</i>	Fl 6-7	VU	1
12	Compositae	<i>Achillea sieheana</i>	Fl 6-9	VU	3
13	Compositae	<i>Onopordum davisii</i>	Fl 6-9	VU	2,3
14	Compositae	<i>Cirsium alatum</i> ssp. <i>pseudocreticum</i>	Fl 6-8	VU	2
15	Compositae	<i>Scorzonera hieraciifolia</i>	Fl 8	VU	2,3
16	Compositae	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	Fl 6-8	CR	2,3
17	Compositae	<i>Senecio salsuginea</i>	Fl 6-8	CR	2
18	Compositae	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	Fl 7-9	CR	2
19	Compositae	<i>Taraxacum farinosum</i>	Fl 6-9	VU	3
20	Compositae	<i>Taraxacum mirabile</i>	Fl 6-9	EN	2
21	Boraginaceae	<i>Onosma halophilum</i>	Fl 8-10	EN	2,3
22	Scrophulariaceae	<i>Verbascum pyroliforme</i>	Fl 6-9	EN	2,3
23	Labiatae	<i>Salvia halophila</i>	Fl 6-9	VU	2,3
24	Plumbaginaceae	<i>Limonium anatolicum</i>	Fl 6-9	CR	1,2,3
25	Plumbaginaceae	<i>Limonium iconicum</i>	Fl 6-9	VU	1,2,3
26	Plumbaginaceae	<i>Limonium lilacinum</i>	Fl 6-9	VU	1
27	Liliaceae	<i>Asparagus lycaonicus</i>	Fl 6-9	CR	3
28	Liliaceae	<i>Allium vuralii</i>	Fl 8-9	CR	2,3
29	Iridaceae	<i>Gladiolus halophilus</i>	Fl 6-7	EN	2
30	Gramineae	<i>Puccinellia bulbosa</i> ssp. <i>caesarea</i>	Fl 6-8	CR	2

CR: Kritik olarak tehdit altında, EN: Tehdit altında, VU: tehdit altına düşebilir, Fl: Çiçeklenme zamanı.

*Anthemis fumariifolia* ve *Limonium lilacinum* taksonları yalnızca 1. istasyondan (Şereflikoçhisar istasyonu); *Kalidiopsis wagenitzii*, *Hypericum salsugineum*, *Cirsium alatum* ssp. *pseudocreticum*, *Senecio salsuginea*, *Taraxacum tuzgoluensis*, *Taraxacum mirabile*, *Gladiolus halophilus* ve *Puccinellia bulbosa* ssp. *caesarea*

taksonları yalnızca 2. istasyondan (Aksaray-Eskil istasyonu); *Petrosimonia nigdeensis*, *Sphaerophysa kotschyana*, *Ferula halophila*, *Achillea sieheana*, *Taraxacum farinosum* ve *Asparagus lycaonicus* taksonları yalnızca 3. istasyondan (Cihanbeyli-Gölyazı); *Salsola stenoptera* ve *Astragalus ovalis* taksonları 1. ve 3. istasyonlardan; *Gypsophila oblanceolata*, *Silene salsuginea*, *Onopordum davisii*, *Scorzonera hieraciifolia*, *Centaurea tuzgoluensis*, *Onosma halophilum*, *Verbascum pyroliforme*, *Salvia halophila* ve *Allium vuralii* taksonları 2. ve 3. istasyonlardan; *Lepidium caespitosum*, *Limonium anatolicum* ve *Limonium iconicum* taksonları ise her üç istasyondan da toplanabilmiştir (Çizelge 4.8.). Toplanan taksonların numaraları ve toplandığı istasyonlar Şekil 4.19.'da verilen harita üzerinde işaretlenmiştir.



Şekil 4. 19. Çalışmanın yapıldığı istasyonlardan toplanan taksonlar.

Aynı gelişme döneminde (çiçekli dönemlerinde) farklı istasyonlardan toplanan taksonlarda çiçekleri hariç tutularak toprak üstü dokularında belirlenen fotosentetik pigmentlerin (klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil), inorganik iyonların ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ) ve organik bileşiklerin (glukoz, fruktoz, prolin, glisinbetain, kolin-O-sülfat, kolin ve  $\beta$ -alaninbetain) miktarları ve bu verilerin varyans analizleri

sonucunda elde edilen önem (p) değerleri çizelgeler ve grafikler ile verilmiştir.  $p < 0,05$ 'den küçük olan önem değerlerine sahip parametreler için oluşturulan Box-and-Whisker grafikleri ile de taksonlar arasındaki ve istasyonlar arasındaki farklar gösterilmiştir.

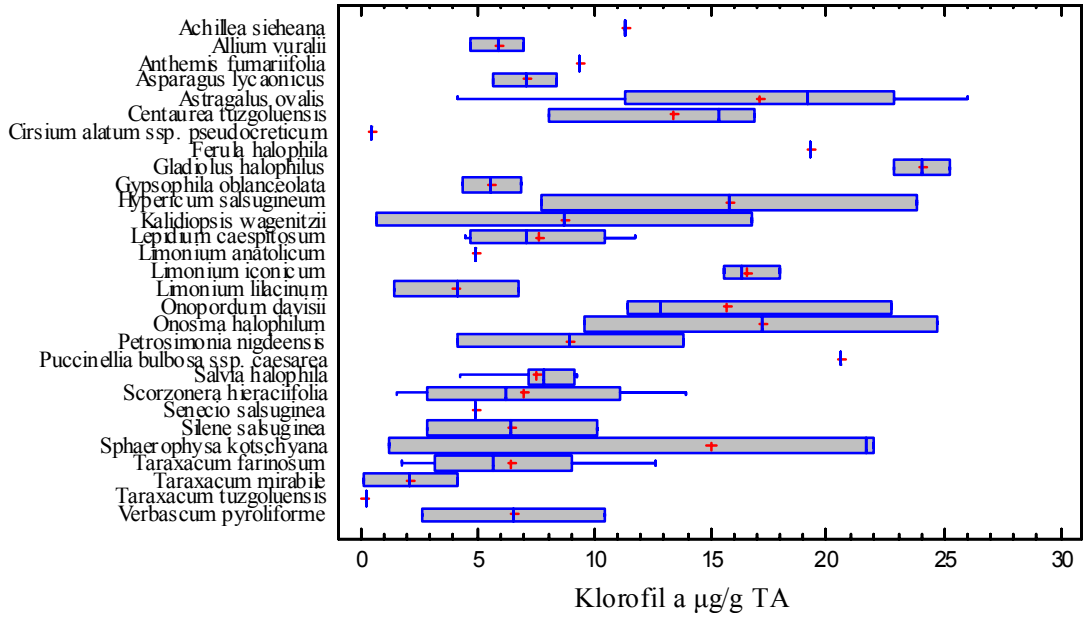
#### 4.2.1. Farklı bitki taksonlarının fotosentetik pigment, inorganik iyon ve organik bileşik miktarlarındaki değişimler

##### Fotosentetik pigment miktarları

Taksonların klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları, klorofil a/b oranı ile bu parametreler için bitkiler arasındaki varyansın p (önem) değerleri EK-2 Çizelge 2.2'de verilmiştir. Buna göre; klorofil a, klorofil b, klorofil a/b ve toplam klorofil değerleri yönünden taksonlar arasında farklılıklar olduğu, ancak sadece klorofil a değerleri yönünden olan farkın istatistiksel olarak önemli ( $p < 0,05$ ) olduğu görülmektedir.

Taksonların klorofil a miktarları 0,2-24,10  $\mu\text{g/g.TA}$  arasında değişmektedir. En yüksek klorofil a miktarı *Gladiolus halophilus* taksonunda, en düşük *Taraxacum tuzgoluensis* taksonunda belirlenmiştir. Şekil 4.20.'de yer alan Box-and-Whisker grafiği incelendiğinde, taksonların içerdiği klorofil a değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir.

Klorofil b içeriğine ait ortalama değerler 0,09-22,87  $\mu\text{g/g.TA}$  arasında; toplam klorofil içeriğine ait ortalama değerler 0,52-43,78  $\mu\text{g/g.TA}$  arasında; klorofil a/b oranına ait ortalama değerler ise 0,48-8,7 arasında değişmektedir. Klorofil b, klorofil a/b ve toplam klorofil değerleri bakımından taksonlar arasında farklılık olmasına rağmen; bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (EK-2 Çizelge 2.2).



Şekil 4.20. Klorofil a miktarlarının farklı taksonlardaki dağılımı.

Klorofil a miktarının istatistiksel analiz sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.9.), taksonlar arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. Özellikle düşük klorofil a miktarlarına sahip *Taraxacum tuzgoluensis*, *Cirsium alatum ssp. pseudocreticum* ve *Taraxacum mirabile* taksonları ile yüksek klorofil a miktarlarına sahip *Sphaerophysa kotschyana*, *Onopordum davisii*, *Hypericum salsugineum*, *Limonium iconicum*, *Astragalus ovalis*, *Onosma halophilum*, *Ferula halophila*, *Puccinellia bulbosa ssp. caesarea* ve *Gladiolus halophilus* taksonları arasındaki farklılık belirgindir (Çizelge 4.9.).

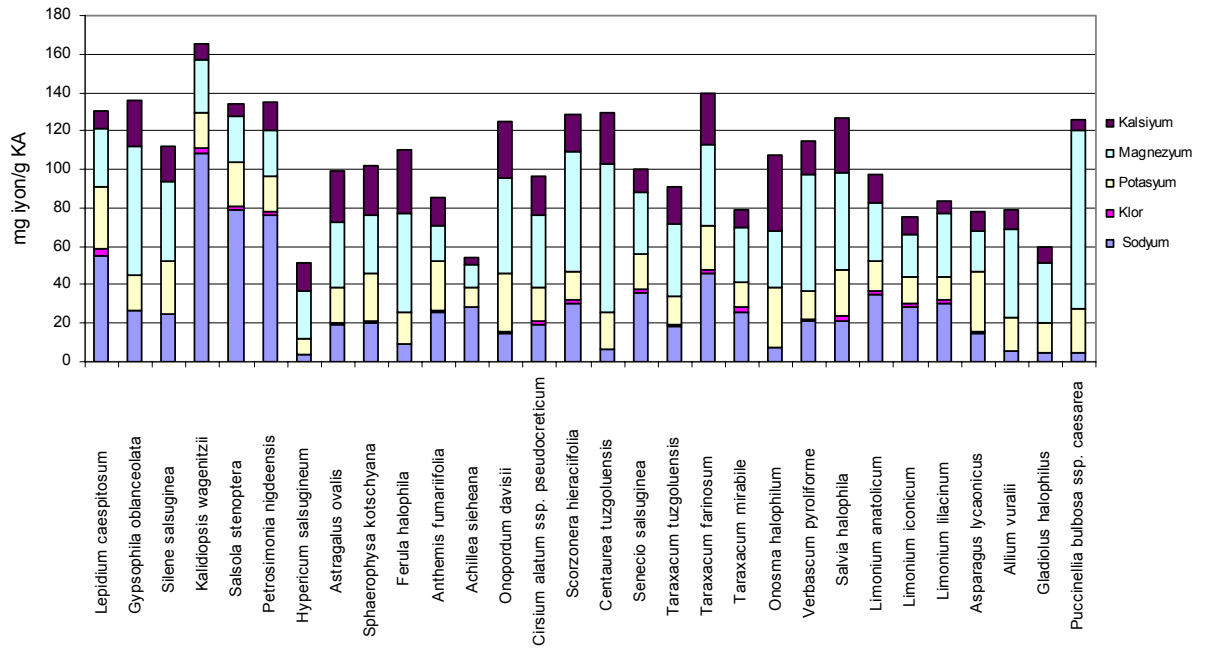


Çizelge 4.9. 30 farklı bitki taksonuna ait klorofil a miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00)

Takson No	Takson Adı	Ortalama	Homojen Gruplar						
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	0,2	X						
14	<i>Cirsium alatum ssp. pseudocreticum</i>	0,434	X						
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	2,1535	X						
26	<i>Limonium lilacinum</i>	4,094	X	X					
17	<i>Senecio salsuginea</i>	4,893	X	X	X	X	X		
24	<i>Limonium anatolicum</i>	4,941	X	X	X	X	X		
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	5,593	X	X	X	X			
28	<i>Allium vuralii</i>	5,887	X	X	X	X			
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	6,457	X	X					
3	<i>Silene salsuginea</i>	6,4675	X	X	X	X	X		
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>	6,54	X	X	X	X	X		
15	<i>Scorzonera hieraciifolia</i>	6,98175	X	X	X				
27	<i>Asparagus lycanicus</i>	7,088	X	X	X	X	X		
23	<i>Salvia halophila</i>	7,5436	X	X	X	X			
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	7,61375	X	X	X	X			
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	8,706	X	X	X	X	X		
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	8,991	X	X	X	X	X		
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>	9,39	X	X	X	X	X	X	
12	<i>Achillea sieheana</i>	11,36	X	X	X	X	X	X	
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	13,4273	X	X	X	X	X	X	
9	<i>Spaeorophya kotschyana</i>	14,9757		X	X	X	X	X	
13	<i>Onopordum davisii</i>	15,6743			X	X	X	X	
7	<i>Hypericum salsugineum</i>	15,809		X	X	X	X	X	
25	<i>Limonium iconicum</i>	16,6213				X	X	X	
8	<i>Astragalus ovalis</i>	17,0963					X	X	
21	<i>Onosma halophilum</i>	17,1695			X	X	X	X	
10	<i>Ferula halophila</i>	19,27		X	X	X	X	X	
30	<i>Puccinellia bulbosa ssp. caesarea</i>	20,567		X	X	X	X	X	
29	<i>Gladiolus halophilus</i>	24,103							X

### İnorganik iyon miktarları

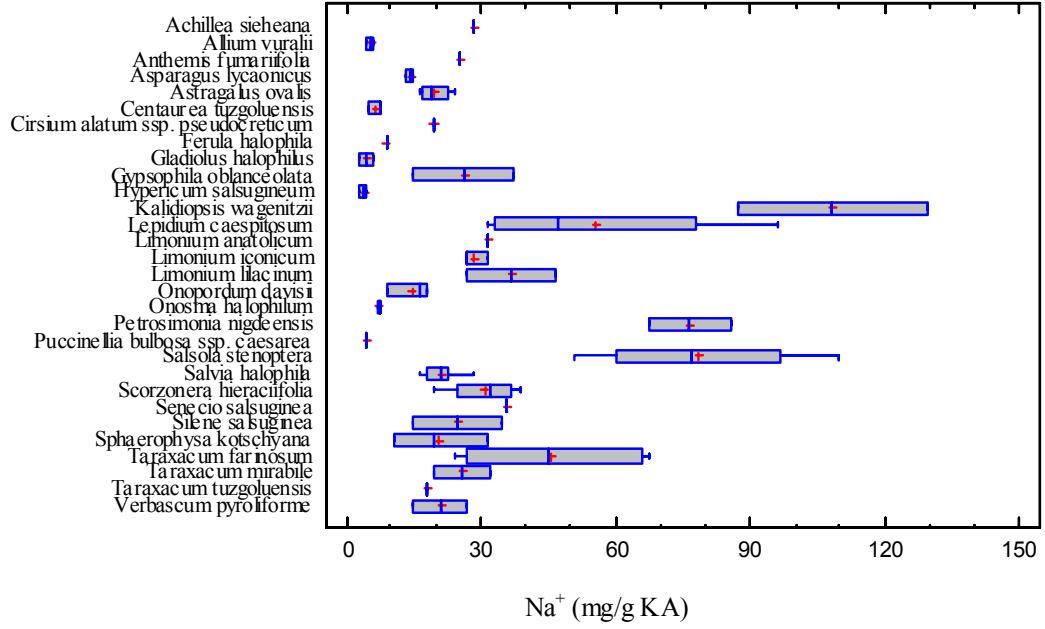
Taksonların içerdiği inorganik iyon miktarları ve oranlarına ait ortalama değerler ile bu parametreler için taksonlar arasındaki varyansın p (önem) değerleri EK-2 Çizelge 2.3'te verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde;  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  miktarları ve  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ,  $\text{K}^+/(K^++Na^+)$ ,  $\text{Cl}^-/\text{Toplam katyon}$  oranları yönünden taksonlar arasında farklılıklar olduğu;  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ve  $\text{K}^+/(K^++Na^+)$  miktarları yönünden taksonlar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak da önemli ( $p<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca taksonların  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  ve  $\text{Ca}^{+2}$  miktarları Şekil 4.21.'de yer alan bir grafik ile de gösterilmiştir.



Şekil 4.21. Taksonların İnorganik İyon miktarları.

$\text{Na}^+$  miktarı 3,75-108,3 mg/g KA arasında değişmektedir (EK-2 Çizelge 2.3). En yüksek  $\text{Na}^+$  miktarının *Kalidiopsis wagenitzii* taksonunda, en düşük  $\text{Na}^+$  miktarının ise *Hypericum salsugineum* taksonunda olduğu belirlenmiştir. Çizelge incelendiğinde, monokotiledonlardan *Gladiolus halophilus* (4,50 mg/g KA), *Puccinellia bulbosa ssp. caesarea* (4,50 mg/g KA), *Allium vuralii* (5,25 mg/g KA) taksonları ile dikotiledonlardan *Ferula halophila* (9,00 mg/g KA) ve *Hypericum salsugineum* (3,75 mg/g KA) taksonlarının diğer taksonlardan çok daha düşük  $\text{Na}^+$  miktarına sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca, Chenopodiaceae familyasında yer alan taksonlardan *Kalidiopsis wagenitzii*, *Salsola stenoptera* ve *Petrosimonia nigdeensis*'in (sırasıyla; 108,30; 78,53; 76,50 mg/g KA)  $\text{Na}^+$  miktarları da diğer taksonlardan belirgin şekilde yüksektir. Sodyum miktarının taksonlardaki dağılımına ait Box-and-Whisker grafiği Şekil 4.22.'de; taksonlar arasındaki ilişkileri gösteren çoklu karşılaştırma (multiple range) testinin sonuçları da Çizelge 4.10.'de bulunmaktadır. Buna göre; taksonların içerdiği sodyum miktarlarının birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Özellikle *Kalidiopsis wagenitzii*, *Salsola stenoptera*, *Petrosimonia nigdeensis*, *Lepidium caespitosum* ve *Taraxacum farinosum*

taksonlarının diğer taksonlardan farkı çok belirgindir; bu fark istatistiksel olarak da önemli ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur (EK-2 Çizelge 2.3).

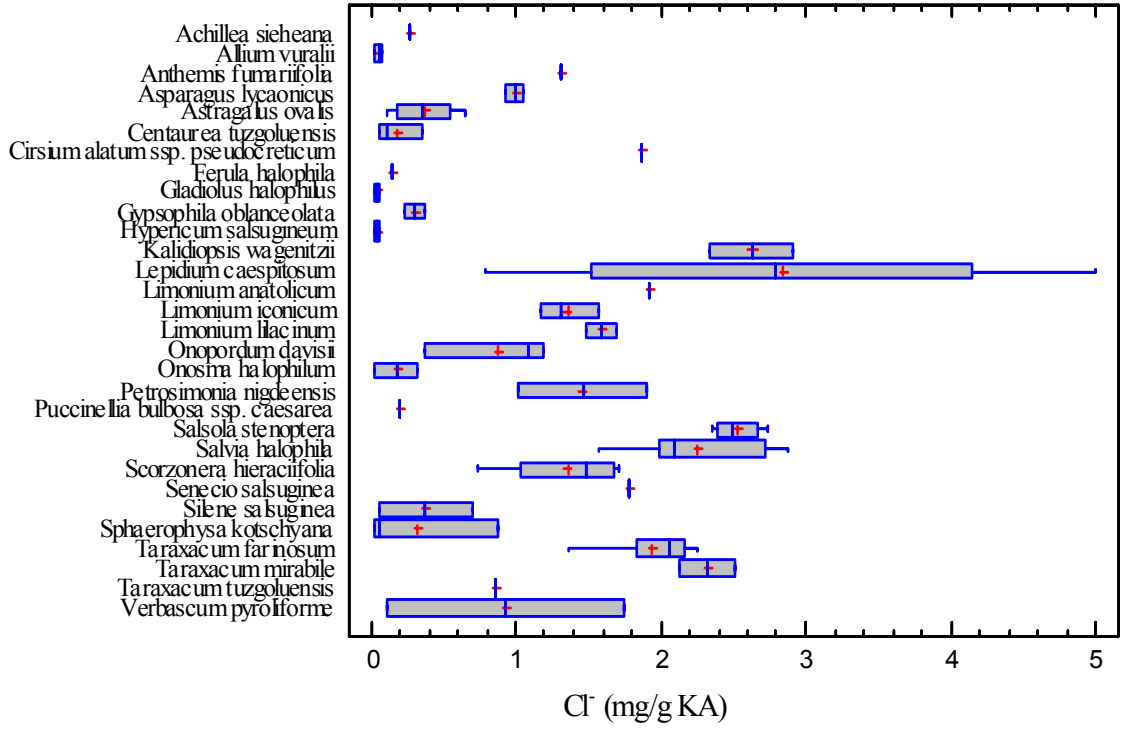


Şekil 4.22. Sodyum miktarlarının farklı taksonlardaki dağılımı.

Çizelge 4.10. 30 farklı bitki taksonuna ait sodyum miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00)

Takson No	Takson Adı	Ortalama	Homojen Gruplar								
7	<i>Hypericum salsugineum</i>	3,75	X								
29	<i>Gladiolus halophilus</i>	4,5	X								
30	<i>Puccinellia bulbosa</i> ssp. <i>caesarea</i>	4,5	X	X	X						
28	<i>Allium vuralii</i>	5,25	X	X							
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	6,7	X								
21	<i>Onosma halophilum</i>	7,2	X	X	X						
10	<i>Ferula halophila</i>	9,0	X	X	X						
27	<i>Asparagus lycaonicus</i>	14,25	X	X	X						
13	<i>Onopordum davisii</i>	14,5	X	X	X						
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	18,0	X	X	X	X					
14	<i>Cirsium alatum</i> ssp. <i>pseudocreticum</i>	19,5	X	X	X	X					
8	<i>Astragalus ovalis</i>	19,65	X	X	X						
9	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>	20,5	X	X	X						
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>	21,0	X	X	X	X					
23	<i>Salvia halophila</i>	21,3	X	X	X						
3	<i>Silene salsuginea</i>	24,75	X	X	X	X					
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>	25,5	X	X	X	X	X				
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	25,8	X	X	X	X					
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	26,25	X	X	X	X					
12	<i>Achillea sieheana</i>	28,35	X	X	X	X	X				
25	<i>Limonium iconicum</i>	28,5	X	X	X	X					
15	<i>Scorzonera hieraciifolia</i>	30,75		X	X	X					
24	<i>Limonium anatolicum</i>	31,5	X	X	X	X	X				
17	<i>Senecio salsuginea</i>	36,0	X	X	X	X	X				
26	<i>Limonium lilacinum</i>	36,75			X	X	X				
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	45,9				X	X				
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	55,5					X	X			
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	76,5						X	X		
5	<i>Salsola stenoptera</i>	78,525							X		
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	108,3									X

Taksonların Cl<sup>-</sup> miktarları da birbirinden farklıdır (Çizelge 4.12). En yüksek Cl<sup>-</sup> miktarının *Lepidium caespitosum*'da (2,84 mg/g KA), en düşük Cl<sup>-</sup> miktarının ise *Hypericum salsugineum*'da (0,04 mg/g KA) olduğu belirlenmiştir. Box-and-Whisker grafiği (Şekil 4.23.) ile çoklu karşılaştırma (multiple range) testi sonuçları (Çizelge 4.11.) incelendiğinde de; taksonların klor miktarlarının birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Özellikle *Taraxacum farinosum*, *Salvia halophila*, *Taraxacum mirabile*, *Salsola stenoptera*, *Kalidiopsis wagenitzii* ve *Lepidium caespitosum* taksonları yüksek klor miktarıyla diğer taksonlardan önemli (p<0,05) farklılık göstermiştir (EK-2 Çizelge 2.3).

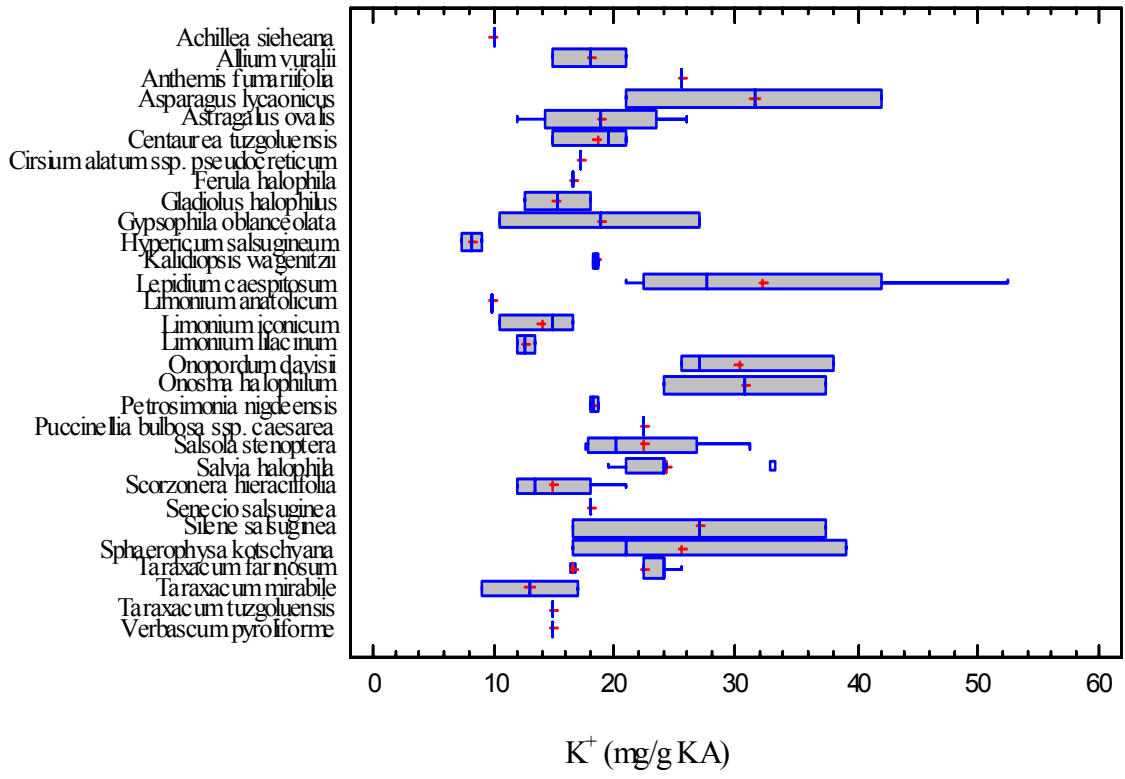


Şekil 4.23. Klor miktarlarının farklı taksonlardaki dağılımı.

Çizelge 4.11. 30 farklı bitki taksonuna ait klor miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00)

Takson No	Takson Adı	Ortalama	Homojen Gruplar																		
7	<i>Hypericum salsugineum</i>	0,0435	X																		
29	<i>Gladiolus halophilus</i>	0,0435	X																		
28	<i>Allium vuralii</i>	0,058	X																		
10	<i>Ferula halophila</i>	0,146	X	X	X																
21	<i>Onosma halophilum</i>	0,175	X																		
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	0,175	X																		
30	<i>Puccinellia bulbosa</i> ssp. <i>caesarea</i>	0,204	X	X	X	X															
12	<i>Achillea sieheana</i>	0,28	X	X	X	X															
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	0,306	X	X																	
9	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>	0,320667	X																		
8	<i>Astragalus ovalis</i>	0,37175	X																		
3	<i>Silene salsuginea</i>	0,3785	X	X	X																
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	0,871	X	X	X	X	X	X													
13	<i>Onopordum davisii</i>	0,884333	X	X	X	X															
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>	0,933	X	X	X	X	X														
27	<i>Asparagus lycaonicus</i>	0,9915	X	X	X	X	X														
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>	1,312	X	X	X	X	X	X	X	X											
25	<i>Limonium iconicum</i>	1,35067		X	X	X	X	X	X												
15	<i>Scorzonera hieraciifolia</i>	1,35575		X	X	X	X	X													
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	1,458		X	X	X	X	X	X	X	X										
26	<i>Limonium lilacinum</i>	1,589			X	X	X	X	X	X	X										
17	<i>Senecio salsuginea</i>	1,779		X	X	X	X	X	X	X	X	X									
14	<i>Cirsium alatum</i> ssp. <i>pseudoreticum</i>	1,866			X	X	X	X	X	X	X	X	X								
24	<i>Limonium anatolicum</i>	1,924				X	X	X	X	X	X	X	X								
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	1,9356					X	X	X	X											
23	<i>Salvia halophila</i>	2,2506									X	X	X								
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	2,3185									X	X	X	X							
5	<i>Salsola stenoptera</i>	2,52725																X	X		
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	2,623																X	X		
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	2,8355																			X

EK-2 Çizelge 2.3'te taksonların biriktirdiği K<sup>+</sup> miktarlarının 8,25-32,25 mg/g KA arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek K<sup>+</sup> miktarı *Lepidium caespitosum* taksonunda, en düşük K<sup>+</sup> miktarı ise *Hypericum salsugineum* taksonundadır. Yüksek K<sup>+</sup> miktarı ile *Onopordum davisii*, *Onosma halophilum*, *Asparagus lycaonicus* ve *Lepidium caespitosum*'un diğer taksonlardan önemli (p<0,05) şekilde farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12. ve Şekil 4.24.).



Şekil 4.24. Potasyum miktarlarının farklı taksonlardaki dağılımı.

Çizelge 4.12. 30 farklı bitki taksonuna ait potasyum miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00)

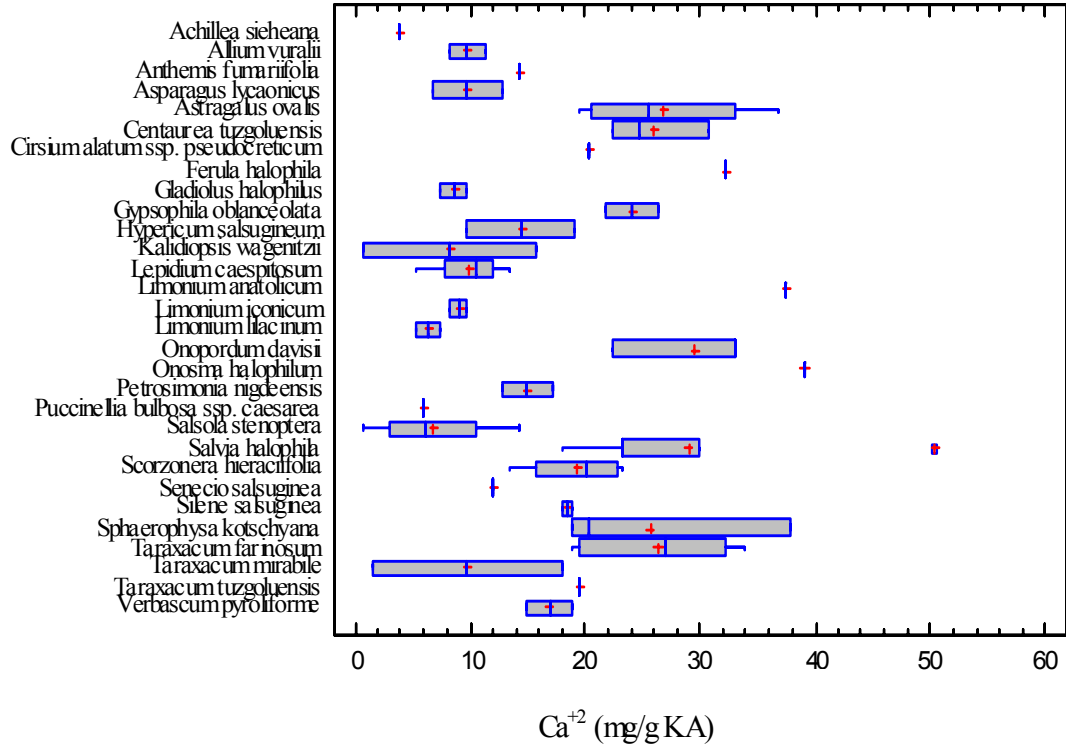
Takson No	Takson Adı	Ortalama	Homojen Gruplar			
7	<i>Hypericum salsugineum</i>	8,25	X			
24	<i>Limonium anatolicum</i>	9,9	X	X		
12	<i>Achillea sieheana</i>	10,05	X	X		
26	<i>Limonium lilacinum</i>	12,75	X	X		
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	12,975	X	X		
25	<i>Limonium iconicum</i>	14,0	X	X		
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	15,0	X	X	X	
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>	15,0	X	X		
15	<i>Scorzonera hieraciifolia</i>	15,0	X	X		
29	<i>Gladiolus halophilus</i>	15,3	X	X		
10	<i>Ferula halophila</i>	16,5	X	X	X	X
14	<i>Cirsium alatum ssp. pseudocreticum</i>	17,1	X	X	X	X
17	<i>Senecio salsuginea</i>	18,0	X	X	X	X
28	<i>Allium vuralii</i>	18,0	X	X	X	
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	18,3	X	X	X	
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	18,45	X	X	X	
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	18,5	X	X	X	
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	18,75	X	X	X	
8	<i>Astragalus ovalis</i>	18,9	X	X	X	
5	<i>Salsola stenoptera</i>	22,35		X	X	X
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	22,5		X	X	X
30	<i>Puccinellia bulbosa ssp. caesarea</i>	22,5	X	X	X	X
23	<i>Salvia halophila</i>	24,3		X	X	X
9	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>	25,5		X	X	X
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>	25,5	X	X	X	X
3	<i>Silene salsuginea</i>	27,0		X	X	X
13	<i>Onopordum davisii</i>	30,2			X	X
21	<i>Onosma halophilum</i>	30,75			X	X
27	<i>Asparagus lycanonicus</i>	31,5			X	X
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	32,25				X

Taksonların Mg<sup>+2</sup> içeriğine ait ortalama değerlerin 11,8-93 mg/g KA arasında değiştiği, ancak taksonlar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (EK-2 Çizelge 2.3).

Kalsiyum içeriğine ait ortalama değerler incelendiğinde (EK-2 Çizelge 2.3); Ca<sup>+2</sup> miktarının en yüksek *Onosma halophilum* (39,0 mg/g KA) taksonunda, en düşük ise *Achillea sieheana* (3,9 mg/g KA) taksonunda olduğu görülmektedir. Şekil 4.25. ve Çizelge 4.13. incelendiğinde de, taksonların kalsiyum içeriklerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. *Gypsophila oblanceolata*, *Astragalus ovalis*, *Sphaerophysa kotschyana*, *Ferula halophila*, *Onopordum davisii*, *Scorzonera hieraciifolia*,



*Centaurea tuzgoluensis*, *Taraxacum farinosum*, *Onosma halophilum*, *Salvia halophila* ve *Limonium anatolicum* taksonlarının yüksek kalsiyum miktarı ile diğer taksonlardan farklı ( $p < 0,05$ ) olduğu belirlenmiştir (EK-2 Çizelge 2.3).



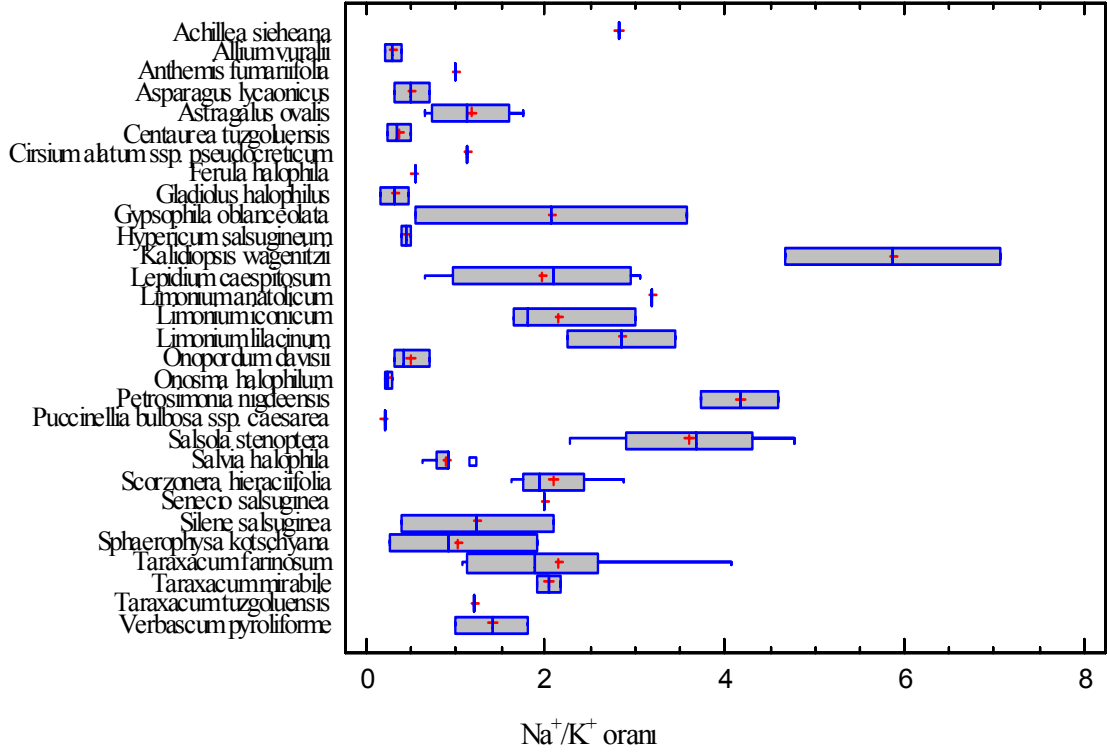
Şekil 4.25. Kalsiyum miktarlarının farklı taksonlardaki dağılımı.

Çizelge 4.13. 30 farklı bitki taksonuna ait kalsiyum miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00)

Takson No	Takson Adı	Ortalama	Homojen Gruplar							
12	<i>Achillea sieheana</i>	3,9	X	X						
30	<i>Puccinellia bulbosa</i> ssp. <i>caesarea</i>	6,0	X	X						
26	<i>Limonium lilacinum</i>	6,4	X							
5	<i>Salsola stenoptera</i>	6,825	X							
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	8,2	X	X						
29	<i>Gladiolus halophilus</i>	8,65	X	X						
25	<i>Limonium iconicum</i>	9,03333	X	X						
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	9,8	X	X						
27	<i>Asparagus lycaonicus</i>	9,8	X	X						
28	<i>Allium vuralii</i>	9,8	X	X						
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	9,95	X	X						
17	<i>Senecio salsuginea</i>	12,0	X	X	X	X				
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>	14,3	X	X	X	X	X	X		
7	<i>Hypericum salsugineum</i>	14,45	X	X	X					
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	15,05	X	X	X	X				
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>	16,9	X	X	X	X		X		
3	<i>Silene salsuginea</i>	18,4	X	X	X	X	X	X		
15	<i>Scorzonera hieraciifolia</i>	19,325		X	X	X		X		
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	19,5	X	X	X	X	X	X	X	
14	<i>Cirsium alatum</i> ssp. <i>pseudocreticum</i>	20,3	X	X	X	X	X	X	X	
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	24,05			X	X	X	X	X	
9	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>	25,6333			X	X	X	X	X	
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	25,9667			X	X	X	X	X	
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	26,28				X	X	X	X	
8	<i>Astragalus ovalis</i>	26,85				X	X	X	X	
23	<i>Salvia halophila</i>	28,98					X		X	X
13	<i>Onopordum davisii</i>	29,5					X	X	X	X
10	<i>Ferula halophila</i>	32,3					X	X	X	X
24	<i>Limonium anatolicum</i>	37,5							X	X
21	<i>Onosma halophilum</i>	39,0								X

Taksonlara ait  $Na^+/K^+$  oranları incelendiğinde (EK-2 Çizelge 2.3),  $Na^+/K^+$  oranının 0,2-5,88 arasında değiştiği görülmektedir.  $Na^+/K^+$  oranı 1'in altında olan taksonlar; *Puccinellia bulbosa* ssp. *caesarea* (0,20), *Onosma halophilum* (0,25), *Allium vuralii* (0,31), *Gladiolus halophilus* (0,33), *Centaurea tuzgoluensis* (0,37), *Hypericum salsugineum* (0,45), *Onopordum davisii* (0,49), *Asparagus lycaonicus* (0,52), *Ferula halophila* (0,55) ve *Salvia halophila* (0,90)'dır. Bu 10 taksondan 4 tanesi monokotiledondur ve genellikle monokotiledonlarda bu oran 1'in altında iken bazı dikotiledonlarda 1'den büyük, bazılarının da ise 1'den küçük olabilir.  $Na^+/K^+$  oranının 1'den düşük olması,  $Na^+$  içeriğinin  $K^+$  içeriğinden daha düşük olduğunu ve bitkinin

$K^+$  seçiciliğini gösterebilir. Geriye kalan 20 taksonda bu oran 1'in üstünde olup en yüksek  $Na^+$  miktarına sahip *Kalidiopsis wagenitzii* taksonunun da 5,88'dir.



Şekil 4.26.  $Na^+/K^+$  oranlarının farklı taksonlardaki dağılımı.

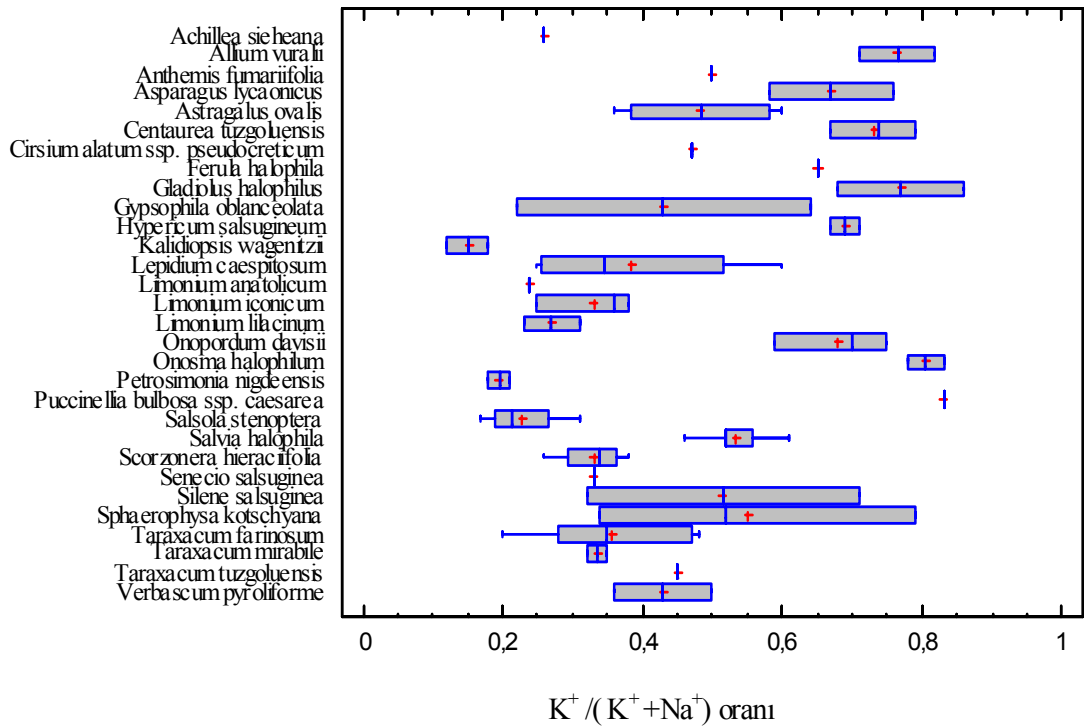
Çizelge 4. 14. 30 farklı bitki taksonuna ait  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00)

Takson No	Takson Adı	Ortalama	Homojen Gruplar																		
30	<i>Puccinellia bulbosa</i> ssp. <i>caesarea</i>	0,2	X	X	X	X	X														
21	<i>Onosma halophilum</i>	0,245	X																		
28	<i>Allium vuralii</i>	0,305	X																		
29	<i>Gladiolus halophilus</i>	0,325	X																		
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	0,373333	X																		
7	<i>Hypericum salsugineum</i>	0,45	X		X	X															
13	<i>Onopordum davisii</i>	0,49	X		X																
27	<i>Asparagus lycaonicus</i>	0,515	X	X	X	X															
10	<i>Ferula halophila</i>	0,55	X	X	X	X	X	X													
23	<i>Salvia halophila</i>	0,896	X	X	X	X															
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>	1,0	X	X	X	X	X	X	X												
9	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>	1,03667	X	X	X	X	X	X	X												
14	<i>Cirsium alatum</i> ssp. <i>pseudocreticum</i>	1,14	X	X	X	X	X	X	X	X											
8	<i>Astragalus ovalis</i>	1,1625	X	X	X	X	X	X	X												
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	1,2	X	X	X	X	X	X	X	X											
3	<i>Silene salsuginea</i>	1,245	X	X	X	X	X	X	X	X											
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>	1,4	X	X	X	X	X	X	X	X											
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	1,97		X			X	X	X												
17	<i>Senecio salsuginea</i>	2,0	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	2,03		X	X	X	X	X	X	X											
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	2,065		X		X	X	X	X												
15	<i>Scorzonera hieraciiifolia</i>	2,0925					X	X	X												
25	<i>Limonium iconicum</i>	2,14667					X	X	X												
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	2,152						X	X												
12	<i>Achillea sieheana</i>	2,82							X	X	X	X									
26	<i>Limonium lilacinum</i>	2,845								X	X	X									
24	<i>Limonium anatolicum</i>	3,18								X	X	X									
5	<i>Salsola stenoptera</i>	3,5975									X	X									
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	4,175											X								
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	5,88																			X

Chenopodiaceae familyasından *Kalidiopsis wagenitzii* taksonu ile birlikte  $\text{Na}^+$  miktarının fazla olduğu *Petrosimonia nigdeensis* (4,18) ve *Salsola stenoptera* (3,60) taksonlarında da bu oran yüksektir. Box-and-Whisker grafiği (Şekil 4.26.) ile çoklu karşılaştırma (multiple range) testi sonuçları (Çizelge 4.14.) incelendiğinde de,  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranı bakımından taksonların birbirinden farklı olduğu ( $p<0,05$ ) görülmektedir.

Bitki bünyesinde biriken  $\text{K}^+$  ve  $\text{Na}^+$  miktarına bağlı olarak  $\text{K}^+ / (\text{K}^+ + \text{Na}^+)$  oranı da hesaplanmıştır.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranı 1'in altında olan taksonların,  $\text{K}^+ / (\text{K}^+ + \text{Na}^+)$  oranının fazla olduğu belirlenmiştir.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranı en yüksek olan *Kalidiopsis wagenitzii*

taksonunda  $K^+/(K^++Na^+)$  oranı en düşüktür (0,15). *Puccinellia bulbosa* ssp. *caesarea* taksonunda ise bu oran en yüksektir (0,83). Bu taksonu sırasıyla, *Onosma halophilum* (0,805), *Gladiolus halophilus* (0,77), *Allium vuralii* (0,765), *Centaurea tuzgoluensis* (0,73) ve *Hypericum salsugineum* (0,69) takip etmektedir (EK-2 Çizelge 2.3). Bitki bünyesine alınan  $K^+$  ve  $Na^+$  miktarlarına bağlı olarak değişen bu oran taksonlar arasında önemli ( $p<0,05$ ) farklılıklar göstermektedir. *Kalidiopsis wagenitzii*, *Salsola stenoptera*, *Petrosimonia nigdeensis*, *Achillea sieheana*, *Scorzonera hieraciifolia*, *Senecio salsuginea*, *Taraxacum mirabile*, *Limonium anatolicum*, *Limonium iconicum* ve *Limonium lilacinum* taksonlarının düşük  $K^+/(K^++Na^+)$  oranları ile diğer taksonlardan farklı olduğu görülmüştür (Çizelge 4.15. ve Şekil 4.27).



Şekil 4.27.  $K^+/(K^++Na^+)$  oranlarının farklı taksonlardaki dağılımı.

Çizelge 4.15. 30 farklı bitki taksonuna ait  $K^+/(K^++Na^+)$  oranlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00)

Takson No	Takson Adı	Ortalama	Homojen Gruplar															
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	0,15	X															
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	0,195	X	X														
5	<i>Salsola stenoptera</i>	0,2275	X	X														
24	<i>Limonium anatolicum</i>	0,24	X	X	X	X												
12	<i>Achillea sieheana</i>	0,26	X	X	X	X												
26	<i>Limonium lilacinum</i>	0,27	X	X		X												
15	<i>Scorzonera hieraciifolia</i>	0,33	X	X	X	X												
17	<i>Senecio salsuginea</i>	0,33	X	X	X	X	X	X										
25	<i>Limonium iconicum</i>	0,33	X	X	X	X												
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	0,335	X	X	X	X	X											
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	0,356		X	X	X												
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	0,385		X	X	X	X	X										
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>	0,43		X	X	X	X	X	X									
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	0,43		X	X	X	X	X	X									
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	0,45		X	X	X	X	X	X	X	X							
14	<i>Cirsium alatum ssp. pseudoreticum</i>	0,47		X	X	X	X	X	X	X	X	X						
8	<i>Astragalus ovalis</i>	0,4825			X		X	X	X		X							
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>	0,5			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
3	<i>Silene salsuginea</i>	0,515			X		X	X	X	X	X	X						
23	<i>Salvia halophila</i>	0,534					X	X	X	X	X							
9	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>	0,55					X	X	X	X	X	X	X					
10	<i>Ferula halophila</i>	0,65						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27	<i>Asparagus lycaonicus</i>	0,67							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	<i>Onopordum davisii</i>	0,68								X		X	X	X	X	X		
7	<i>Hypericum salsugineum</i>	0,69								X	X	X	X	X	X	X		
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	0,7333											X	X	X	X		
28	<i>Allium vuralii</i>	0,765												X	X	X		
29	<i>Gladiolus halophilus</i>	0,77													X	X		
21	<i>Onosma halophilum</i>	0,805															X	
30	<i>Puccinellia bulbosa ssp. caesarea</i>	0,83														X	X	

Taksonların Cl/Toplam katyon oranlarına ait ortalama değerler 0,00-9,62 arasında,  $Na^+/Ca^{+2}$  oranlarına ait ortalama değerler de 0,185-110,755 arasında değişmektedir. EK-2 Çizelge 2.3 incelendiğinde, bu oranların taksondan taksona değiştiği; ancak bu değişimlerin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir.

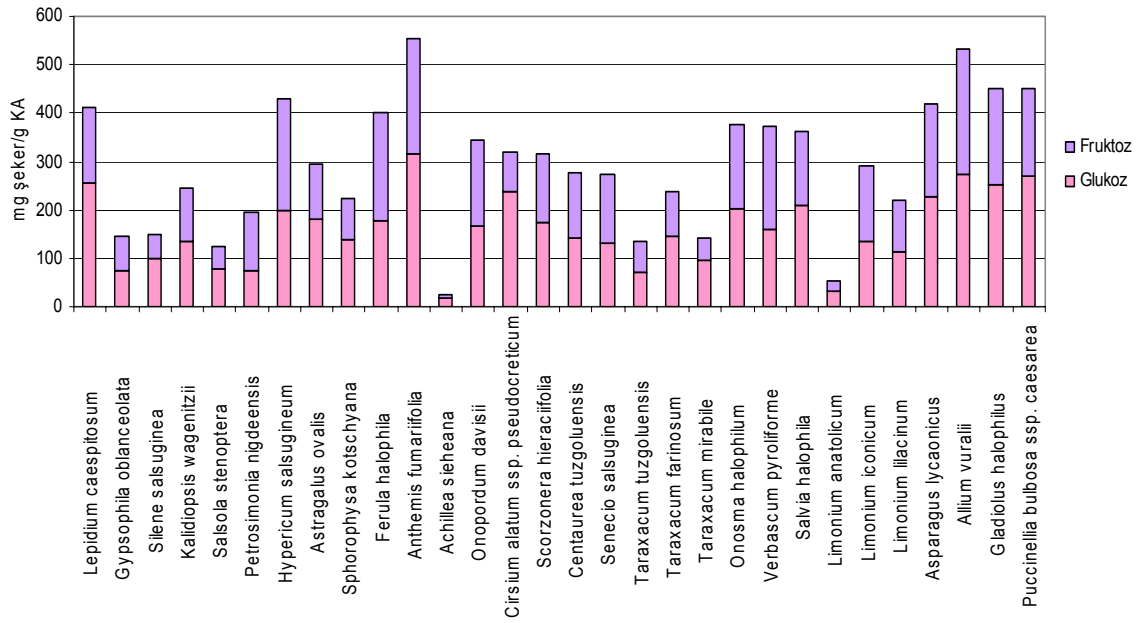
Sonuç olarak; taksonlar arasında inorganik iyon birikimi bakımından farklılıklar olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre; *Hypericum salsugineum*'un en az miktarda  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ve  $\text{K}^+$ 'a; Chenopodiaceae familyasından toplanan taksonlar (*Kalidiopsis wagenitzii*, *Petrosimonia nigdeensis*, *Salsola stenoptera*) ile *Lepidium caespitosum*'un en yüksek miktarda  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ 'a; *Lepidium caespitosum*'un en yüksek miktarda  $\text{K}^+$ 'a sahip olan taksonlar olduğu belirlenmiştir. En yüksek  $\text{Na}^+$  içeren Chenopodiaceae familyası üyelerinde  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranı çok yüksek bulunurken, yine yüksek  $\text{Na}^+$  içeren ancak aynı zamanda yüksek miktarda  $\text{K}^+$ 'a sahip olan *Lepidium caespitosum* taksonunda bu oran 1'in üstünde ancak Chenopodiaceae üyelerine göre daha düşük (1,97) bulunmuştur. *Hypericum salsugineum* taksonu gibi en az miktarda  $\text{Na}^+$ 'a sahip olan monokotiledonlarda (*Allium vuralii*, *Asparagus lycanicus*, *Gladiolus halophilus*, *Puccinellia bulbosa ssp. caesarea*)  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranı 1'in altındadır.

#### Organik bileşik miktarları

Taksonların organik bileşik (glukoz, fruktoz, prolin, glisinbetain, kolin-O-sülfat, kolin ve  $\beta$ -alaninbetain) miktarlarına ait ortalama değerler ile bu parametreler için taksonlar arasındaki varyansın p (önem) değerleri EK-2 Çizelge 2.4'te verilmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde; prolin, glukoz, fruktoz, glisinbetain, kolin-O-sülfat, kolin ve  $\beta$ -alaninbetain değerleri yönünden taksonlar arasında farklılıklar olduğu; glukoz ve kolin değişimleri dışında prolin, fruktoz, glisinbetain, kolin-O-sülfat ve  $\beta$ -alaninbetain miktarları yönünden taksonlar arasındaki farkların önemli ( $p < 0,05$ ) olduğu görülmektedir.

Şekil 4.28.'de glukoz ve fruktoz miktarlarına ait grafik yer almaktadır. Grafikte de görüldüğü gibi her taksonun biriktirdiği glukoz ve fruktoz miktarları birbirinden farklıdır.

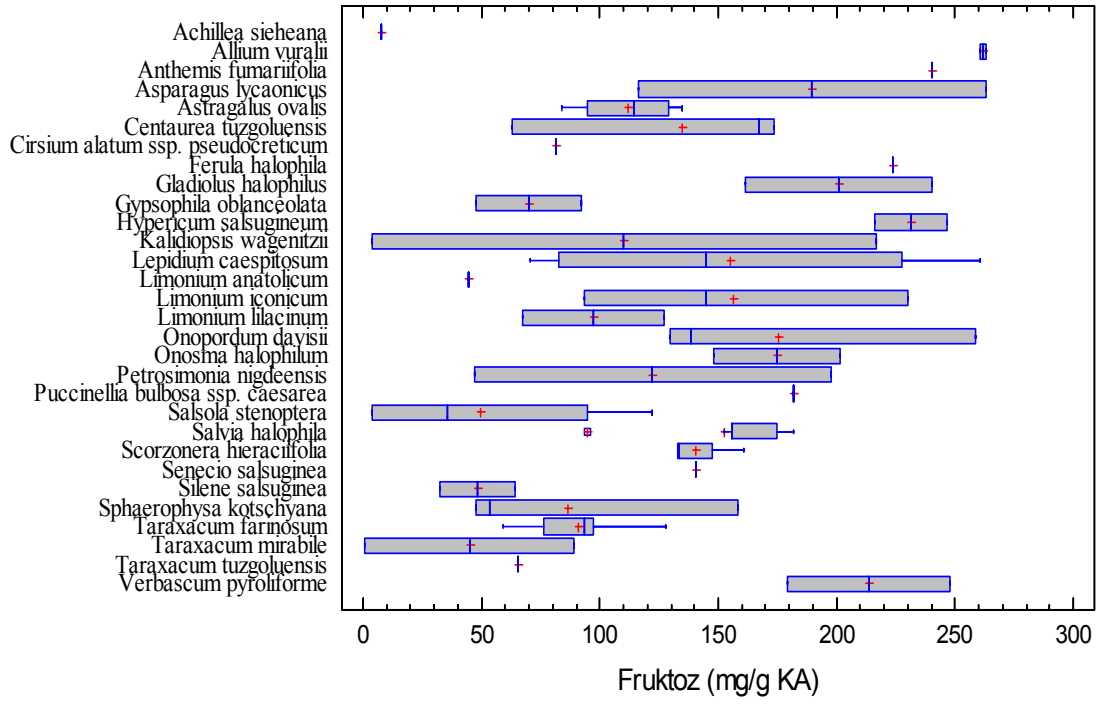


Şekil 4.28. Taksonların Glukoz ve Fruktoz miktarları.

Taksonların glukoz miktarlarına ait ortalama değerlerin 17,58-315,49 mg/g KA arasında değiştiği, ancak taksonlar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (EK-2 Çizelge 2.4).

Fruktoz miktarları incelendiğinde; en yüksek fruktoz miktarının *Allium vuralii* (261,91 mg şeker/g KA) taksonunda, en düşük fruktoz miktarının ise *Achillea sieheana* (7,68 mg şeker/g KA) taksonunda olduğu görülmektedir. Fruktoz miktarlarının farklı taksonlardaki dağılımını gösteren Box-and-Whisker grafiği (Şekil 4.29.) ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları (Çizelge 4.16.) incelendiğinde de, taksonların fruktoz içeriklerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. *Lepidium caespitosum*, *Hypericum salsugineum*, *Ferula halophila*, *Anthemis fumariifolia*, *Onopordum davisii*, *Scorzonera hieracifolia*, *Onosma halophilum*, *Verbascum pyroliforme*, *Salvia halophila*, *Limonium iconicum*, *Asparagus lycaonicus*, *Allium vuralii*, *Gladiolus halophilus* ve *Puccinellia bulbosa ssp. caesarea* taksonlarının yüksek fruktoz miktarları ile diğer taksonlardan farklı ( $p < 0,05$ ) olduğu belirlenmiştir (EK-2 Çizelge 2.4).



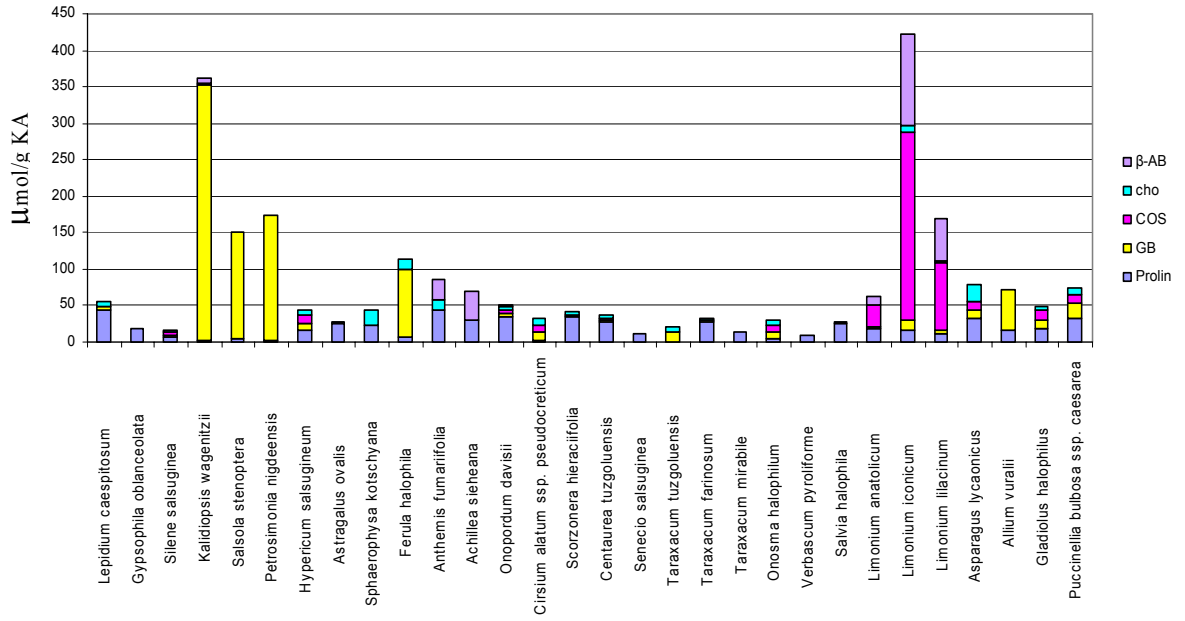


Şekil 4.29. Fruktöz miktarlarının farklı taksonlardaki dağılımı.

Çizelge 4.16. 30 farklı bitki taksonuna ait fruktoz miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00)

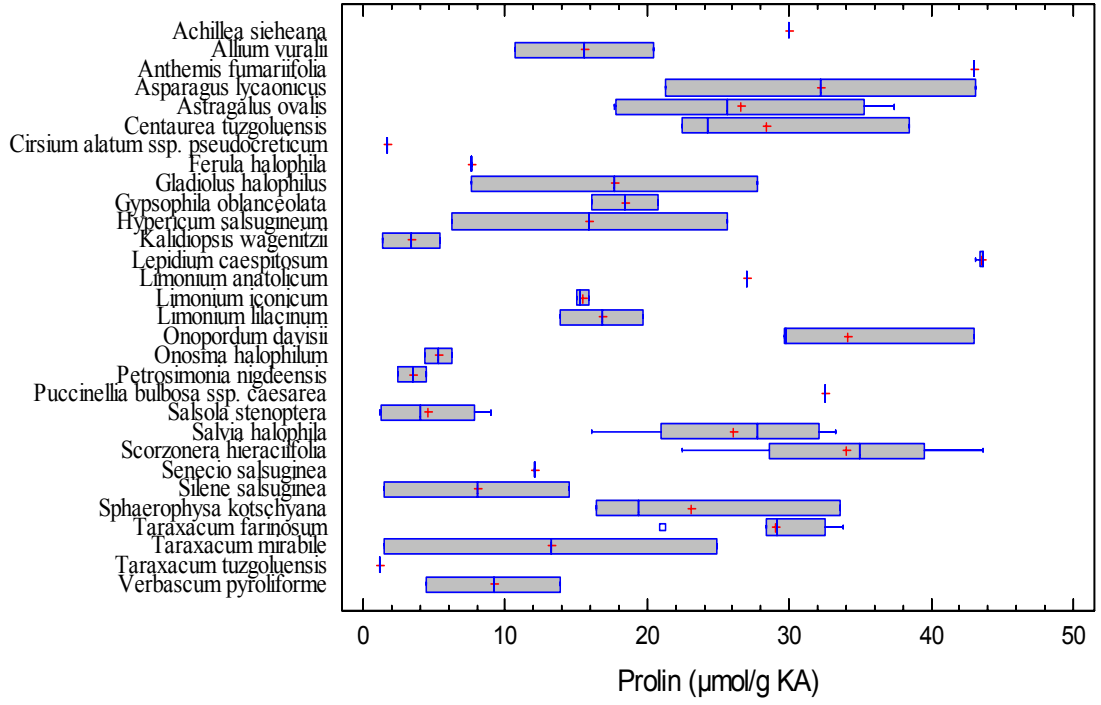
Takson No	Takson Adı	Ortalama	Homojen Gruplar																				
12	<i>Achillea sieheana</i>	7,68	X																				
24	<i>Limonium anatolicum</i>	44,73	X	X	X	X	X	X	X														
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	44,836	X	X			X																
3	<i>Silene salsuginea</i>	48,305	X	X			X	X															
5	<i>Salsola stenoptera</i>	49,2945	X				X																
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	65,39	X	X	X	X	X	X	X	X													
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	69,95	X	X	X	X	X	X															
14	<i>Cirsium alatum</i> ssp. <i>pseudocreticum</i>	81,08	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
9	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>	86,61	X	X	X	X	X	X	X														
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	90,73	X	X	X	X	X	X	X														
26	<i>Limonium lilacinum</i>	96,98	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	110,086	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
8	<i>Astragalus ovalis</i>	111,875	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	122,2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	134,717	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
15	<i>Scorzonera hieraciifolia</i>	140,237		X	X	X		X	X	X	X												
17	<i>Senecio salsuginea</i>	140,66	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
23	<i>Salvia halophila</i>	152,548			X			X	X	X	X												
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	155,325			X			X	X	X	X												
25	<i>Limonium iconicum</i>	156,347			X	X		X	X	X	X	X	X	X									
21	<i>Onosma halophilum</i>	174,88			X			X	X	X	X	X	X	X									
13	<i>Onopordum davisii</i>	175,727			X			X	X	X	X	X	X	X									
30	<i>Puccinellia bulbosa</i> ssp. <i>caesarea</i>	181,68		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
27	<i>Asparagus lycaonicus</i>	189,61						X	X	X	X	X	X	X									
29	<i>Gladiolus halophilus</i>	200,86						X	X	X	X	X	X	X									
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>	213,77								X	X	X	X										
10	<i>Ferula halophila</i>	223,47								X	X	X	X										
7	<i>Hypericum salsugineum</i>	231,44																		X	X		
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>	240,12																		X	X	X	
28	<i>Allium vuralii</i>	261,905																					X

Taksonların prolin, glisinbetain, kolin-O-sülfat, kolin ve  $\beta$ -alaninbetain miktarlarına ait grafik (Şekil 4.30) incelendiğinde her taksonun biriktirdiği prolin ve kuarternler amonyum bileşik miktarlarının birbirinden farklı olduğu görülmektedir.



Şekil 4.30. Taksonların Prolin ve Kuarterner Amonyum bileşik miktarları.

Taksonların prolin miktarları 1,13-43,51  $\mu\text{mol/g KA}$  arasında değişmektedir. En yüksek prolin miktarının *Lepidium caespitosum* taksonunda, en düşük prolin miktarının ise *Taraxacum tuzgoluensis* taksonunda olduğu belirlenmiştir (EK-2 Çizelge 2.4). Yüksek  $\text{Na}^+$  biriktiren Chenopodiaceae familyası üyelerinden *Kalidiopsis wagenitzii* (3,38  $\mu\text{mol/g KA}$ ), *Petrosimonia nigdeensis* (3,46  $\mu\text{mol/g KA}$ ) ve *Salsola stenoptera* (4,565  $\mu\text{mol/g KA}$ )'nın en az prolin biriktiren taksonlar olduğu görülmektedir. Şekil 4.31.'de bulunan Box-and-Whisker grafiği ve Çizelge 4.17.'de bulunan multiple range testi sonuçları incelendiğinde de; taksonların prolin miktarlarının birbirinden farklı olduğu ( $p < 0,05$ ) görülmektedir. *Lepidium caespitosum*, *Gypsophila oblanceolata*, *Astragalus ovalis*, *Sphaerophysa kotschyana*, *Anthemis fumariifolia*, *Achillea sieheana*, *Onopordum davisii*, *Scorzonera hieraciifolia*, *Centaurea tuzgoluensis*, *Taraxacum farinosum*, *Salvia halophila*, *Limonium anatolicum*, *Asparagus lycaonicus* ve *Puccinellia bulbosa ssp. caesarea* taksonları yüksek prolin miktarları ile diğer taksonlardan farklı ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur.



Şekil 4.31. Prolin miktarının farklı taksonlardaki dağılımı.

Çizelge 4.17. 30 farklı bitki taksonuna ait prolin miktarı Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00)

Takson No	Takson Adı	Ortalama	Homojen Gruplar																				
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	1,13	X	X																			
14	<i>Cirsium alatum</i> ssp. <i>pseudocreticum</i>	1,73	X	X																			
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	3,38	X	X																			
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	3,46	X	X																			
5	<i>Salsola stenoptera</i>	4,565	X																				
21	<i>Onosma halophilum</i>	5,28	X	X																			
10	<i>Ferula halophila</i>	7,62	X	X	X	X	X																
3	<i>Silene salsuginea</i>	8,04	X	X		X																	
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>	9,175	X	X	X	X																	
17	<i>Senecio salsuginea</i>	12,12	X	X	X	X	X	X	X	X													
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	13,205	X	X	X	X	X	X															
25	<i>Limonium iconicum</i>	15,4133	X	X	X	X	X	X															
28	<i>Allium vuralii</i>	15,585	X	X	X	X	X	X	X														
7	<i>Hypericum salsugineum</i>	15,93	X	X	X	X	X	X	X	X													
26	<i>Limonium lilacinum</i>	16,795	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
29	<i>Gladiolus halophilus</i>	17,665	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	18,44		X	X	X	X	X	X	X	X	X											
9	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>	23,1433			X		X	X	X	X	X	X											
23	<i>Salvia halophila</i>	26,022						X	X	X	X	X	X										
8	<i>Astragalus ovalis</i>	26,5575						X	X	X	X	X	X										
24	<i>Limonium anatolicum</i>	27,01			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	28,3967								X	X	X	X	X									
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	28,988									X	X	X	X									
12	<i>Achillea sieheana</i>	29,94						X	X	X	X	X	X	X									
27	<i>Asparagus lycaonicus</i>	32,21												X	X	X	X						
30	<i>Puccinellia bulbosa</i> ssp. <i>caesarea</i>	32,55								X	X	X	X	X	X	X							
15	<i>Scorzonera hieraciifolia</i>	34,0275														X	X	X					
13	<i>Onopordum davisii</i>	34,14														X	X	X					
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>	43,03															X	X					
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	43,51																					X

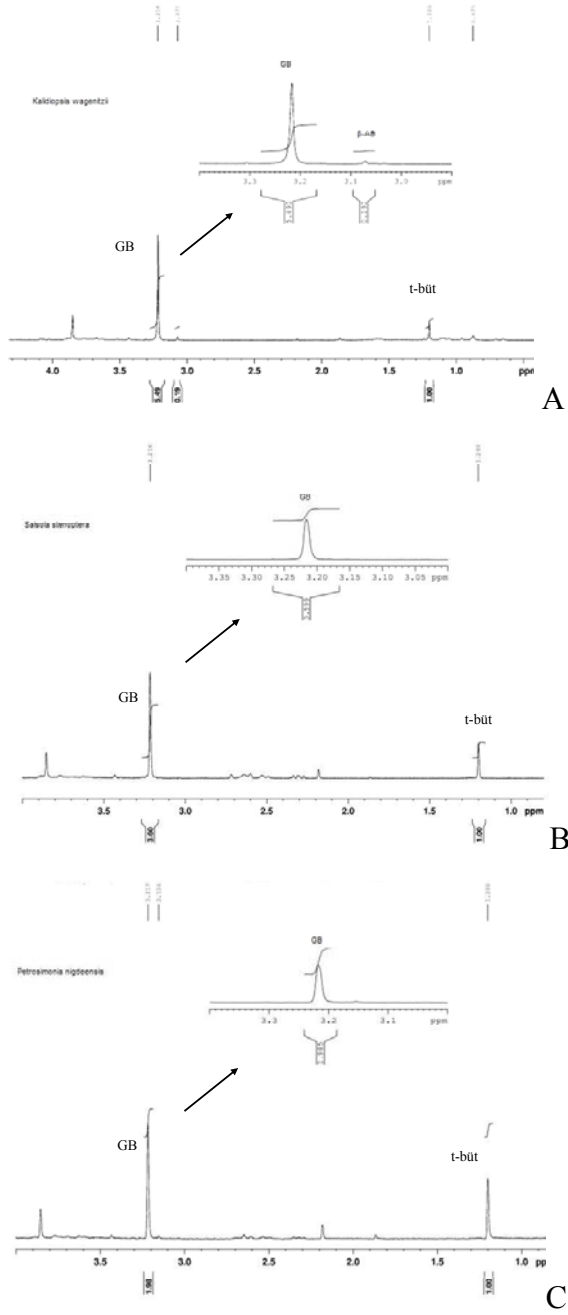
Çalışma süresince toplanan 30 taksonun kuarternler amonyum bileşik miktarları (glisinbetain, kolin-O-sülfat, kolin ve  $\beta$ -alaninbetain) analiz edilmiştir (EK-2 Çizelge 2.4). Bazı taksonlarda kuarternler amonyum bileşikleri belirlenememiştir. Bazı taksonlarda ise belli tip kuarternler amonyum bileşikleri belirlenmiştir. Bu taksonların kuarternler amonyum bileşiklerine ait H-NMR spektrumları Şekil 4.32 ve Şekil 4.33'te verilmiştir.

Taksonlardan 19 tanesinin glisinbetain biriktirdiği ve glisinbetain miktarlarının 1,10-348,59  $\mu\text{mol/g}$  KA arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek glisinbetain miktarı

*Kalidiopsis wagenitzii* taksonunda, en düşük glisinbetain miktarı ise *Taraxacum farinosum* taksonundadır (EK-2 Çizelge 2.4). Taksonların biriktirdiği glisinbetain miktarı birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ). *Kalidiopsis wagenitzii* (348,585 $\mu$ mol/g KA), *Petrosimonia nigdeensis* (171,065  $\mu$ mol/g KA) ve *Salsola stenoptera* (145,148  $\mu$ mol/g KA)'nın daha fazla glisinbetain miktarı ile diğer taksonlardan farklı ( $p<0,05$ ) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.18.).

Çizelge 4.18. 30 farklı bitki taksonuna ait glisinbetain miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00)

Takson No	Takson Adı	Ortalama	Homojen Gruplar			
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>	0,0	X			
23	<i>Salvia halophila</i>	0,0	X			
9	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>	0,0	X			
24	<i>Limonium anatolicum</i>	0,0	X			
26	<i>Limonium lilacinum</i>	0,0	X			
12	<i>Achillea sieheana</i>	0,0	X			
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	0,0	X			
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	0,0	X			
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>	0,0	X			
8	<i>Astragalus ovalis</i>	0,0	X			
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	1,096	X			
3	<i>Silene salsuginea</i>	2,1	X			
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	2,1	X			
15	<i>Scorzonera hieraciifolia</i>	2,145	X			
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	4,17	X			
13	<i>Onopordum davisii</i>	5,29	X			
21	<i>Onosma halophilum</i>	8,34	X			
7	<i>Hypericum salsugineum</i>	9,16	X			
27	<i>Asparagus lycaonicus</i>	11,64	X			
29	<i>Gladiolus halophilus</i>	12,515	X			
14	<i>Cirsium alatum ssp. pseudoreticum</i>	12,86	X	X		
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	13,65	X	X		
25	<i>Limonium iconicum</i>	14,6433	X			
30	<i>Puccinellia bulbosa ssp. caesarea</i>	21,35	X	X		
28	<i>Allium vuralii</i>	55,415	X	X	X	
10	<i>Ferula halophila</i>	92,87	X	X	X	
5	<i>Salsola stenoptera</i>	145,148		X	X	
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	171,065			X	
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	348,585				X



Şekil 4.32. *Kalidiopsis wagenitzii* (A), *Salsola stenoptera* (B) ve *Petrosimonia nigdeensis* (C) taksonlarının H-NMR spektrumları. t-büt: içsel standart tert-bütanol, GB: glisinbetain, β-AB: β-alaninbetain.

Çalışılan taksonlardan sadece 15'inde kolin-O-sülfat belirlenmiştir. Kolin-O-sülfat miktarlarının *Limonium iconicum*'da (258,61 µmol/g KA) en fazla, *Kalidiopsis wagenitzii*'de (0,67 µmol/g KA) ise en düşük olduğu belirlenmiştir. Kolin-O-sülfat

miktarı bakımından taksonların benzerlik ve farklılıkları çoklu karşılaştırma (multiple range) testi ile analiz edilmiştir. Çizelge 4.19.'daki sonuçlar incelendiğinde, Plumbaginaceae familyasından *Limonium iconicum* (258,61 µmol/g KA), *Limonium lilacinum* (114,335 µmol/g KA) ve *Limonium anatolicum* (64,23 µmol/g KA) taksonlarının kolin-O-sülfat miktarının diğer taksonlardan önemli ( $p < 0,05$ ) miktarda daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.19. 30 farklı bitki taksonuna ait kolin-O-sülfat miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00)

Takson No	Takson Adı	Ortalama	Homojen Gruplar		
10	<i>Ferula halophila</i>	0,0	X		
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>	0,0	X		
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	0,0	X		
5	<i>Salsola stenoptera</i>	0,0	X		
28	<i>Allium vuralii</i>	0,0	X		
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	0,0	X		
8	<i>Astragalus ovalis</i>	0,0	X		
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	0,0	X		
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	0,0	X		
9	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>	0,0	X		
23	<i>Salvia halophila</i>	0,0	X		
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	0,0	X		
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>	0,0	X		
12	<i>Achillea sieheana</i>	0,0	X		
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	0,665	X		
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	1,074	X		
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	1,69333	X		
15	<i>Scorzonera hieraciifolia</i>	1,78	X		
3	<i>Silene salsuginea</i>	2,74	X		
13	<i>Onopordum davisii</i>	5,44333	X		
14	<i>Cirsium alatum ssp. pseudoreticum</i>	8,58	X		
21	<i>Onosma halophilum</i>	8,59	X		
30	<i>Puccinellia bulbosa ssp.caesarea</i>	10,68	X		
7	<i>Hypericum salsugineum</i>	11,375	X		
27	<i>Asparagus lycaonicus</i>	11,42	X		
29	<i>Gladiolus halophilus</i>	12,95	X		
24	<i>Limonium anatolicum</i>	64,23	X	X	
26	<i>Limonium lilacinum</i>	114,335		X	
25	<i>Limonium iconicum</i>	258,61			X

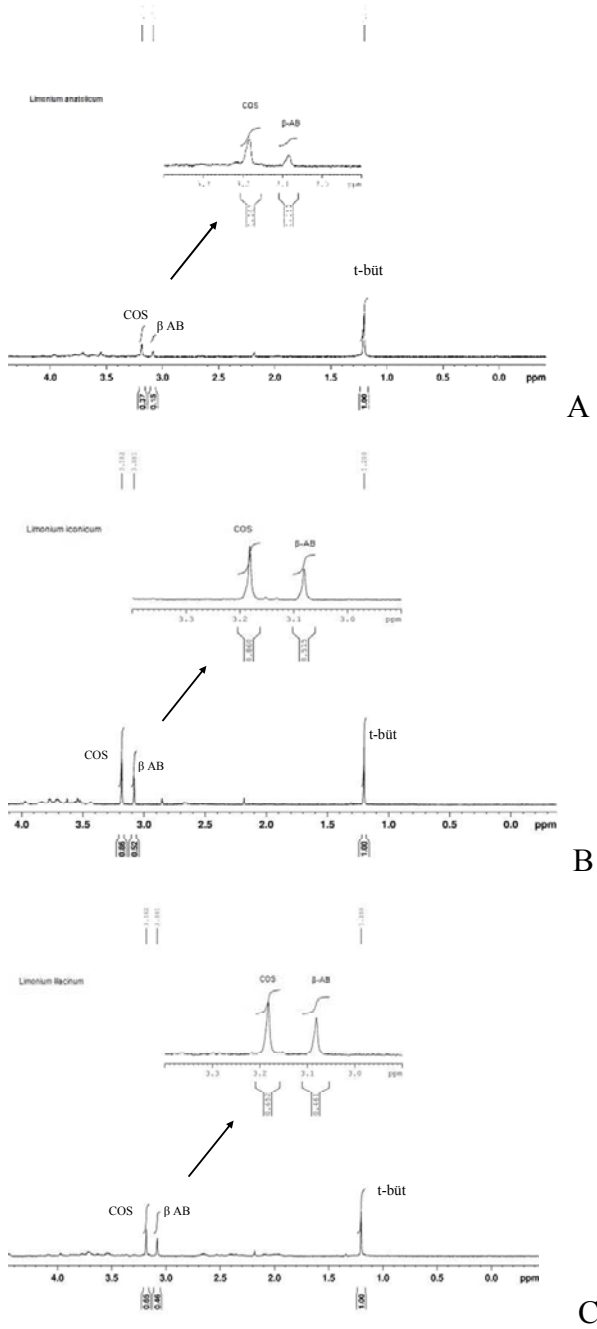
Taksonlardan 21 tanesinin kolin biriktirdiği tesbit edilmiştir. Kolin miktarlarına ait ortalama değerlerin 0,73-23,45 µmol/g KA arasında değiştiği, ancak taksonlar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (EK-2 Çizelge 2.4).



Kuarterner amonyum bileşiklerinden  $\beta$ -alaninbetain, sadece *Limonium iconicum* (126,54  $\mu\text{mol/g KA}$ ), *Limonium lilacinum* (72,68  $\mu\text{mol/g KA}$ ), *Achillea sieheana* (38,68  $\mu\text{mol/g KA}$ ), *Anthemis fumariifolia* (28,28  $\mu\text{mol/g KA}$ ), *Limonium anatolicum* (26,78  $\mu\text{mol/g KA}$ ), *Kalidiopsis wagenitzii* (8,40  $\mu\text{mol/g KA}$ ), *Onopordum davisii* (2,18  $\mu\text{mol/g KA}$ ), *Taraxacum farinosum* (0,09  $\mu\text{mol/g KA}$ ) taksonlarında belirlenmiştir (EK-2 Çizelge 2.4). Bu 8 taksonun  $\beta$ -alaninbetain miktarları arasında farklar önemli ( $p < 0,05$ ) olup özellikle *Limonium iconicum* ile *Limonium lilacinum* taksonlarının daha fazla  $\beta$ -alaninbetain miktarları ile diğer taksonlardan farklıdır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. 30 farklı bitki taksonuna ait  $\beta$ -alaninbetain miktarlarının Çoklu Karşılaştırma (Multiple Range) Testi sonuçları. (LSD % 95,00)

Takson No	Takson Adı	Ortalama	Homojen Gruplar			
3	<i>Silene salsuginea</i>	0,0	X			
15	<i>Scorzonera hieraciifolia</i>	0,0	X			
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>	0,0	X			
8	<i>Astragalus ovalis</i>	0,0	X			
9	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>	0,0	X			
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	0,0	X			
28	<i>Allium vuralii</i>	0,0	X			
29	<i>Gladiolus halophilus</i>	0,0	X			
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	0,0	X			
7	<i>Hypericum salsugineum</i>	0,0	X			
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	0,0	X			
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	0,0	X			
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	0,0	X			
14	<i>Cirsium alatum ssp. pseudocreticum</i>	0,0	X			
10	<i>Ferula halophila</i>	0,0	X			
27	<i>Asparagus lycaonicus</i>	0,0	X			
21	<i>Onosma halophilum</i>	0,0	X			
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	0,0	X			
30	<i>Puccinellia bulbosa ssp. caesarea</i>	0,0	X			
5	<i>Salsola stenoptera</i>	0,0	X			
23	<i>Salvia halophila</i>	0,0	X			
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	0,094	X			
13	<i>Onopordum davisii</i>	2,17667	X			
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	8,4	X	X		
24	<i>Limonium anatolicum</i>	26,78	X	X		
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>	28,28	X	X		
12	<i>Achillea sieheana</i>	38,68		X		
26	<i>Limonium lilacinum</i>	72,6			X	
25	<i>Limonium iconicum</i>	126,543				X



Şekil 4.33. *Limonium anatolicum* (A), *Limonium iconicum* (B) ve *Limonium lilacinum* (C) taksonlarının H-NMR spektrumları. t-büt: içsel standart tert-bütanol, COS: kolin-O-sülfat, β-AB: β-alaninbetain.

Organik bileşikler bakımından elde edilen sonuçlar özetlenecek olursa; inorganik iyon miktarları en az olan *Hypericum salsugineum* taksonu ve monokotiledonlarda fruktoz miktarının diğer taksonlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yüksek

Na<sup>+</sup> miktarına sahip taksonlardan *Lepidium caespitosum*'da en yüksek prolin miktarı (43,51 µmol/g KA) görülürken Chenopodiaceae familyasından *Kalidiopsis wagenitzii* (3,38 µmol/g KA), *Salsola stenoptera* (4,565 µmol/g KA) ve *Petrosimonia nigdeensis* (3,46 µmol/g KA) taksonlarında ise prolin miktarının en az olduğu görülmüştür. Prolin miktarı en az olan *Kalidiopsis wagenitzii*, *Salsola stenoptera* ve *Petrosimonia nigdeensis* taksonlarında yüksek miktarda glisinbetain biriktiği belirlenmiştir. Kuarterner amonyum bileşiklerinden kolin-O-sülfat ve β-alaninbetain'in yüksek miktarda olduğu taksonlar *Limonium anatolicum*, *Limonium iconicum* ve *Limonium lilacinum* olarak belirlenmiştir.

#### 4.2.2. Bitkisel özelliklerin farklı istasyonlar arasındaki değişimleri

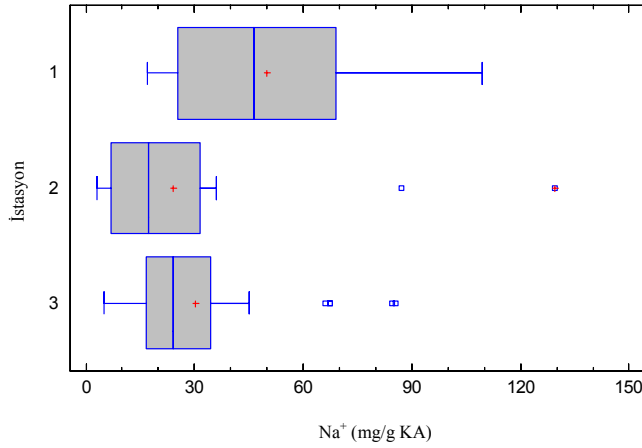
Taksonlarda ölçülen parametrelerin istasyonlar arasındaki değişimleri de karşılaştırılmıştır. Ortalama değerler ile istatistiksel önem değerleri EK-2 Çizelge 2.5'te verilmiş; istatistiksel olarak değişimleri önemli bulunan parametrelere ait Box-and-Whisker grafikleri ise Şekil 4.34-Şekil 4.38 arasında gösterilmiştir.

##### Taksonların klorofil pigment miktarlarının istasyonlara bağlı değişimi

Taksonlara ait klorofil a, klorofil b, klorofil a/b ve toplam klorofil değerlerinin istasyonlara bağlı olarak değiştiği, ancak bu değişimlerin önemli olmadığı belirlenmiştir (EK-2 Çizelge 2.5).

##### Taksonların inorganik iyonlarının istasyonlara bağlı değişimi

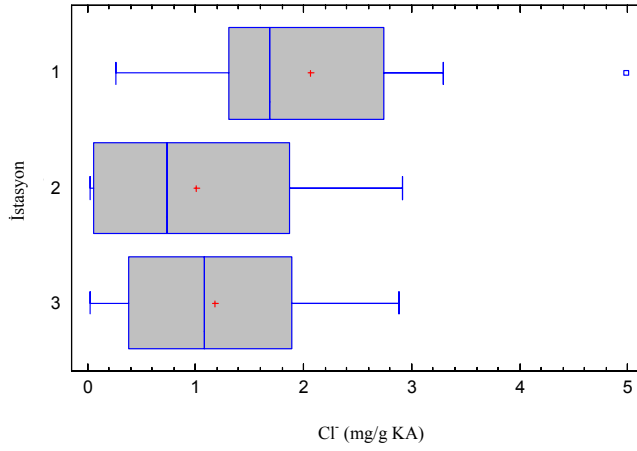
Taksonların Na<sup>+</sup> miktarlarının istasyonlara bağlı olarak önemli (p<0,05) farklılık gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.34. Taksonlardaki  $\text{Na}^+$  miktarlarının farklı istasyonlardaki dağılımı.

Taksonların  $\text{Na}^+$  miktarının istasyonlara bağlı olarak değişimini gösteren Box-and-Whisker grafiği (Şekil 4.34) ve EK-2 Çizelge 2.5 incelendiğinde, 1. istasyondan toplanan (Şereflikoçhisar istasyonu) taksonların daha fazla  $\text{Na}^+$  miktarları ile 2. (Aksaray-Eskil) ve 3. (Cihanbeyli-Gölyazı) istasyonlardan toplanan taksonlardan farklı ( $p < 0,05$ ) olduğu belirlenmiştir.

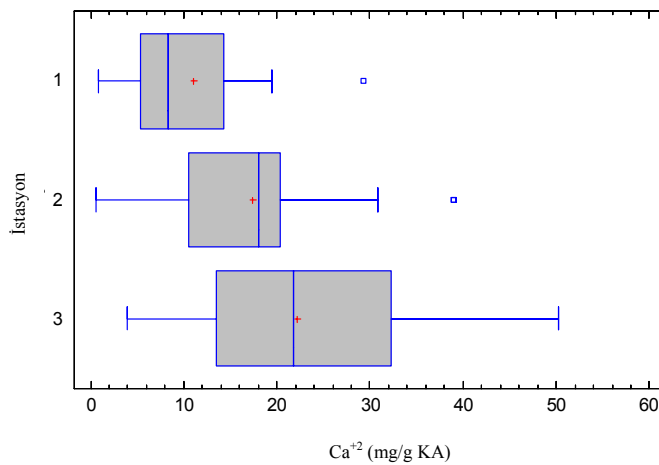
$\text{Cl}^-$  miktarlarının istasyonlara bağlı değişimini gösteren Box-and-Whisker grafiği (Şekil 4.35) ve ortalama  $\text{Cl}^-$  miktarlarını gösteren EK-2 Çizelge 2.5 incelendiğinde; yine 1. istasyondaki taksonların daha yüksek  $\text{Cl}^-$  miktarına sahip olduğu görülmektedir. 2. ve 3. istasyonlardaki taksonlar benzer özellik gösterirken, 1. istasyon diğerlerinden önemli ( $p < 0,05$ ) farklılık göstermektedir.



Şekil 4.35. Taksonlardaki Cl<sup>-</sup> miktarlarının farklı istasyonlardaki dağılımı.

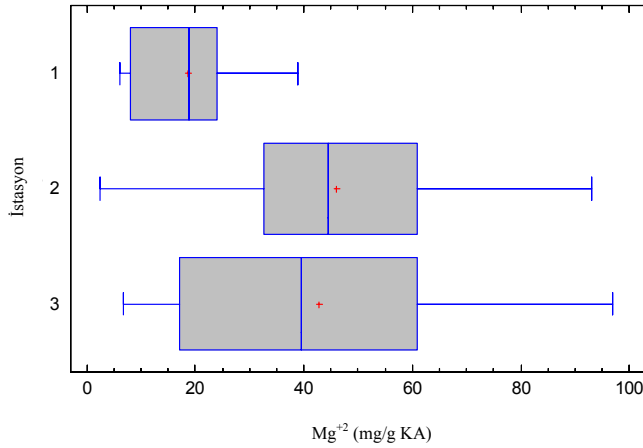
Üç farklı istasyondan toplanan taksonların biriktirdiği potasyum miktarları karşılaştırıldığında (EK-2 Çizelge 2.5), istasyonlar arasında farklılıklar bulunduğu, ancak, bu farkların önemli olmadığı belirlenmiştir.

Taksonların Ca<sup>+2</sup> miktarlarının istasyonlardaki dağılımı Şekil 4.36'da görülmektedir. Taksonların Ca<sup>+2</sup> miktarları istasyonlar arasında farklılık göstermektedir. Box-and-Whisker grafiği (Şekil 4.36) incelendiğinde, 3. istasyondaki (Cihanbeyli-Gölyazı) taksonların daha yüksek Ca<sup>+2</sup> miktarlarına sahip olduğu görülmektedir. Taksonlarda düşük Ca<sup>+2</sup> birikiminin belirlendiği 1. istasyon ile 3. istasyon arasındaki farklılık da istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.36. Taksonların Ca<sup>+2</sup> miktarlarının farklı istasyonlardaki dağılımı.

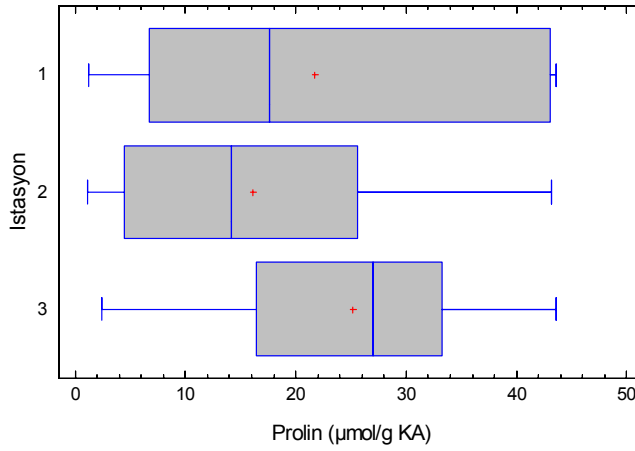
Taksonların  $Mg^{+2}$  miktarının farklı istasyonlara göre dağılımını gösteren Box-and-Whisker grafiği incelendiğinde (Şekil 4.37.); istasyonlar arasında farklılıklar olduğu ve 1. istasyondaki taksonların en düşük  $Mg^{+2}$  miktarları ile diğer iki istasyondan toplananlara göre farkının önemli ( $p<0,05$ ) olduğunu göstermektedir (EK-2 Çizelge 2.5).



Şekil 4.37. Taksonların  $Mg^{+2}$  miktarlarının farklı istasyonlardaki dağılımı.

#### Taksonların organik bileşiklerinin istasyonlara bağlı değişimi

Taksonların içerdiği prolin miktarlarının da istasyonlara bağlı olarak önemli ( $p<0,05$ ) şekilde değiştiği belirlenmiştir (EK-2 Çizelge 2.5). Taksonların prolin miktarlarının istasyonlara bağlı olarak dağılımını gösteren Box-and-Whisker grafiği (Şekil 4.38) incelendiğinde, istasyonlar arasında farklılıklar olduğu ve 2. istasyondaki taksonların en düşük prolin miktarına sahip olduğu görülmektedir. Taksonların prolin miktarları bakımından 1. ve 3. istasyonlar arasındaki farklılıklar önemsizken, 2. istasyon ile 3. istasyon arasındaki farklılığın önemli ( $p<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.38. Taksonların prolin miktarlarının farklı istasyonlardaki dağılımı.

Taksonların glukoz, fruktoz ve kuarterner amonyum bileşik (glisinbetain, kolin-O-sülfat, kolin ve  $\beta$ -alaninbetain) miktarlarının istasyonlara bağlı olarak değiştiği ancak bu değişimlerin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (EK-2 Çizelge 2.5).

Sonuç olarak, taksonların prolin dışında organik bileşik miktarlarında istasyonlara bağlı değişimler önemsiz bulunmuştur. 2. istasyondan toplanan taksonlar en düşük prolin miktarları ile diğer istasyonlardan farklılık göstermiştir. Taksonların inorganik iyon miktarları istasyonlara göre incelendiğinde, toprakta en yüksek  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  miktarına sahip 1. istasyondaki taksonlarında yüksek miktarlarda  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ 'a sahip oldukları belirlenmiştir.

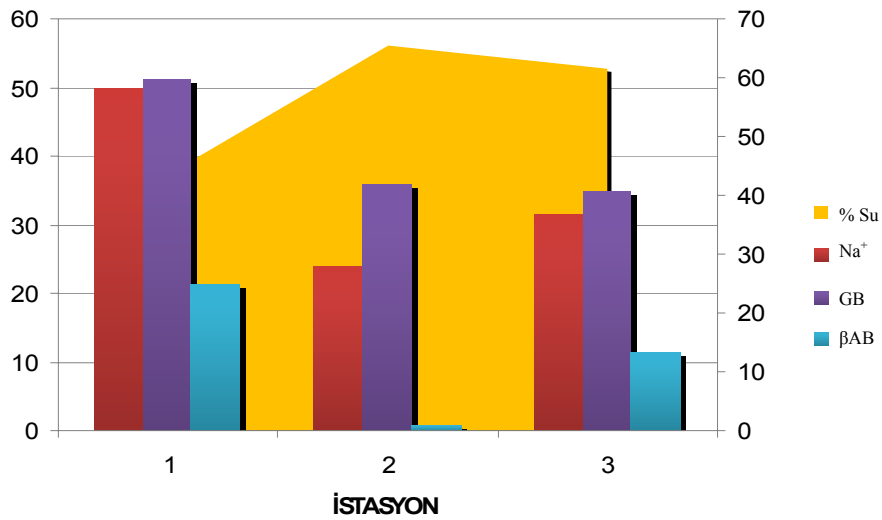
#### 4.2.3. Toprak ve taksonlara ait verilerin korelasyon analizi sonuçları

Toprak ve taksonlarda belirlenen özelliklerin birbiri arasındaki ilişkileri ve taksonlarda belirlenen özelliklerin birbiri arasındaki ilişkileri sırasıyla Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22'de yer alan korelasyon tabloları ile verilmiştir. Korelasyon tablolarında istatistiksel olarak önemli kabul edilen önem ( $p < 0,05$ ) değerlerinin karşılığı olan r katsayıları yer almaktadır.

Toprak ve taksonlarda belirlenen özelliklerin birbiri arasındaki ilişkiler incelendiğinde (Çizelge 4.21.); toprağın % su miktarı ile taksonların  $\text{Na}^+$  ( $r:-0,3660$ ),  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ( $r:-0,3267$ ), glisinbetain ( $r:-0,2504$ ) ve  $\beta\text{-AB}$  ( $r:-0,2702$ ) miktarları arasında negatif yönde (Şekil 4.39),  $\text{Ca}^{+2}$  ( $r:0,3055$ ),  $\text{K}^+/(K^++\text{Na}^+)$  ( $r:0,2705$ ), glukoz ( $r:0,2873$ ) miktarları arasında ise pozitif yönde ilişki olduğu görülmektedir (Şekil 4.40).

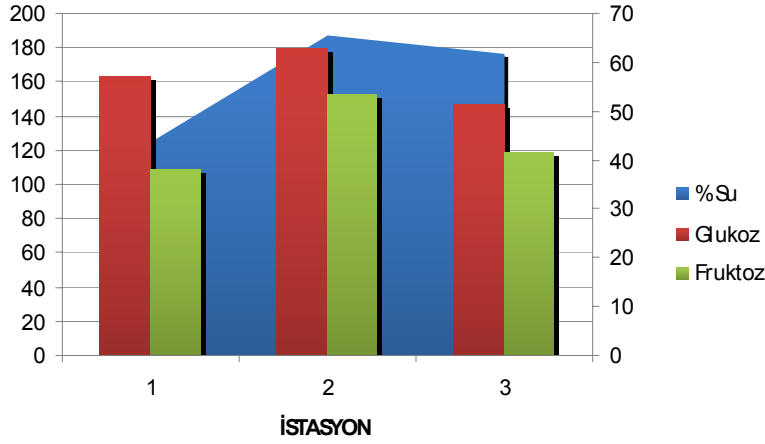
Çizelge 4.21. Toprak ve taksonlarda belirlenen özelliklerin birbiri arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları

	% su	pH	EC	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{-2}$
klorofil a										
klorofil b										
klorofil a:b						0,3166				
Toplam Klorofil										
Prolin					-0,3514				-0,2924	
$\text{Na}^+$	-0,3660				-0,2526	0,2513				
$\text{Cl}^-$										
$\text{K}^+$										
$\text{Mg}^{+2}$										
$\text{Ca}^{+2}$	0,3055									
$\text{Na}^+/\text{K}^+$	-0,3267									
$\text{K}^+/(K^++\text{Na}^+)$	0,2705									
$\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$										
$\text{Cl}^-/\text{Toplam Katyon}$						0,3288				
Glukoz	0,2873									-0,3131
Fruktoz							0,2870	0,3277		
GB	-0,2504									
COS										
Cho										
$\beta\text{AB}$	-0,2702									



Şekil 4.39. Toprağın % su miktarının taksonlardaki sodyum, glisinbetain ve  $\beta$ -alaninbetain ile ilişkisi.

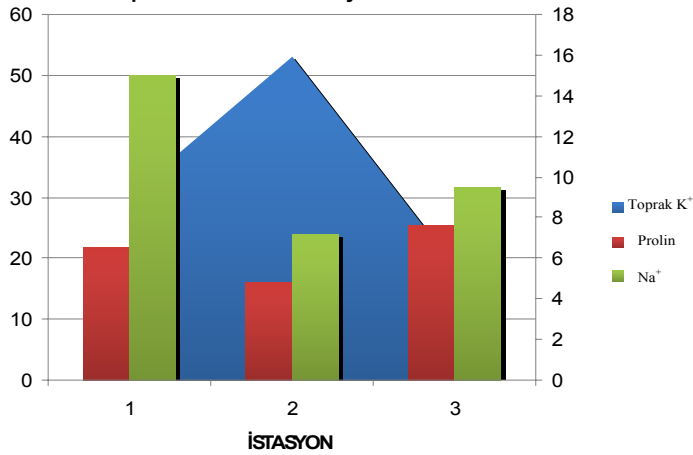




Şekil 4.40. Toprağın % su miktarının taksonlardaki glukoz ve fruktoz ile ilişkisi.

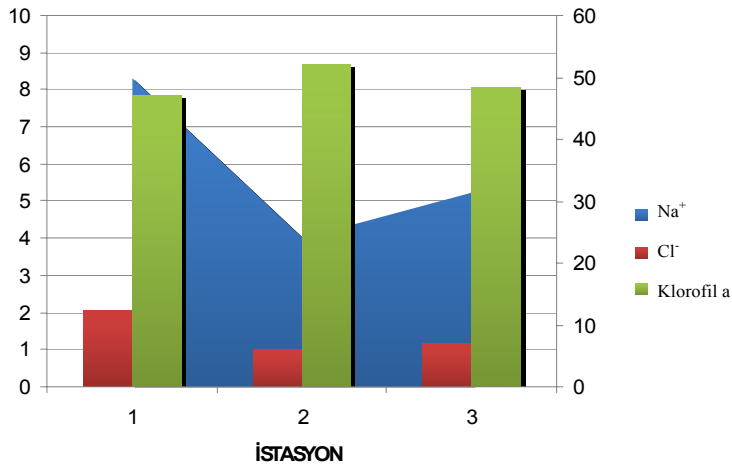
Toprağın  $K^+$  miktarı ile taksonların prolin ( $r:-0,3514$ ) ve  $Na^+$  ( $r:-0,2526$ ) miktarları arasında negatif yönde ilişki belirlenmiştir (Şekil 4.41). Toprağın  $Ca^{+2}$  miktarı ile taksonların klorofil a/b oranı ( $r:0,3166$ ),  $Na^+$  ( $r:0,2513$ ) ve glukoz miktarı ( $r:0,3288$ ) pozitif yönde ilişki göstermiştir. Toprağın  $Mg^{+2}$  miktarı ile taksonların fruktoz miktarının ( $r:0,3869$ ) pozitif yönde ilişkili olduğu görülmüştür. Toprağın  $Cl^-$  miktarı ile taksonların prolin miktarı ( $r:-0,2924$ ) negatif yönde; fruktoz miktarı ( $r:0,3277$ ) ise pozitif yönde ilişki göstermiştir. Toprağın  $SO_4^{-2}$  miktarı ile taksonların glukoz miktarının ise negatif yönde ( $r:-0,3131$ ) ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, toprağın pH, EC,  $Na^+$ ,  $HCO_3^-$  miktarları ile taksonlardaki özellikler arasında herhangi bir ilişki bulunmazken; toprağın bazı özelliklerindeki (%su,  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Cl^-$  ve  $SO_4^{-2}$ ) değişimlerin taksonlardaki özelliklere yansıdığı ve bu özellikleri negatif ya da pozitif yönde değiştirdiği gözlenmiştir.



Şekil 4.41. Toprağın potasyum miktarının taksonlardaki sodyum ve prolin ile ilişkisi.

Taksonlarda belirlenen özelliklerin birbiri arasındaki ilişkileri incelendiğinde (Çizelge 4.22.); klorofil a miktarı ile Na<sup>+</sup> (r:-0,2779) ve Cl<sup>-</sup> (r:-0,4670) miktarları, Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> (r:-0,3072) ve Cl<sup>-</sup>/Toplam katyon (r:-0,4339) oranları arasında negatif yönde ilişki olduğu (Şekil 4.42.); klorofil b (r:0,6095), toplam klorofil (r:0,8956), K<sup>+</sup>/(K<sup>+</sup>+Na<sup>+</sup>) (r:0,4626) ve kolin (r:0,2752) miktarları arasında ise pozitif yönde ilişki görülmektedir.

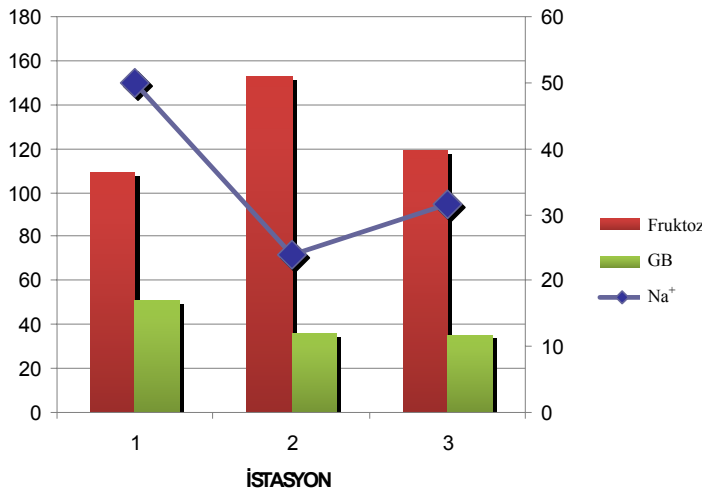


Şekil 4.42. Taksonlardaki klorofil a miktarının sodyum ve klor ile ilişkisi.

Klorofil b miktarı ile klorofil a/b (r:-0,3637) ve Cl<sup>-</sup>/Toplam katyon (r:-0,2731) miktarları arasında negatif; toplam klorofil (r:0,8981), Na<sup>+</sup>/Ca<sup>+2</sup> (r:0,3807) ve glisinbetain (r:0,2704) miktarları arasında pozitif yönde ilişki belirlenmiştir. Klorofil a/b oranı ile K<sup>+</sup> (r:0,2935) ve kolin (r:0,6386) miktarlarının pozitif yönde ilişkili

olduğu görülmüştür. Toplam klorofil miktarı ile  $\text{Cl}^-$  ( $r:-0,3735$ ) ve  $\text{Cl}^-/\text{Toplam katyon}$  ( $r:-0,3930$ ) miktarları arasında negatif;  $\text{K}^+/(K^++Na^+)$  ( $r:0,3861$ ) ve  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$  ( $r:0,2567$ ) oranları ile pozitif ilişkili olduğu bulunmuştur.

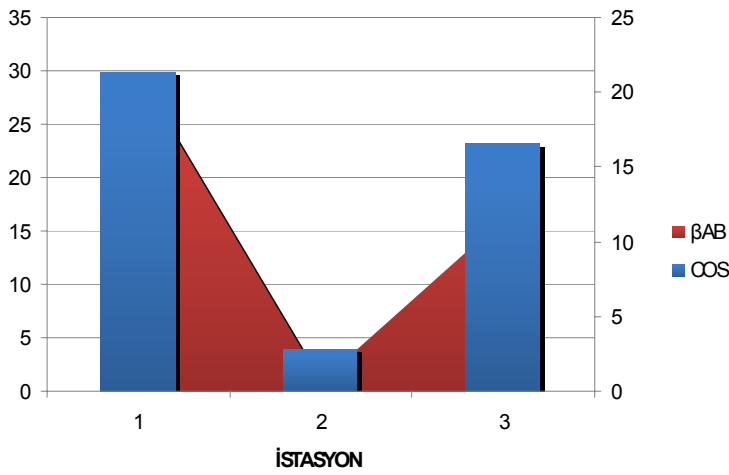
Prolin miktarı ile glisinbetain ( $r:-0,3626$ ) miktarı arasında negatif;  $\text{K}^+$  ( $r:0,4241$ ) ve glukoz ( $r:0,2906$ ) miktarları arasında ise pozitif yönde ilişki belirlenmiştir.  $\text{Na}^+$  miktarı ile  $\text{Mg}^{+2}$  ( $r:-0,2825$ ),  $\text{Ca}^{+2}$  ( $r:-0,2735$ ),  $\text{K}^+/(K^++Na^+)$  ( $r:-0,7772$ ) ve fruktoz ( $r:-0,3629$ ) miktarları arasında negatif (Şekil 4.43.);  $\text{Cl}^-$  ( $r:0,6697$ ),  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ( $r:0,9069$ ),  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$  ( $r:0,5811$ ),  $\text{Cl}^-/\text{Toplam katyon}$  ( $r:0,6810$ ) ve glisinbetain ( $r:0,6572$ ) miktarları arasında pozitif yönde ilişki görülmektedir.



Şekil 4.43. Bitkideki sodyumun glisinbetain ve fruktoz ile ilişkisi.

$\text{Cl}^-$  miktarı ile  $\text{K}^+/(K^++Na^+)$  ( $r:-0,6015$ ) ve fruktoz ( $r:-0,2505$ ) miktarları arasında negatif;  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ( $r:0,5260$ ) ve  $\text{Cl}^-/\text{Toplam katyon}$  ( $r:0,8365$ ) oranları arasında ise pozitif yönde ilişki bulunmuştur.  $\text{K}^+$  miktarı ile  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ( $r:-0,3460$ ) oranının negatif;  $\text{K}^+/(K^++Na^+)$  ( $r:0,4283$ ) oranı ve kolin ( $r:0,4683$ ) miktarının pozitif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir.  $\text{Ca}^{+2}$  miktarı ile  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ( $r:-0,2797$ ),  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$  ( $r:-0,2843$ ) oranları, glisinbetain ( $r:-0,2621$ ) ve  $\beta$ -alaninbetain ( $r:-0,2808$ ) miktarları negatif yönde ilişkilidir.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranı ile  $\text{K}^+/(K^++Na^+)$  ( $r:-0,8835$ ), glukoz ( $r:-0,3196$ ), fruktoz ( $r:-0,3990$ ) ve kolin ( $r:-0,2873$ ) miktarları arasında negatif;  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$  ( $r:0,5634$ ),  $\text{Cl}^-/\text{Toplam katyon}$  ( $r:0,5896$ ) ve glisinbetain ( $r:0,6340$ ) miktarları arasında pozitif yönde ilişki belirlenmiştir.  $\text{K}^+/(K^++Na^+)$  oranı ile  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$  ( $r:-$

0,2849), Cl<sup>-</sup>/Toplam katyon (r:-0,6406), glisinbetain (r:-0,3027) ve β-alaninbetain (r:-0,2620) miktarları arasında negatif; glukoz (r:0,2951), fruktoz (r:0,4026) ve kolin (r:0,3613) miktarları arasında ise pozitif yönde ilişki görülmüştür. Na<sup>+</sup>/Ca<sup>+2</sup> oranı glukoz (r:-0,2871) ve fruktoz (r:-0,2760) miktarları ile negatif; glisinbetain (r:0,8175) miktarı ile de pozitif yönde ilişki bulunmuştur. Glukoz miktarı ile fruktoz (r:0,3902) miktarının; kolin-O-sülfat miktarı ile de β-alaninbetain (r:0,9779) miktarının (Şekil 4.44.) pozitif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.44. Taksonlardaki kolin-O-sülfat ile β-alanin betain ilişkisi.

Sonuç olarak; taksonların klorofil miktarı ile taksonların Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> konsantrasyonları negatif ilişkili olup; bu sonuç klorofil miktarının bitkideki Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> artışından olumsuz yönde etkilendiğini göstermektedir. Taksonların Mg<sup>+2</sup>, Ca<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup> ve fruktoz miktarlarının da artan Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> konsantrasyonlarından olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Na<sup>+</sup> ile glisinbetain (r:0,6572) arasında gözlenen pozitif yönde kuvvetli ilişki bitkideki Na<sup>+</sup> artışıyla glisinbetainin arttığını göstermektedir. Prolin ile glisinbetainin (r:-0,3626) negatif yönde; K<sup>+</sup>'un (r:0,4241) ise pozitif yönde ilişkili bulunmuştur. Kolin-O-sülfat miktarı ile de β-alaninbetain (r:0,9779) miktarının pozitif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar daha sonraki bölümde bahsedildiği gibi bitkilerin tuza tolerans mekanizmalarında tercihlerinin inorganik iyon, prolin veya GB yönünde olup olmadığı konusundaki bulgularımızı da desteklemektedir.

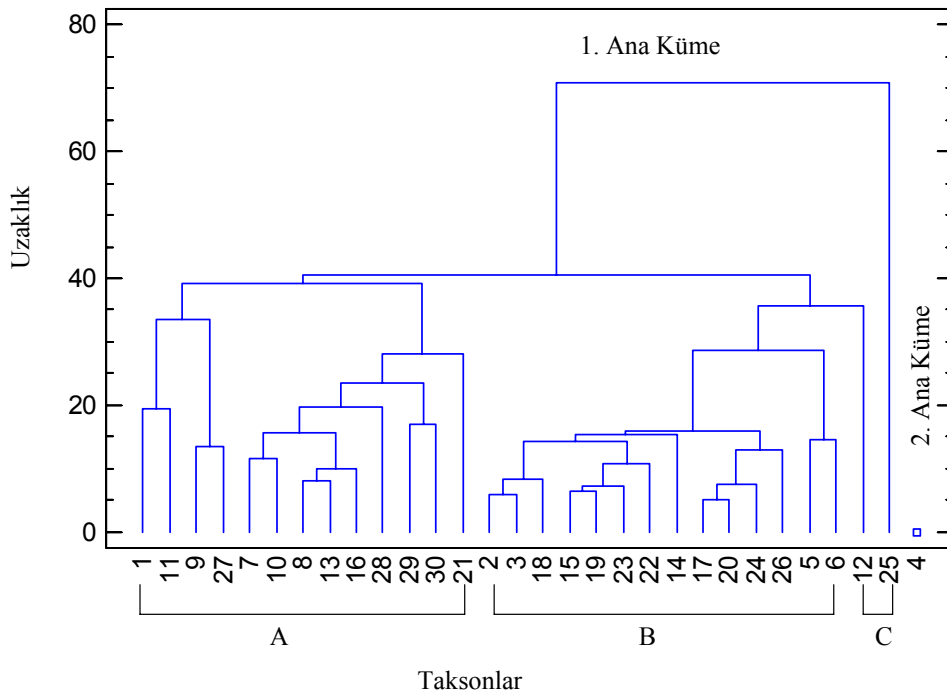
Çizelge 4.22. Taksonlara ait belirlenen özelliklerin birbiri arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları

	klorofil a	klorofil b	klorofil a:b	Toplam Klorofil	Prolin	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>+2</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	Glukoz	Fruktoz	GB	COS	cho	βAB	
klorofil a																					
klorofil b	0,6095																				
klorofil a:b		-0,3637																			
Toplam Klorofil	0,8956	0,8981																			
Prolin																					
Na <sup>+</sup>	-0,2779																				
Cl <sup>-</sup>	-0,4670			-0,3735		0,6697															
K <sup>+</sup>			0,2935		0,4241																
Mg <sup>+2</sup>						-0,2825															
Ca <sup>+2</sup>						-0,2735															
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	-0,3072					0,9069	0,5260	-0,3460		-0,2797											
K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	0,4626			0,3861		-0,7772	-0,6015	0,4283			-0,8835										
Na <sup>+</sup> /Ca <sup>+2</sup>		0,3807		0,2567		0,5811				-0,2843	0,5634	-0,2849									
Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	-0,4339	-0,2731		-0,3930		0,6810	0,8365				0,5896	-0,6406									
Glukoz					0,2906						-0,3196	0,2951	-0,2871								
Fruktoz						-0,3629	-0,2505				-0,3990	0,4026	-0,2760		0,3902						
GB		0,2704			-0,3626	0,6572				-0,2621	0,6340	-0,3027	0,8175								
COS																					
Cho	0,2752		0,6386					0,4683			-0,2873	0,3613									
βAB										-0,2808		-0,2620							0,9779		

#### 4.2.4. Taksonlara ait verilerin kümeleme (cluster) ve faktör analizi sonuçları

Taksonlarda incelenen özelliklerle ilgili verilere kümeleme (cluster) analizi yapılarak taksonlar ortak özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Kümeleme analizi sonucunda oluşturulan küme, grup ve alt gruplara ait taksonlar, dendogram (Şekil 4.45.) ve tablo (Çizelge 4.23.) halinde verilmiştir.

Kümeleme analizi sonucunda (Şekil 4.45.), 30 bitki taksonu 2 ana kümeye (cluster) ait oldukça fazla alt grupta kümelendiği görülmüştür. Taksonlardan 29'u (% 96,67) 1. ana kümeye (Cluster 1), yalnız 1 tanesi (% 3,33) ise 2. ana kümeye (Cluster 2) dahil olmuştur.



Şekil 4.45. 30 bitki taksonunun kümeleme analizlerine ait dendogram.

Çizelge 4.23. Kümeleme analizi sonucu oluşturulan grup ve alt gruplara ait taksonlar.

1. ana küme (Cluster 1)						2. ana küme (Cluster 2)	
Grup A		Grup B				Grup C	
Alt grup 1		Alt grup 2		Alt grup 1		Alt grup 2	
Alt grup 1.1	Alt grup 1.2	Alt grup 1.1	Alt grup 1.2	Alt grup 1.1	Alt grup 1.2	Alt grup 1.1	Alt grup 1.2
1. <i>Lepidium caespitosum</i>	9. <i>Sphaerophysa kotschyana</i>	7. <i>Hypericum salsugineum</i>	2. <i>Gypsophila ob lanceolata</i>	17. <i>Senecio salsuginea</i>	5. <i>Salsola stenoptera</i>	12. <i>Achillea sieheana</i>	4. <i>Kalidiopsis wagenitzii</i>
11. <i>Anthemis fumariifolia</i>	27. <i>Asparagus lycaonicus</i>	10. <i>Ferula halophila</i>	3. <i>Silene salsuginea</i>	20. <i>Taraxacum mirabile</i>	6. <i>Petrosimonia nigdeensis</i>	25. <i>Limonium iconicum</i>	
		8. <i>Astragalus ovalis</i>	18. <i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	24. <i>Limonium anatolicum</i>			
		13. <i>Onopordum davisii</i>	15. <i>Scorzonera hieraciifolia</i>	26. <i>Limonium lilacinum</i>			
		16. <i>Centaurea tuzgoluensis</i>	19. <i>Taraxacum farinosum</i>				
		28. <i>Allium vuralii</i>	23. <i>Salvia halophila</i>				
		29. <i>Gladiolus halophilus</i>	22. <i>Verbascum pyroliforme</i>				
		30. <i>Puccinellia bulbosa</i> ssp. caesarea	14. <i>Cirsium alatum</i> ssp. pseudocreticum				
		21. <i>Onosma halophilum</i>					

Bunlardan 1. ana küme 3 grup ve her bir grupta kendi içinde alt gruplara ayrılmıştır (Çizelge 4.23.). Grup ve alt grupların hangi ortak özellikleri taşıdığı ise faktör analizi ile belirlenmiştir. Faktör analizi tablolarında  $p > 0.25$  olan ve istatistiksel olarak önemli kabul edilen katsayılar verilmiştir (Çizelge 4.24.). Faktör analizi sonuçlarına göre her faktörden en çok ve benzer olarak etkilenen taksonlar belirlenerek gruplandırılmıştır (Çizelge 4.25.). Buna göre de 5 faktör belirlenmiştir. Faktör analizi incelenen özelliklerin taksonlardaki benzerlik ve farklılıklarının % 78,386'sını açıklamaktadır. İncelenen taksonların 24'ü özellikleri bakımından bu 5 faktör grubu içinde yer alırken; *Gypsophila ob lanceolata*, *Silene salsuginea*, *Astragalus ovalis*, *Taraxacum tuzgoluensis*, *Taraxacum mirabile* ve *Verbascum pyroliforme* taksonlarının bu faktör gruplarından herhangi birine dahil olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.24. Taksonların incelenen özelliklerinin faktör analizi sonuçları.

	<i>Factor 1</i>	<i>Factor 2</i>	<i>Factor 3</i>	<i>Factor 4</i>	<i>Factor 5</i>
Toplam Klorofil		0,781385			
Na <sup>+</sup>	0,935819	-0,277576			
Cl <sup>-</sup>	0,726736	-0,382408			0,375663
K <sup>+</sup>			-0,397132	0,473067	0,502503
Mg <sup>+2</sup>	-0,283633	0,329079	-0,378265	-0,335011	
Ca <sup>+2</sup>	-0,368559		-0,496676		
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	0,840621	-0,38067			
K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	-0,630638	0,65991	-0,267412		
Na <sup>+</sup> /Ca <sup>+2</sup>	0,859751				-0,318636
Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	0,808781	-0,280722			0,317821
Prolin					0,77848
Glukoz		0,716777			0,512518
Fruktoz		0,815431			
GB	0,835271				-0,439306
COS			0,919259		
Cho	-0,267115			0,803914	
βAB			0,954971		
<b>Varyansın yüzdesi</b>	<b>35,590</b>	<b>13,983</b>	<b>12,255</b>	<b>9,350</b>	<b>7,207</b>

Çizelge 4.25. Faktör grupları ve bu faktörlerden etkilenen taksonlar.

	<b>Takson Adı</b>	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>	<b>Factor 5</b>
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	1,31076			0,28336	3,06141
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>					
3	<i>Silene salsuginea</i>					
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	4,02311	1,20675		0,544925	
5	<i>Salsola stenoptera</i>	1,66436				
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	1,47511				
7	<i>Hypericum salsugineum</i>		1,01876	0,375885		
8	<i>Astragalus ovalis</i>					
9	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>				3,22946	
10	<i>Ferula halophila</i>		1,01894		0,882487	
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>		0,856024	0,567622	0,360015	2,0211
12	<i>Achillea sieheana</i>			0,905193		
13	<i>Onopordum davisii</i>					0,766477
14	<i>Cirsium alatum</i> ssp. <i>pseudocreticum</i>				1,07183	
15	<i>Scorzonera hieraciiifolia</i>					0,867276
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>		0,715961			
17	<i>Senecio salsuginea</i>					0,368637
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>					
19	<i>Taraxacum farinosum</i>					1,09751
20	<i>Taraxacum mirabile</i>					
21	<i>Onosma halophilum</i>		1,11033		0,497569	
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>					
23	<i>Salvia halophila</i>					1,15053
24	<i>Limonium anatolicum</i>			0,287219		
25	<i>Limonium iconicum</i>			4,41355	0,476447	
26	<i>Limonium lilacinum</i>			1,84222		
27	<i>Asparagus lycanicus</i>				2,74021	1,03881
28	<i>Allium vuralii</i>		1,34229			
29	<i>Gladiolus halophilus</i>		1,93935	0,338845		
30	<i>Puccinellia bulbosa</i> ssp. <i>caesarea</i>		2,14397			0,701481



Kümeleme ve faktör analiz sonuçları ortak olarak değerlendirildiğinde;

Kümeleme analizlerinde, *Kalidiopsis wagenitzii* 2. ana kümeyi tek başına temsil eden taksondur. *Salsola stenoptera* ve *Petrosimonia nigdeensis* ise 1. ana kümenin B grubunda yer alan 2. alt gruba dahil olmuştur (Çizelge 4.23.). Chenopodiaceae familyasına dahil olan bu üç takson bünyesinde yüksek  $\text{Na}^+$  ve glisinbetain miktarlarıyla diğer taksonlardan ayrılmıştır. Faktör analizinde, 1. faktör toplam varyansın % 35,59'unu gösteren en belirgin gruptur. Bu faktörde faktör yükleri yüksek olan değişkenler bitkideki  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Cl}^-/\text{Toplam katyon}$ , glisinbetain,  $\text{K}^+/(K^++Na^+)$  (-),  $\text{Mg}^{+2}$  (-),  $\text{Ca}^{+2}$  (-), kolin (-)'dir (Çizelge 4.24.). Faktör puanlarına bakılarak bu faktörden en çok ve benzer olarak etkilenen taksonların da *Kalidiopsis wagenitzii*, *Salsola stenoptera* ve *Petrosimonia nigdeensis* olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25.).

Toplam varyansın % 13,983'ünü açıklayan 2. faktör; glukoz, fruktoz, toplam klorofil,  $\text{K}^+/(K^++Na^+)$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$  (-),  $\text{Cl}^-$  (-),  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  (-),  $\text{Cl}^-/\text{Toplam katyon}$  (-) ile ilgili değişimleri içeren faktördür (Çizelge 4.24.). Bu değişimlerden en çok ve benzer şekilde etkilenen taksonlar ise *Puccinellia bulbosa* ssp. *caesarea*, *Gladiolus halophilus*, *Allium vuralii*, *Onosma halophilum*, *Ferula halophila*, *Hypericum salsugineum* ve *Centaurea tuzgoluensis* olmuştur (Çizelge 4.25.). Aynı zamanda bu taksonların, kümeleme analizinde 1. ana kümenin A grubunda yer alan 2. alt gruba dahil olduğu belirlenmiştir. Faktör ve kümeleme analizi sonuçlarına göre çalışma sırasında toplanan dört monokotiledon taksondan 3'ü ve ayrıca en az Na, Cl'a sahip olan *Hypericum salsugineum* taksonu aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.23.).

Üçüncü faktör toplam varyansın % 12,255'ini gösteren gruptur. Bu faktör bitkideki  $\beta$ -alaninbetain, kolin-O-sülfat,  $\text{Ca}^{+2}$  (-),  $\text{K}^+$  (-),  $\text{Mg}^{+2}$  (-) ve  $\text{K}^+/(K^++Na^+)$  (-) ile ilgili değişkenleri içermektedir (Çizelge 4.24.). Bu faktörden en çok ve benzer olarak etkilenen taksonların *Limonium iconicum*, *Limonium lilacinum*, *Limonium anatolicum* ve *Achillea sieheana* olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25.). Kümeleme analizinde bu taksonlardan *Limonium iconicum* ve *Limonium lilacinum* 1. ana kümenin B grubunun alt grubunda (Alt grup 1.2.); *Limonium anatolicum* ve *Achillea*

*sieheana* ise 1. ana kümenin C grubunda yer almaktadır (Çizelge 4.23.). Kümeleme analizinde iki farklı grupta yer almalarına rağmen; yüksek düzeyde  $\beta$ -alaninbetain ve kolin-O-sülfat içermeler bu dört taksonunda öne çıkan özelliğidir.

Toplam varyansın % 9,350'sini açıklayan 4. faktör; klorofil a/b, kolin,  $K^+$ ,  $Mg^{+2}$  (-) ile ilgili değişimleri içermektedir (Çizelge 4.24.). Bu değişimlerden en çok ve benzer şekilde etkilenen taksonlar ise *Sphaerophysa kotschyana*, *Cirsium alatum* ssp. *pseudocreticum* ve *Asparagus lycaonicus* olmuştur (Çizelge 4.25.). Kümeleme analizinde bu üç taksondan *Cirsium alatum* ssp. *pseudocreticum* 1. ana kümenin B grubunun alt grubunda (Alt grup 1.1.), diğer iki takson ise A grubunun alt grubunda (Alt grup 1.2.) yer almaktadır (Çizelge 4.23.).

Toplam varyansın % 7,207'ini gösteren 5. faktör prolin, glukoz,  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $Cl^-/Toplam$  kation, glisinbetain (-) ve  $Na^+/Ca^{+2}$  (-) ilgili değişimleri içermektedir (Çizelge 4.24.). Bu faktörden en çok ve benzer olarak etkilenen taksonların *Lepidium caespitosum*, *Anthemis fumariifolia*, *Salvia halophila*, *Taraxacum farinosum*, *Scorzonera hieracifolia*, *Onopordum davisii* ve *Senecio salsuginea* olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25.). Kümeleme analizinde *Lepidium caespitosum*, *Anthemis fumariifolia* (Alt grup 1.1.) ve *Onopordum davisii* (Alt grup 2) taksonları 1. ana kümenin A grubunda; *Salvia halophila*, *Taraxacum farinosum*, *Scorzonera hieracifolia* (Alt grup 1.1.) ve *Senecio salsuginea* (Alt grup 1.2.) taksonları ise B grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.23.). Bu taksonlardan özellikle *Lepidium caespitosum* en yüksek  $K^+$  ve prolin miktarına, en düşük glisinbetain miktarına sahip olmasıyla öne çıkmaktadır.

*Gypsophila ob lanceolata*, *Silene salsuginea*, *Astragalus ovalis*, *Taraxacum tuzgoluensis*, *Taraxacum mirabile* ve *Verbascum pyroliforme* taksonlarının kümeleme analizinde 1. ana kümede yer alan farklı alt gruplara dahil olduğu görülmektedir (Çizelge 4.23.). *Astragalus ovalis* taksonu A grubunda (Alt grup 2), *Gypsophila ob lanceolata*, *Silene salsuginea*, *Taraxacum tuzgoluensis*, *Verbascum pyroliforme* (Alt grup 1.1.) ve *Taraxacum mirabile* taksonları da B grubunda yer almaktadır. Bu taksonların kümelemede dahil olduğu diğer taksonlardan farklı olarak

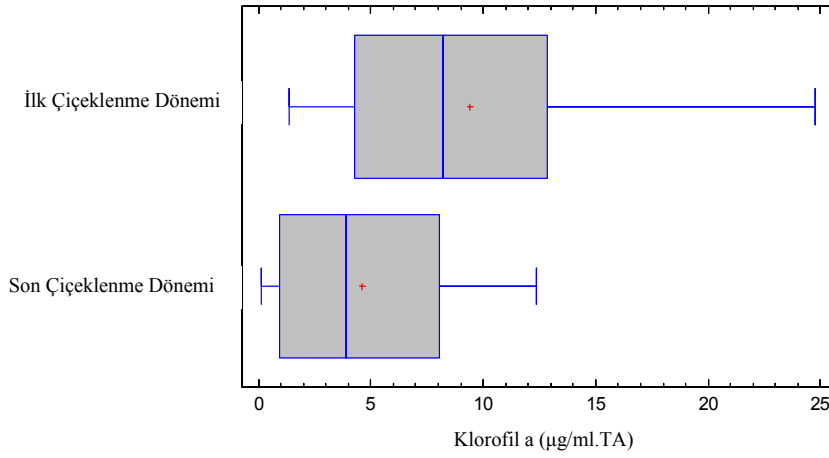
yukarıda bahsedilen 5 faktör grubunun herhangi birinde yer almaması muhtemelen bu taksonların bu çalışmada incelenmeyen başka özelliklerine işaret etmektedir.

#### 4.2.5. Bitkisel özelliklerin bazı taksonlardaki mevsimsel değişimleri

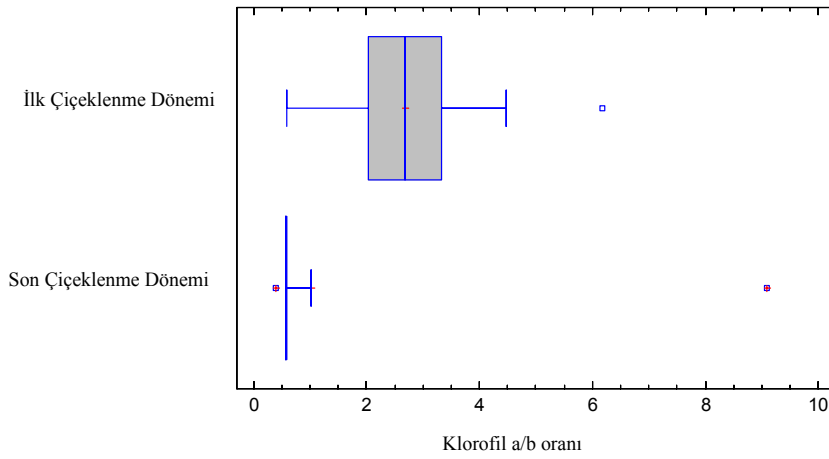
Buraya kadar 30 takson ilk çiçeklendiği vejetatif dönemlerinde toplanarak aynı vejetatif dönemdeki yani çiçeklenme dönemindeki verileri değerlendirilmiştir. Bu bölümde ise, 30 taksondan çiçeklenme dönemi uzun olan 13 taksonda ilk çiçeklenme (İÇ) ve son çiçeklenme (SÇ) dönemlerinde örnekler toplanılarak; taksonlara ait özelliklerin mevsime bağlı olarak değişimleri incelenmiştir.

Mevsimsel farklılığın değerlendirildiği taksonlar; *Gypsophila oblancoolata*, *Hypericum salsugineum*, *Limonium anatolicum*, *Limonium iconicum*, *Limonium lilacinum*, *Onopordum davisii*, *Onosma halophilum*, *Petrosimonia nigdeensis*, *Salvia halophila*, *Scorzonera hieraciifolia*, *Silene salsuginea*, *Taraxacum farinosum* ve *Verbascum pyroliforme*'dir. Bu taksonların ilk çiçeklenme dönemleri ilkbahar-yaz, son çiçeklenme dönemleri ise sonbahara rastlamaktadır. Bu da bize örneklerde mevsimsel değişikliği yorumlayabilme imkanı vermiştir. Yapılan bu değerlendirmelerin sonuçları EK-2 Çizelge 2.6'da verilmiştir.

13 farklı taksonun klorofil a miktarı ile klorofil a/b oranına ait Box-and-Whisker grafikleri incelendiğinde, klorofil a miktarı ile klorofil a/b oranının ilk çiçeklenme dönemi olan ilkbahar-yaz döneminde daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.46. ve Şekil 4.47.). EK-2 Çizelge 2.6'da da görüldüğü gibi, klorofil a miktarı ile klorofil a/b oranındaki mevsimsel değişim önemli ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur. Buna karşın, klorofil b ve toplam klorofil miktarındaki mevsimsel değişim ise önemsizdir.

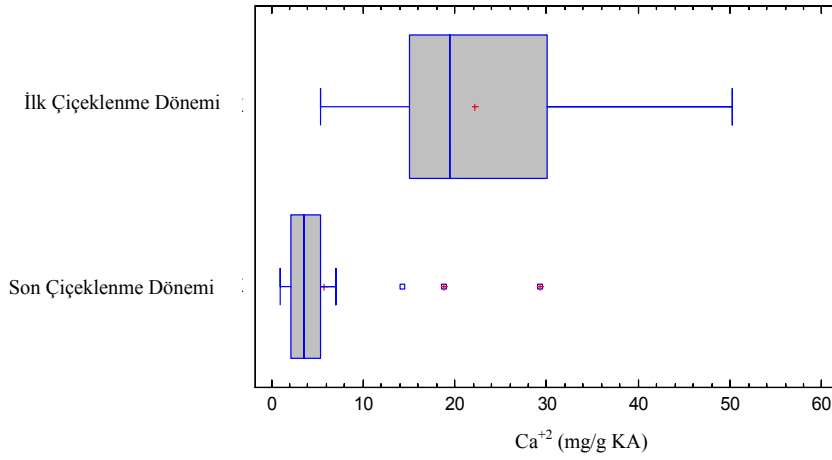


Şekil 4.46. Klorofil a miktarlarının mevsimsel değişimi.

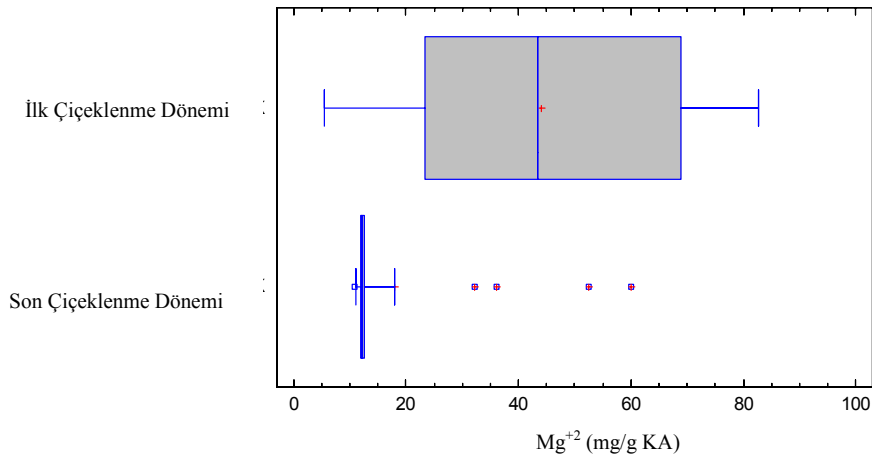


Şekil 4.47. Klorofil a/b oranlarının mevsimsel değişimi.

Mevsimsel farklılığın incelendiği taksonlarda,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$  miktarlarındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmazken;  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  miktarlarındaki değişimin önemli ( $p < 0,05$ ) olduğu belirlenmiştir (EK-2 Çizelge 2.6). Bu taksonların ilkbahar yaz döneminde  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  miktarlarının daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.48. ve Şekil 4.49.).

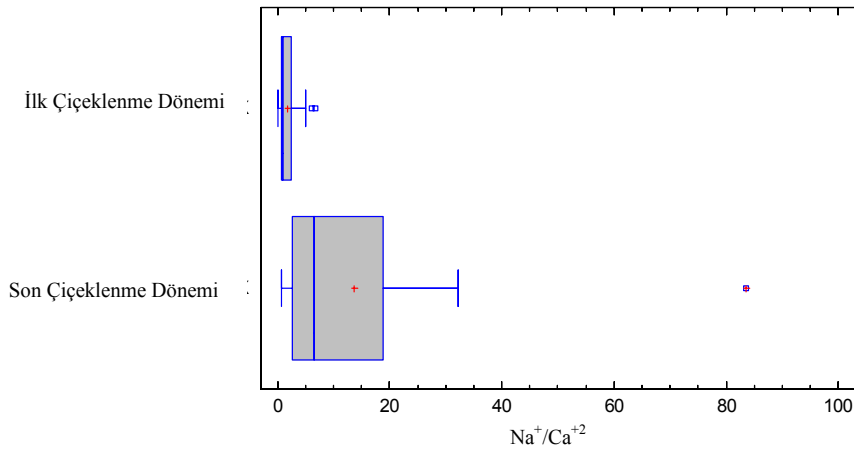


Şekil 4.48. Kalsiyum miktarlarının mevsimsel değişimi.

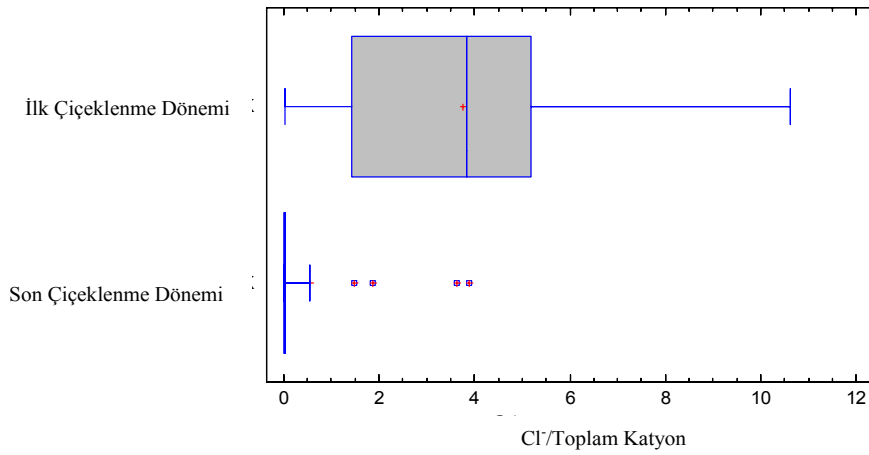


Şekil 4.49. Magnezyum miktarlarının mevsimsel değişimi.

İnorganik iyon konsantrasyonlarına bağlı olarak belirlenen  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ve  $\text{K}^+ / (\text{K}^+ + \text{Na}^+)$  oranlarının önemsiz;  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Cl}^-/\text{Toplam katyon}$  oranlarının ise önemli ( $p < 0,05$ ) olduğu tesbit edilmiştir (EK-2 Çizelge 2.6). Bu oranlara ait Box-and-Whisker grafikleri incelendiğinde,  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$  oranının sonbahar döneminde daha yüksek (Şekil 4.50.),  $\text{Cl}^-/\text{Toplam katyon}$  oranının ise son çiçeklenme döneminde daha düşük (Şekil 4.51.) olduğu görülmektedir.

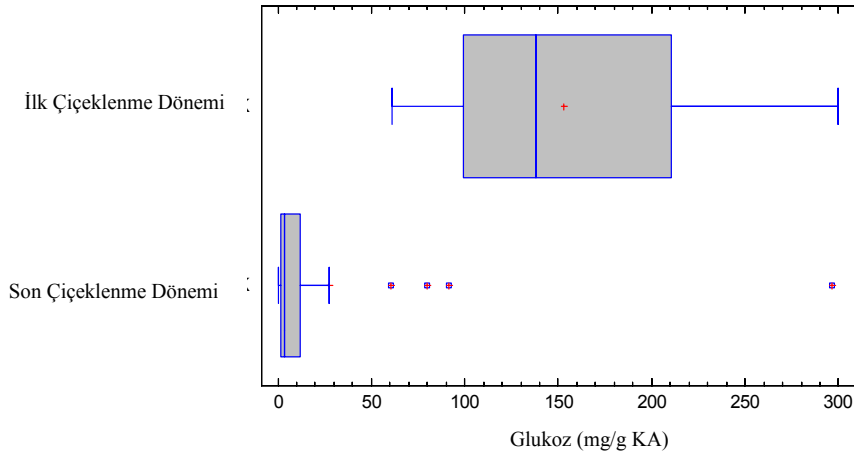


Şekil 4.50. Na<sup>+</sup>/Ca<sup>+2</sup> oranlarının mevsimsel değişimi.

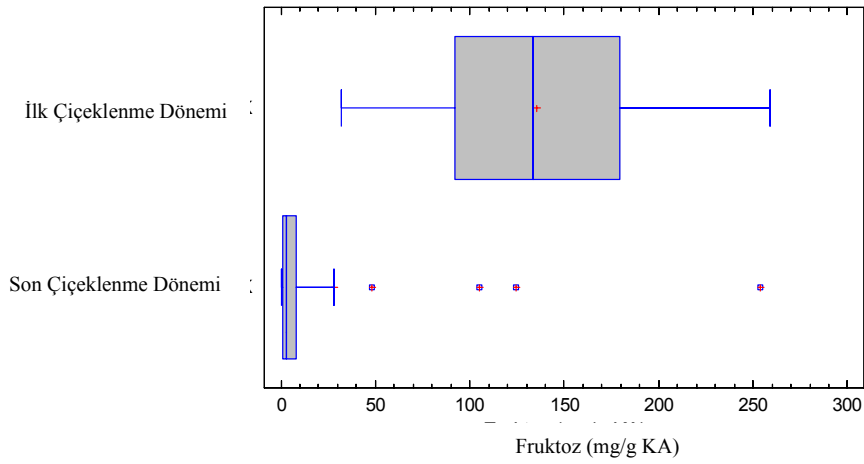


Şekil 4.51. Cl-/Toplam katyon oranlarının mevsimsel değişimi.

Taksonların organik bileşik miktarlarında ortaya çıkan mevsimsel değişim incelendiğinde; prolin ve kuarterner amonyum bileşiklerindeki değişiminin önemsiz olduğu görülmektedir (EK-2 Çizelge 2.6). Glukoz ve fruktoz miktarlarında mevsime bağlı değişim önemli ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur. Sonbahara göre ilkbahar-yaz döneminde glukoz ve fruktoz miktarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.52. ve Şekil 4.53.).



Şekil 4.52. Glukoz miktarlarının mevsimsel değişimi.



Şekil 4.53. Fruktöz miktarlarının mevsimsel değişimi.

Sonuç olarak; analizi yapılan taksonların özelliklerinin mevsime bağlı olarak değişiklik gösterdiği, bu değişimin bazı parametreler (klorofil a, klorofil a/b,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Na^{+}/Ca^{+2}$ ,  $Cl^{-}$ /Toplam katyon, glukoz ve fruktoz) için önemli ( $p < 0,05$ ) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.31). İlkbaharda daha yüksek olan klorofil a, klorofil a/b,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Cl^{-}$ /Toplam katyon, glukoz ve fruktoz miktarlarının sonbaharda azaldığı  $Na^{+}/Ca^{+2}$  oranının ise arttığı görülmüştür.  $Na^{+}$ ,  $Cl^{-}$ ,  $K^{+}$ , prolin, GB, COS, cho,  $\beta$ -AB miktarlarındaki mevsimsel değişim önemsiz olmakla birlikte; bu maddelerden  $Na^{+}$ ,  $Cl^{-}$ , prolin ve GB'in miktarı sonbaharda artarken, K, COS, cho ve  $\beta$ -AB miktarları ise azalmıştır.

## 5. 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 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]. Tuzluluk sorunu olan toprakların kullanılmasında mümkün olan alternatiflerden birisi, tuza dayanıklı ve aynı zamanda ekonomik ürün verebilen bitki türlerinin belirlenerek bu alanlarda yetiştirilmesini sağlamaktır [Ashraf ve ark., 1986]. Ancak tuzluluğa karşı bitkinin ortaya koyduğu dayanıklılık mekanizması henüz tam olarak anlaşılmış değildir [Babourina ve ark., 2002]. Glikofit bitkilerin tuz toleransının geliştirilmesinde halofit bitkilerin genetik özelliklerinin ve ilgili olarak tuzluluğa karşı geliştirdikleri adaptasyon mekanizmalarının anlaşılması önemlidir.

Bu çalışmada sahip olduğu tuz rezervi, biyolojik çeşitlilik ve Önemli Bitki Alanları (ÖBA) gibi değerleri açısından ülkemiz için önemli bir doğal kaynak olan Tuz Gölü çevresinde yetişen farklı familyalara ait 30 endemik halofit bitki taksonunun tuza uyum mekanizmaları araştırılmıştır. Bu amaçla, fotosentetik pigmentlerin (klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil), inorganik iyonların ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$ ) ve organik bileşiklerin (glukoz, fruktoz, prolin, glisinbetain, kolin-O-sülfat, kolin ve  $\beta$ -alaninbetain) miktarlarındaki değişimler bakımından takson ve familyalar arasındaki farklılıklar, mevsimsel farklılıklar incelenmiş ve bunların toprağın % su, pH, EC, çözünebilir anyon ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ) ve katyon ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ) miktarlarındaki değişimler ile ilişkileri belirlenmiştir.

Tuğ (2006) yıllık yağış miktarının, aylar ve mevsimler içindeki dağılış şeklinin yağış rejimi tiplerini belirlediğini bildirmektedir. Araştırmacı ayrıca, yaptığı çalışmada buharlaşma ve nispi nem arasında ters orantı bulunduğunu ve yaz mevsiminde İç Anadolu bölgesinde nispi nemin düşük olmasının vejetasyon üzerinde negatif bir etkisi olduğunu bildirmiştir.



Çalışmamızın yapıldığı dönemde, en yüksek aylık ortalama sıcaklığın Temmuz 2008, en düşük aylık ortalama sıcaklığın ise Ekim 2008’de olduğu; % 33,5-% 73,5 arasında değişen aylık ortalama nisbi nem değerlerinin; en düşük Eylül 2007 tarihinde, en yüksek ise Ekim 2008 tarihinde olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3). Çizelge 4.2.’de yer alan yıllık iklim değerleri incelendiğinde de; ortalama nisbi nem miktarının genel olarak 2007 yılında daha düşük olduğu görülmektedir.

Aylık toplam yağış miktarları yıl, ay ve istasyonlara bağlı olarak birbirinden farklılık göstermektedir (Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.3.). Genel olarak; yağış miktarının en yüksek Mayıs 2008’de en düşük Temmuz 2008 tarihinde olduğu söylenebilir. Yağış miktarı 2007 yılında ortalama 23,39 mm, 2008 yılında 21,91 mm olarak bulunmuştur. Bütün istasyonlarda en fazla yağışın ilkbaharda en düşük yağışın ise yaz mevsiminde olması Tuğ (2006)’nın çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Nitekim Tuğ (2006) “Tuz Gölü Çevresi Halofitik Vejetasyonda Zonlaşmaya Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi” adlı Aksaray, Cihanbeyli, Kulu ve Şereflikoçhisar olmak üzere 4 istasyonda yürüttüğü çalışma sonucunda bütün istasyonlarda en fazla yağışın ilkbaharda en düşük yağışın ise yaz mevsiminde görüldüğünü ve bütün istasyonlarda doğu Akdeniz yağış rejiminin olduğunu belirtmiştir.

Şereflikoçhisar (1.) istasyonunun Mayıs 2008’de en düşük olan su miktarının (%) sonbaharda arttığı görülmüştür (Çizelge 4.4.). Toprağın hafif alkali olduğu belirlenmiş, tuzlulukla yakından ilişkili olan elektiriksel iletkenlik (EC) mevsime bağlı olarak artmıştır. Çünkü ilkbahar-yaz döneminde toprak örnekleri Tüzüner (1990)’e göre tuzsuz ve az tuzlu skalasında yer alırken, sonbahar döneminde aşırı tuzlu hale gelmiştir. Şereflikoçhisar istasyonu göl kıyısında yer almaktadır ve yağışların azaldığı, sıcaklığın arttığı yaz sonu ve sonbahar döneminde göl suları kurumakta ve toprak yüzeyinde tuz tabakaları oluşmaktadır. Bu nedenle, diğer iki istasyona oranla bu istasyonun toprak EC değeri sonbahar döneminde daha yüksek bulunmuştur. Toprağın Na<sup>+</sup> iyon miktarı ile EC’nin mevsime bağlı değişikliği arasında paralellik bulunduğu, mevsime bağlı değişiklik gösteren Na<sup>+</sup> miktarı da

diğer iki istasyona oranla daha yüksektir. Toprağın tuz tipinin belirleyicilerinden biri olan  $Cl^-$  miktarının da sonbaharda arttığı görülmüştür. Topraktaki  $Cl^-$  miktarı bakımından bu istasyonun, Aksaray-Eskil (2.) ve Cihanbeyli-Gölyazı (3.) istasyonlarından önemli derecede farklı olması alanda klor tipi tuzluluğun hakim olmasını açıklamaktadır.

Aksaray-Eskil (2.) istasyonunda, toprakların diğer istasyonlar gibi hafif alkali olmakla birlikte, en yüksek pH değerlerine ve diğer iki istasyona göre en yüksek su miktarına (% 75) sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Tuzlu ve aşırı tuzlu grubunda olan istasyonun toprak EC değerlerinde mevsime bağlı önemli bir değişiklik görülmemiştir. İstasyonun göle kıyısı bulunmamaktadır. İstasyonun diğer iki istasyona oranla daha düşük toprak EC değeri göstermesi, su miktarının yüksek ve  $Na^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $HCO_3^-$  ve  $SO_4^{-2}$  değerlerinin de 1. ve 3. istasyonlardan daha düşük olması ile açıklanabilir.

Bolluk ve Tersakan göllerini de içine alan Cihanbeyli-Gölyazı (3.) istasyonunun toprak pH'nın sonbaharda azaldığı ve hafif alkali özellik gösteren istasyonun en düşük pH değerine sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.4.). Düşük pH'nın nedeni istasyonun yüksek  $HCO_3^-$  miktarı ile açıklanabilir. pH ile  $HCO_3^-$  arasında pozitif bir ilişki bulunması da bu bulguyu desteklemiştir. Toprağın pH değeri ve  $HCO_3^-$  arasındaki benzer ilişki Lianpeng ve arkadaşları (2007) tarafından da belirlenmiştir. Aşırı tuzlu grubuna dahil olan istasyonun en düşük  $Cl^-$  ve en yüksek  $SO_4^{-2}$  miktarı ile Şereflikoçhisar (1.) ve Aksaray-Eskil (2.) istasyonlarından önemli derecede farklı olduğu ve alanda sülfat tipi tuzluluğun hakim olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, çalışılan istasyonların toprak özellikleri birbirinden farklıdır. EC,  $Na^+$  ve  $Cl^-$  değerlerinin en yüksek olduğu 1. istasyonda (Şereflikoçhisar istasyonu) sodyum klorür tipi tuzluluğun baskın olduğu,  $SO_4^{-2}$  miktarının yüksek olduğu 3. istasyonda (Cihanbeyli-Gölyazı istasyonu) ise sodyum sülfat tipi tuzluluğun baskın olduğu belirlenmiştir. 2. istasyonda (Aksaray-Eskil istasyonu) ise hem sodyum klorür hemde sodyum sülfat tipi tuzluluk görülmüştür. Toprak özelliklerinin mevsimsel olarak değişimleri karşılaştırıldığında,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{-2}$  miktarları ve toprağın

EC değerinin ilkbahar-yaz (IY) döneminde düşükken, yıllık yağış miktarının düştüğü yaz sonu ve sonbahar (S) döneminde artmıştır. Benzer olarak Callaway ve arkadaşları (1998) da Akdeniz ikliminin görüldüğü yerlerde yağış rejiminin etkisiyle tuzluluğun mevsimsel olarak değiştiğini; ayrıca aynı bölgede kıyıda ve kıyıdan uzaklaşıldıkça farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da istasyonların toprak özelliklerinin mevsime bağlı olarak farklılık gösterdiği ve Tuz Gölü'ne uzaklıklarına bağlı olarak istasyonların tuzluluğunun ve tuz tipinin değiştiği belirlenmiştir. Rogel ve arkadaşları (1997)'nin yaptığı çalışmada tuzlu bataklıklarda vejetasyonun dağılımını etkileyen edafik faktörlerden birinin de toprağın tuz konsantrasyonu olduğu; bu değerin bölgedeki tuz kaynaklarına bağlı olarak değiştiği; tuz tipindeki baskınlığın her bir iyonun etkisine bağlı olarak, toksisite ihtimali ve bitkilerdeki besin dengesizliğine neden olabileceği bildirilmiştir. Ayrıca, yüzey toprağının tuzluluğunun kurak mevsimlerde arttığını, yağmurlu mevsimlerde ise azaldığını; Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> ve Mg<sup>+2</sup>'daki mevsimsel değişimin EC değişimiyle paralel olduğunu; yağmurlu zamanlarda Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup>'un miktarlarının azaldığını ortaya koymuşlardır. Benzer sonuçlar Alvarez ve arkadaşları (2000) tarafından da bulunmuştur. Araştırıcılar, tuzun en derin toprak horizonlarına kadar yıkandığı yağışlı dönemler ve tuzun yüzey horizonlarında kaldığı kurak dönemler arasında hem tuz miktarı hem de tuz tipi bakımından önemli mevsimsel değişiklikler görülebileceğini; yer ve zamana göre değişen nem ve tuz (konsantrasyon ve tip olarak) seviyelerinin tuzlu bataklıklarda en azından yarı-kurak Akdeniz ikliminde, yetişen türlerin habitatlarında farklılık oluşturabileceğini bildirmişlerdir.

Toprağın elektriksel iletkenliği, pH'sı ile anyon ve katyon konsantrasyonlarının bu alanlardaki halofit bitkilerin tür çeşitliliği üzerinde etkili olan başlıca faktörler olduğu bildirilmektedir [Pennings ve Callaway, 1992]. Asri ve Ghorbanli (1997)'de tuzlu bataklıklarda toprak koşullarının bitki dağılımı üzerinde çok önemli rol oynadığını, toprağın Na<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> yoğunluklarının vejetasyonun zonlaşması üzerindeki muhtemel en önemli faktörler olduklarını ne sürmüşlerdir.

Anadolu'nun iç kısımlarındaki önemli karasal tuzculların çoğu Konya kapalı havzasında oluşmuştur. Tr eşitliliği açısından, Tuz Gölü'nün güney yatakları

birçok tuzlu bölgelere göre göreceli olarak çok zengindir. Tuzlu topraklardaki endemik türlerimizin çoğu bu alandadır. Bu da, alanı Türkiye'nin önemli endemik merkezlerinden biri haline getirir. Çalışmamızda alandan Eylül 2007-Ekim 2008 yılları arasında 30 endemik halofitik bitki taksonu aynı gelişme döneminde (çiçeklenme dönemi) toplanmıştır. Toplanan taksonlar 14 farklı familyadan olup, dikotiledonlara ait 11 familyadan 26 takson [Brassicaceae (1), Caryophyllaceae (2), Chenopodiaceae (3), Hypericaceae (1), Leguminosae (2), Umbelliferae (1), Compositae (10), Boraginaceae (1), Scrophulariaceae (1), Labiatae (1), Plumbaginaceae (3)], monokotiledonlara ait 3 familyadan 4 takson [Liliaceae (2), Iridaceae (1), Gramineae (1)] toplanmıştır.

*Anthemis fumariifolia* ve *Limonium lilacinum* taksonları yalnızca Şereflikoçhisar (1.) istasyonundan; *Kalidiopsis wagenitzii*, *Hypericum salsugineum*, *Cirsium alatum* ssp. *pseudocreticum*, *Senecio salsuginea*, *Taraxacum tuzgoluensis*, *Taraxacum mirabile*, *Gladiolus halophilus* ve *Puccinellia bulbosa* ssp. *caesarea* taksonları yalnızca Aksaray-Eskil (2.) istasyonundan; *Petrosimonia nigdeensis*, *Sphaerophysa kotschyana*, *Ferula halophila*, *Achillea sieheana*, *Taraxacum farinosum* ve *Asparagus lycaonicus* taksonları yalnızca sülfat tuzluluğu hakim olan Cihanbeyli-Gölyazı (3.) istasyondan; *Salsola stenoptera* ve *Astragalus ovalis* taksonları 1. ve 3. istasyonlardan; *Gypsophila oblanceolata*, *Silene salsuginea*, *Onopordum davisii*, *Scorzonera hieraciifolia*, *Centaurea tuzgoluensis*, *Onosma halophilum*, *Verbascum pyroliforme*, *Salvia halophila* ve *Allium vuralii* taksonları 2. ve 3. istasyonlardan; *Lepidium caespitosum*, *Limonium anatolicum* ve *Limonium iconicum* taksonları ise her üç istasyondan da toplanabilmiştir (Çizelge 4.8.). Zaten tuzlu alanlarda bitki zonlaşmasında belirleyici faktörlerden birinin de tuz tipi olduğu Cantero ve arkadaşları (1998) tarafından da bildirilerek, halofitlerin yaşadığı alanlarda tür çeşitliliği üzerinde etkili olan başlıca faktörlerin; elektriksel iletkenlik, toprağın pH'ı ve topraktaki anyon ve katyon miktarları olduğu vurgulanmıştır.

Vural ve Yaprak (2008) bölgede genellikle yemek tuzunca (NaCl) veya kloridce zengin olan topraklarda geniş yayılış gösteren kozmopolit türlere rastlanmasına rağmen, yöresel olarak dar alanlarda görülen sulfatca (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) zengin topraklarda

değişik yöresel türlere de rastlandığı bildirilmektedir. Sülfatça zengin olduğunu belirlediğimiz 3. istasyonda yer alan Bolluk Gölü *Asparagus lycaonicus* türünün tek yaşama ortamıdır. Gölün kuzeyinde bulunan sodyum sülfat işletmesince üretilen sodadan kaynaklanan tozun bu tür için tehdit oluşturduğu çalışmamızda da gözlenmiştir. Ungar (1998) tarafından, tuzlu bataklıklarda bitki zonlaşmasının biyotik ve fiziksel faktörlerin sonucu olduğu kabul edilmiş olmasına rağmen bazı türlerin toprakta bulunan tuz tipinin biyoindikatörü olarak kullanılabilceğide bildirilmiştir. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'ün hakim olduğu bölgede *Asparagus lycaonicus*, *Petrosimonia nigdeensis*, *Sphaerophysa kotschyana*, *Ferula halophila*, *Achillea sieheana* ve *Taraxacum farinosum* taksonları yer alması bu taksonların bölge topraklarının özelliğini ortaya koyan biyoindikatörler olarak kullanılabilceğini göstermektedir.

Halofitler ve geniş ekolojik dağılıma sahip türlerin davranışları, farklı habitat koşullarına uyumlarının farklı mekanizmalarla sağlandığını göstermektedir. Tuzlu habitatlarda yaşayabilen halofitler; iyonları kabul etmeme, kökler tarafından iyon alınımının kontrolü ve yapraklara taşınması, hücresel ve tüm bitki düzeyinde iyonların belli bölgelerde tutulması, denge oluşturan çözünmüş maddelerin sentezi, fotosenteik yolda değişme, zar yapısında değişme, antioksidan enzimlerin ve bitki hormonlarının indüksiyonu gibi mekanizmalarla hayatlarını sürdürebilmektedirler [Iyengar ve Reddy, 1996, Parida ve Das, 2005]. Tuz Gölü çevresindeki tuzlu topraklarda yaşayabilen 30 farklı endemik takson ile yapılan bu çalışmada da incelenen özellikler bakımından taksonların birbirinden farklı oldukları belirlenmiştir.

Genellikle tuz stresine maruz kaldığında bitkilerde fotosentetik aktivite zayıflamaktadır [Seemann ve Critchley, 1985]. Bitkilerde stomatal iletkenlik, karbon artışı, fotokimyasal kapasite, net CO<sub>2</sub> assimilasyonu birbiriyle ilişkilidir [Lawlor, 2002]. Karbon fiksasyonunun biyokimyasal mekanizmalarında değişikliğe neden olan tuzluluk, CO<sub>2</sub> fiksasyonunun düşmesine neden olabilir. Fotosentetik parametrelerdeki değişiklik, bitkilerde tuz toleransını belirleyici bir metod olarak kullanılabilir. Çünkü daha tolerant çeşitlerde fotosentetik aktivitenin daha az etkilenmesi beklenen bir sonuçtur [Balasubramanian ve ark., 2004]. Tuzluluk, net

fotosentez oranını, transpirasyon oranını ve stomatal iletkenliği de azaltmaktadır. Yasseen ve Abu-Al-Basal (2010) Katar kıyılarında doğal olarak yetişen Chenopodiaceae familyasından 11 tür ile yaptığı çalışmada, klorofil miktarının bu bölgeden toplanan farklı familyalara ait diğer türlere oranla daha az olduğunu, bunun da klorofilaz enzim aktivitesindeki artışa bağlı olarak pigment biyosentezinin inhibisyonu ile ilişkili olabileceğini bildirmiştir. Ayrıca dokulardaki  $Cl^-$  birikimine bağlı olarak da fotosentetik pigment miktarlarında azalma gözlenmiştir [Yasseen ve Abu-Al-Basal, 2010].

Çalışmamızda sadece klorofil a değerleri yönünden taksonlar arasındaki farklılığın önemli ( $p < 0,05$ ) olduğu görülmüştür (EK-2 Çizelge 2.2). Ayrıca taksonlarda, klorofil miktarının  $K^+/(K^++Na^+)$  miktarı ile pozitif,  $Na^+$  ve  $Cl^-$  miktarları ile negatif ilişkili olduğu gösterilmiştir (Çizelge 4.22.). Klorofil a miktarı ile  $K^+/(K^++Na^+)$  arasında belirlenen pozitif ilişki, Baker (1991)'in da belirttiği gibi fotosentetik performansın yaprak dokularının  $K^+/(K^++Na^+)$  oranlarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. En yüksek klorofil a miktarına sahip olan taksonlarda aynı zamanda  $K^+/(K^++Na^+)$  oranının da yüksek olduğu görülmüştür.

Tuzlulukta, bitkiler tuz birikimi sonucu oluşan tuz toksisitesi ve ortamdaki düşük su potansiyelinin oluşturduğu osmotik stresle mücadele etmek zorundadır [Greenway ve Munns, 1980]. Tuzlulukla karşı karşıya kalan bitkilerin ya topraktan çeşitli iyonları alarak ya da organik bileşikler sentezleyerek osmotik uyum sağladıkları bildirilmiştir [Ashraf, 2004].

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 alınımasını ve turgor durumunu koruyup sürdürebilmek için halofitler su potansiyellerini toprak çözeltisinden daha düşük tutmaya ihtiyaç duyarlar. Eğer

bitki bunu inorganik iyonların birikimiyle başarır, ki topraktan iyonları kolayca alabilir, bu bir avantajdır [Flowers ve ark., 1977].

Çoğu halofitin, ortamından daha yüksek NaCl biriktirerek turgor durumlarını düzenlediği ve hücrelere alınan tuzların büyük miktarlarda vakuollerde biriktirilerek osmotik uyum sağlandığı belirtilmektedir. Bitki hücrelerinde tuzların bu şekilde bölmelenmesi, bitkinin hücre içindeki aşırı tuz birikimine karşı gösterdiği önemli bir adaptasyon mekanizması olarak düşünülmektedir [Storey ve Wyn Jones, 1977; Flowers ve Yeo, 1988; Cheeseman, 1988; Jacoby, 1994]. Ayrıca, halofitik türlerin, biriktirdikleri iyonlar ve tuz toleransı bakımından büyük farklılıklar gösterdiği de bildirilmiştir [Glenn ve O’Leary, 1984; Glenn ve ark., 1996]. Benzer olarak çalışmamızda da incelenen taksonların içerdiği  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  miktarları ve  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ,  $\text{K}^+/(K^++Na^+)$  oranları yönünden taksonlar arasında önemli farklar olduğu görülmüştür (EK-2 Çizelge 2.3)

Gerçek halofitler (Öhalofitler) daha düşük osmotik potansiyel için inorganik iyonları yüksek konsantrasyonlarda biriktirirler, böylece büyümelerini sağlamak için tuzlu topraktan su absorbe edebilirler. Halofitler bulunduğu bölgenin toprak su potansiyelinden daha düşük doku su potansiyeline sahip olma ve bunu ayarlayabilme yetenekleri ile karakterize edilir [Zhang ve ark., 1999; Zhu, 2001].

Bitkilerde tuzluluğun iyonik ve osmotik stres sinyalleri ile algılandığını bildiren görüşler bulunmaktadır. Buna göre, aşırı  $\text{Na}^+$ , ya transmembran proteinleri ile plazma zarlarının yüzeyinde, ya membran proteinleriyle hücre içinde, yada  $\text{Na}^+$ ’a duyarlı enzimlerle algılanmaktadır [Zhu, 2002]. Tuzlulukta, özel olmayan iyon kanalları boyunca  $\text{Na}^+$  girişi membran depolarizasyonuna sebep olmakta, bu da  $\text{Ca}^{+2}$  kanallarını aktive etmektedir [Sandres ve ark., 1999], ve böylece tuz stresi sinyalleri ile  $\text{Ca}^{+2}$  salınımı meydana gelmektedir.

Tuzlu koşullarda bitki büyümesinin sürdürülmesi ve metabolik mekanizmaların korunması, sitoplazmadaki  $\text{Na}^+$  seviyesinin düşük tutulmasına bağlıdır. Halofitlerin sitoplazmada  $\text{Na}^+$  birikiminden korunmak için 3 mekanizmadan en az 1’inden

faýdalandyđı ifade edilmektedir. Bunlar; hücreye  $\text{Na}^+$  girişini azaltmak, hücreden  $\text{Na}^+$  çıkışını aktive etmek, vakuolde  $\text{Na}^+$ 'un ayırımııı aktive etmek olarak sayılabilir. Genellikle, vakuol bitki hücrelerinde toksik  $\text{Na}^+$  iyonları için en geniş bölmedir. Bitkiler ayrıca sitoplazmanın osmotik ayarlanması ile iyon dengesizliğine de adapte olurlar. Yaprak sitoplazmasında  $\text{Na}^+$ 'un birikiminden kaçmak için kökler, yaprak dokularına tuz girişini en aza indirecek bazı görevler üstlenmişlerdir [Bialeski, 1982; Parks ve ark., 2002].

Osmotik düzenleme için organik çözeltilerin sentezlenmesinden ziyade özellikle  $\text{Na}^+$  gibi iyonların birikimi, tuzlu ve kurak alanlara adapte olmuş halofit türler için adaptasyonu sağlayan bir özellik olduğu bildirilmiştir [Song ve ark., 2006]. Tuzlulukta, bitki türlerine bağlı olarak apoplastik yolla kök ksileminde yada taşıyıcılar (seçici ve seçici olmayan) veya katyon kanallarıyla  $\text{Na}^+$ 'un miktarı artar.

Taksonlar arasında inorganik iyon birikimi bakımından farklılıklar olduğu görölmüştür. Elde edilen sonuçlara göre; *Hypericum salsugineum*'un en az miktarda  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ve  $\text{K}^+$ 'a; Chenopodiaceae familyasından toplanan taksonlar (*Kalidiopsis wagenitzii*, *Petrosimonia nigdeensis*, *Salsola stenoptera*) ile *Lepidium caespitosum*'un en yüksek miktarda  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ 'a; *Lepidium caespitosum*'un en yüksek miktarda  $\text{K}^+$ 'a sahip olan taksonlar olduğu belirlenmiştir. En yüksek  $\text{Na}^+$  içeren Chenopodiaceae familyası üyelerinde  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranı çok yüksek bulunurken, yine yüksek  $\text{Na}^+$  içeren ancak aynı zamanda yüksek miktarda  $\text{K}^+$ 'a sahip olan *Lepidium caespitosum* taksonunda bu oran 1'in üstünde ancak Chenopodiaceae üyelerine göre daha düşük (1,97) bulunmuştur. *Hypericum salsugineum* taksonu gibi en az miktarda  $\text{Na}^+$ 'a sahip olan monokotiledonlarda (*Allium vuralii*, *Asparagus lycaonicus*, *Gladiolus halophilus*, *Puccinellia bulbosa ssp. caesarea*)  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranı 1'in altındadır.

Araştırıcılar genellikle monokotillere ait cinslerin iyon seçiciliğinin yüksek  $\text{K}^+$  değerlerinden ziyade düşük  $\text{Na}^+$  birikimine bağlı olduğunu bildirmektedirler [Munns, 2002; Gulzar ve Khan, 2002]. Ayrıca, Poaceae gibi monokotiledon familyalarda görölen tuz bezlerinin de, tuz toleransı ile ilişkili olup bünyeye alınan  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ 'un dışarı atılmasını sağlayan yapısal bir modifikasyon olabileceği ifade edilmektedir



[Gorham, 1996]. Chenopodiaceae ve monokotiller için  $\text{Na}^+$  miktarı ile ilgili belirlediğimiz sonuçlar, Albert ve arkadaşlarının (2000) sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Araştırmacılar tarafından yapılan çalışmada Chenopodiaceae familyasından 32 taksonun, Poaceae familyasından 17 taksonun bünyelerinde yer alan inorganik ve organik bileşikleri analiz edilmiştir. Sonuçta Chenopodiaceae familyasındaki taksonların kuru ağırlıklarının % 67'sinin, Poaceae familyasındaki taksonların kuru ağırlıklarının %32'si kadar  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ 'a sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca Poaceae familyasında %19 olan şeker miktarının Chenopodiaceae familyasında %1 olduğu belirlenmiştir.

Chenopodiaceae familyasının fazla miktarda  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  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 çözülmüş maddelerine göre farklı fizyotiplere ayırmışlar ve Chenopodiaceae familyasını zengin iyon içeriği nedeniyle “sodiofilik (sodyum seven)” olarak nitelendirmişlerdir.

Toprağın tuz tipini belirleyen element olan  $\text{Cl}^-$ 'un fazlası  $\text{Na}^+$  ile birlikte bitkide toksik etkiye neden olmaktadır. Tuzlu koşullarda bitki bünyesine  $\text{Na}^+$  ile birlikte alınan  $\text{Cl}^-$  iyonu arasındaki benzer ilişki Wyn Jones ve Gorham (2002) tarafından da ortaya konmuştur.

Tuzluluğa maruz kalmış bitkilerde osmotik denge, büyüme ortamından inorganik iyonların alınmasıyla sağlanmaktadır. Bitkide  $\text{K}^+$ 'un aktif taşınma yoluyla alınması ve birikmesi sonucu hücrede osmotik potansiyel arttığı ve hücreye daha fazla su girişi olduğunu; bu nedenle de bitkide su dengesinin sağlanmasında  $\text{K}^+$  önemli bir rolü olduğu düşünülmektedir [Parida ve Das, 2005].

Sitozolde düşük  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranını sağlamak için bitkilerin kullandığı stratejiler;  $\text{K}^+$  alınımının düzenlenmesi ve/veya  $\text{Na}^+$  girişinin engellenmesi, hücrelerden  $\text{Na}^+$ 'un dışarıya akışı, osmotik uyum için  $\text{Na}^+$ 'un kullanılmasıdır. Sitozoldeki düşük  $\text{Na}^+/\text{K}^+$

oranı bitkilerin normal hücresel fonksiyonları için temeldir [Zhu, 2003]. Hücre ya da bitki bazında yapılan çalışmalar,  $\text{Na}^+$ 'un  $\text{K}^+$  üzerine antagonistik bir etkiye sahip olduğunu,  $\text{Na}^+$ 'u ihraç edip yerine  $\text{K}^+$  akümüle edebilen 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  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranının 1'in altında olması gerektiğini belirtmiştir. Çalışmamızda, Chenopodiaceae familyası üyelerinde bu oran 1'in çok üstünde bulunmuştur. Flowers ve arkadaşları (1986) tuzluluğa daha fazla tolerant olan halofitlerin çoğunluğunun tuz biriktirici (includer) olduklarını ve dokularındaki yüksek tuz miktarının zararlı etkilerine karşı kendilerini koruyabildiklerini belirtmektedirler [Flowers ve ark., 1986].

Tuzluluğa karşı bitki tarafından verilen cevaplar iyon taşınımının düzenlenmesi ile ilgili olup,  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  iyonik dengesizliği büyük metabolik problemlere neden olmaktadır. Bu yüzden bitkilerin  $\text{K}^+$  ve  $\text{Na}^+$  iyonlarını absorbe etme yetenekleri tuz toleransını etkileyen önemli faktörlerden biri olarak sayılmaktadır [Maathuis ve Amtmann, 1999; Tester ve Davenport, 2003].

Taksonların inorganik iyon miktarları istasyonlara göre incelendiğinde, toprak özelliklerinin taksonlara yansıdığı görülebilir. Toprakta en yüksek  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  miktarına sahip 1. istasyondaki taksonların (*Lepidium caespitosum*, *Salsola stenoptera*, *Astragalus ovalis*, *Anthemis fumariifolia*, *Limonium anatolicum*, *Limonium iconicum* ve *Limonium lilacinum*) yüksek miktarlarda  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ 'a sahip oldukları belirlenmiştir. Buna karşın, bu istasyondaki taksonların diğer istasyonlardaki taksonlardan daha düşük miktarda  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$ 'a sahip olduğu görülmüştür. Bitki dokularının  $\text{Mg}^{+2}$  miktarlarının, ortamdaki artan tuzluluğa bağlı olarak azalma eğiliminde oldukları Grattan ve Grieve (1999) tarafından da bildirilmiştir. Ayrıca taksonlardaki  $\text{Ca}^{+2}$  oranı ile  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranı arasında negatif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 4.22.). Kalsiyumun, bitkilerde  $\text{Na}^+$ 'a karşı zar geçirgenliğini,  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranını ve tuz toleransını etkilediği pek çok çalışmada bildirilmiştir [Greenway ve Munns, 1980; Rengel, 1992; Niu ve ark., 1995]. Suarez ve Grieve

(1988), yüksek tuzlulukta  $Ca^{+2}$  için bitki seçiciliğinin yani kökteki hücre zarlarının  $Ca^{+2}$  ve  $Na^{+}$ 'u ayırt edebilme yeteneklerinin kök bölgesindeki  $Na^{+}$  miktarlarının artması ile inhibe olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda da toprakta en yüksek  $Na^{+}$  miktarına sahip 1. istasyondaki taksonlarda  $Ca^{+}$  düşük miktarda bulunmuştur.

Yapılan farklı çalışmalarda bitkilerin tuzluluğa karşı farklı mekanizmalar geliştirdiği ve bazılarının organik bileşikleri sentezlemek yerine topraktan iyon almayı tercih ettikleri vurgulanmaktadır. Halofitlerin tuza karşı organik bileşikleri (prolin, şekerler ve GB gibi) sentezlemekten ziyade topraktaki mevcut tuzları kullanma mekanizmasının bir takım avantajlarından söz edilmektedir [Yasseen ve Abu-Al-Basal, 2010]. Bunlar:

- 1- İnorganik iyonlar kolayca absorbe edilebilir ve bunun için özelleşmiş yapılara ihtiyaç duyulmaz.
- 2- Osmotik düzenleme için inorganik iyonların kullanımı metabolik enerji maliyeti düşük bir yöntemdir.

Halofitlerin osmotik potansiyellerini düzenlemek için yalnızca iyon biriktirmedikleri, buna ek olarak dokuların protein yapıları ve zarlarını dengede tutabilecek osmotik koruyucular olan prolin [Weimberg ve ark., 1982; Kuhatkar ve Kuhad, 2000; Singh ve ark., 2000], glisinbetain [Storey ve Wyn Jones, 1975; Rhodes ve Hanson, 1993; Khan ve ark., 2000a; Wang ve Nil, 2000], şekerler [Gorham ve ark., 1985; Kerepesi ve Galiba, 2000; Parida ve ark., 2002] ve polioller [Muralithran ve ark., 1992] de kapsayan denge oluşturan çözünmüş maddelerin miktarlarını da arttırdıkları bildirilmektedir. Aşırı tuzluluğun bozucu etkilerine karşı bitkilerde denge oluşturan çözünmüş maddelerin miktarlarının dengelenmesi, fotosentezde rol alan yapıların, zarların ve proteinlerin korunup dengede kalmasını sağlamaktadır [Yancey, 1994; Allakhverdiev ve ark., 2003]. Tuzlulukla birlikte bitki bünyesine alınan inorganik iyonlar, glisin betain ve diğer denge oluşturan çözünmüş maddelerin birikimiyle birlikte dışarı salınabilmektedir [Crow ve ark., 1988; Jacoby, 1994; Bohnert ve Jensen, 1996]. Bu nedenle denge oluşturan çözünmüş maddeler, osmotik koruyucular

olarak da bilinirler [Gorham, 1995; Bohnert ve Jensen, 1996; Chen ve Murata, 2000; Zhu 2002].

Çalışmamızda denge oluşturan çözülmüş maddelerden olan glukoz, fruktoz, prolin, glisinbetain, kolin, kolin-O-sülfat ve  $\beta$ -alaninbetain miktarları da araştırılmıştır (EK-2 Çizelge 2.4). Bazı taksonların kuarterner amonyum bileşiklerini biriktirmediği, bazı taksonların ise belli tip kuarterner amonyum bileşimini biriktirdiği görülmüştür. İnorganik iyon miktarları en az olan *Hypericum salsugineum* taksonu ve monokotiledonlarda fruktoz miktarının diğer taksonlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca taksonların sahip olduğu fruktoz miktarı ile  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  miktarları arasında negatif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 4.22.). Yüksek değerlerde fruktoza sahip olan taksonlar arasında  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  birikiminin az olduğu monokotiledonların yer aldığı görülmektedir. Yüksek  $\text{Na}^+$  miktarına sahip taksonlardan *Lepidium caespitosum*'da en yüksek prolin miktarı, Chenopodiaceae familyasında (*Kalidiopsis wagenitzii*, *Salsola stenoptera* ve *Petrosimonia nigdeensis*) ise en düşük prolin miktarı belirlenmiştir. Taksonlardaki glisinbetain birikimi ile  $\text{Na}^+$  miktarı arasında pozitif, prolin birikimi arasında ise negatif bir ilişki olduğu görülmüştür. Düşük prolin miktarına karşın *Kalidiopsis wagenitzii*, *Salsola stenoptera* ve *Petrosimonia nigdeensis* taksonları yüksek miktarda glisinbetain biriktirmiştir. Kuarterner amonyum bileşiklerinden kolin-O-sülfat ve  $\beta$ -alaninbetain'in yüksek miktarda olduğu taksonlar *Limonium anatolicum*, *Limonium iconicum* ve *Limonium lilacinum* olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.19. ve Çizelge 4.20.). Ayrıca,  $\beta$ -alanin betain ile kolin-O-sülfat arasında pozitif bir ilişki bulunması (Çizelge 4.22.) *Limonium* türleri ile yapılan diğer fizyolojik çalışmaların [Bouchereau ve ark., 1999, Albert ve ark., 2000, Murakeozy ve ark., 2003] sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda taksonlardaki prolin miktarının  $\text{K}^+$  miktarı ile pozitif, glisinbetain miktarı ile de negatif ilişkili olduğu görülmüştür. En yüksek prolin birikiminin gözlemlendiği takson olan *Lepidium caespitosum* aynı zamanda en yüksek  $\text{K}^+$ 'a da sahiptir. Buna karşın glisinbetain birikimi oldukça düşüktür (Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.18.).

Pek çok halofit bitki prolin ve GB birikimiyle osmotik ayarlamalarını yapabildikleri bildirilmektedir [Mulholland ve Otte, 2002; Zhu, 2002; Allakhverdiev ve ark., 2003]. Prolin, bitkilerde osmotik stresin etkilerine karşı koyan denge oluşturan önemli çözünmüş 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 birikir 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; Nikolopoulous ve Manetase, 1991; Mansour, 2000; Orcutt ve Nilsen, 2000; Abraham, 2003; Youssef ve ark., 2003; Kavi Kishar ve ark., 2005].

Aşırı tuzluluğa maruz kalmış bitkiler de prolin birikimi, bitkilerin önemli bir fizyolojik korunma mekanizması olarak kabul edilse de osmoregülasyon ve tuz toleransındaki rolü genellikle sorgulanan bir durum olmuştur [Madan ve ark., 1995; Lutts ve ark., 1996]. Prolinin tuza toleranstaki rolü hakkında rapor edilen bu çelişkili sonuçlar açısından bakıldığında, prolinin tuz toleransı için seçici bir kriter olarak kullanılabilirliği sorgulanmaktadır [Ashraf ve Harris, 2004]. 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 sonuçlar da çalışmamızda taksonlardaki prolin ile toprağın tuz ve su miktarı arasında herhangi bir korelasyon bulunamaması (bkz. Çizelge 4.21.) şeklindeki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda taksonların prolin miktarları bakımından önemli farklılıklar gösterdiği şeklindeki sonuçlarımız, muhtemelen bu taksonların tuza karşı geliştirdikleri farklı metabolik tepkilerden kaynaklanmaktadır. Yasseen ve Abu-Al-Basal (2010) çalışmalarında ayrıca topladıkları bitkilerin tuzluluğa ve kuraklığa iyi adapte olduğunu ve prolin biriktirmeye ihtiyaç duymamış olabileceklerini vurgulamışlardır.

Hütterer ve Albert (1993) tarafından yapılan ekofizyoloji çalışmasında bitkiler biriktirdikleri denge oluşturan maddelere göre sınıflandırılmış ve Brassicaceae familyasında prolin birikiminin karakteristik olduğu vurgulanmıştır. Çalışmamızda da prolin miktarı en yüksek olan *Lepidium caespitosum* taksonu da Brassicaceae familyasında yer almaktadır. Murakeözy ve ark. (2003) *Lepidium crassifolium* Waldst. & Kit., *Camphorosma annua* Pall. ve *Limonium gmelini* ssp. *hungaricum* (Sagl.) Rchb. taksonlarının çeşidi ve miktarı türden türe değişen çözünebilir bileşiklere sahip olduklarını bildirmiştir. Bu 3 taksondan Brassicaceae familyasından *Lepidium crassifolium* yüksek miktarda prolin, Chenopodiaceae familyasından *Camphorosma annua* glisinbetain ve pinitol, Plumbaginaceae familyasından *Limonium gmelini* ssp. *hungaricum* ise  $\beta$ -alaninbetain ve kolin-O-sülfat biriktirmiştir. Bu sonuçlar, çalışmamızdaki toplanan aynı familya ve cinslerden endemik taksonlar için elde ettiğimiz bulgularla uyumlu bulunmuştur.

GB enzim stabilizasyonu için önemli fizyolojik fonksiyona sahip osmotik bir koruyucudur. Yapılan çalışmalar halofit bitkilerde GB seviyesinin tuzlulukla birlikte arttığını ortaya koymaktadır [Khan ve ark., 1998]. Askari ve arkadaşları (2006) tarafından Suaeda ile yapılan çalışmada da yapraklarındaki Na birikimi ile birlikte GB sentezinin ilk aşamasını katalizleyen kolin monooksijenaz (CMO)'ın 5,9-9,3 kat arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, GB biriktirme özelliğindeki bitkilerin, gövdelerinde 50-400  $\mu\text{mol/g}$  KA arasında değişen miktarlarda GB'e sahip oldukları bildirilmiştir [Tıprıdamaz ve ark., 2006]. Çalışmamızda, daha sonraki kısımda da açıklandığı gibi GB biriktirenler grubunda yer alan *Kalidiopsis wagenitzii*, *Petrosimonia nigdeensis* ve *Salsola stenoptera*'nın topraküstü kısımlarında sırasıyla 348,59  $\mu\text{mol/g}$  KA, 171,07  $\mu\text{mol/g}$  KA ve 145,15  $\mu\text{mol/g}$  KA GB belirlenmiştir.

Halofitlerin, denge oluşturan çözünmüş maddeleri yüksek miktarlarda sentezleme kapasitesiyle ayırt olabileceğini; Chenopodiaceae familyası üyelerinin de sitoplazmalarında yüksek tuz konsantrasyonunda denge meydana getirebilen ve osmotik koruyucu görevi gören glisinbetaini biriktirebildikleri bildirilmiştir [Storey ve Wyn Jones, 1979; Wyn Jones, 1981; Gorham ve Wyn Jones, 1983]. Benzer

olarak, halofitik Chenopodiaceae üyelerinden *Suaeda maritima* (L.) Dumort. ve *Atriplex gmelini* C.A. Mey'nin yaprak dokularında ağırlıklı olarak GB'in bulunduğu; betain bileşiklerinin zırları ve proteinleri dengede tuttuğu, tuzluluğa maruz kalmış hücrelerin sitoplazmalarında osmotik basıncı arttırmak için kullanılıyor olabileceği bildirilmiştir [Youssef ve ark., 2003]. Chenopodiaceae familyasının GB birikimine ilişkin benzer sonuçlar Wyn Jones (1984), Gorham ve Wyn Jones (1983), Gorham ve arkadaşları (1985), Marcum ve Murdoch (1992) tarafından da belirlenmiştir. Çalışmamızda Chenopodiaceae familyasında yüksek miktarda GB bulunması muhtemelen bu taksonların osmotik ayarlama için GB'i kullanıyor olabileceğini göstermektedir.

Gibon ve arkadaşları (1997) Chenopodiaceae'ye dahil türlerde prolin birikiminin doku içindeki su azalma olayı ile ilişkili olduğunu, buna karşın GB birikiminin ise tuza maruz kalmış bitkilerin osmotik basıncının ayarlanabilme özelliği ile ilişkili olduğunu ifade etmiştir. Bitkinin yaşam ortamındaki tuz konsantrasyonu ve bitki bünyesindeki iyon birikimi ile GB birikimi arasındaki pozitif ilişki; *Atriplex semibaccata* R. Br. ve *A. halimus* Linn. [Koheil ve ark., 1992], *Spartina alterniflora* Loisel. [Cavalieri, 1983], *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth [Marcum ve Murdoch, 1992], *Limonium* sp. [Hanson ve ark., 1991], *Suaeda monoica* Forssk. [Storey ve Wyn Jones, 1979] ve bir grup çim bitkisinde [Marcum, 1999] de belirlenmiştir. Nitekim çalışmamızda da taksonlardaki glisinbetain miktarı ile Na<sup>+</sup> miktarı arasında pozitif, prolin birikimi arasında ise negatif bir ilişki olduğu görülmüştür.

Halofit ve bazı glikofit bitkilerde yapılan çalışmaların sonucunda, GB birikiminin yaygın ancak düzenli olarak ortaya çıkmayan bir durum olduğu, bu nedenle de GB birikimini tuza toleransla ilişkilendirebilmek için daha fazla deneysel bulguya ihtiyaç olduğu da belirtilmiştir [Ashraf, 2004]. Bu da çalışmamızda bazı taksonların kuarternler amonyum bileşiklerini içermediği, bazı taksonların ise belli tip kuarternler amonyum bileşiklerini içerdiği şeklindeki sonuçlarımızı açıklamaktadır.

Plumbaginaceae familyasında farklı türlerin, tuzluluğa karşı osmotik koruyucu olarak görev yapan  $\beta$ -alaninbetain bileşiklerini biriktirdiği [Hanson ve ark., 1994];

*Limonium axillare* (Forssk.) Kuntze türünde de kaydedilmiş kuarterner amonyum tuzlarından biri olduğu belirlenmiştir [Youssef ve ark., 2003]. *Limonium*'un, geniş yayılışlı bir bitki olduğu [Aranson, 1989], özellikle kıyılardaki tuzlu bataklıklardaki bitki kominiteleri içinde doğal olarak ortaya çıktığı bildirilmiştir [Gleason ve Cronquist, 1991]. Kurak, kumlu veya kayalık alanlara adapte olmuş *Limonium* türlerinin GB biriktirme eğiliminde olduğu, tuzlu bataklıklara kolonize olmuş *Limonium* türlerinin ise  $\beta$ -alanin betain biriktirme eğiliminde olduğu ortaya konmuştur [Hanson ve ark., 1991, Rhodes ve Hanson, 1993]. Bu sonuçlar, çalışmamızda Tuz Gölü'nün kıyısındaki bataklık alanlardan toplanan *Limonium* türlerinde (*L. anatolicum*, *L. iconicum* ve *L. lilacinum*) gözlenen  $\beta$ -alanin betain birikimini açıklamaktadır. Plumbaginaceae familyası üyelerinin  $\beta$ -alanin betain ile birlikte kolin-O-sülfat ve prolini, glisinbetainden daha fazla biriktirdiği başka çalışmalarda da bildirilmiştir [Bouchereau ve ark., 1999, Albert ve ark., 2000, Murakeozy ve ark., 2003]. Çalışmamızda da Plumbaginaceae familyasına ait *Limonium* türlerinde  $\beta$ -alanin betain ile kolin-O-sülfat arasında pozitif bir ilişki bulunması (Çizelge 4.22.) *Limonium* türleri ile yapılan diğer fizyolojik çalışmaların sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda incelenen taksonların tuzluluğa karşı farklı mekanizmalar geliştirdiği görülmektedir. Taksonlar küme ve faktör analizleriyle ortak özelliklerine göre  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ve glisin betain biriktirenler, glukoz ve fruktoz biriktirenler,  $\beta$ -alaninbetain ve kolin-O-sülfat biriktirenler, K biriktirenler ve prolin biriktirenler olarak 5 gruba ayrılmıştır. 1. grupta taksonlarda  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , glisinbetain birikimi belirgindir. Bu grupta yer alan taksonlar *Kalidiopsis wagenitzii*, *Salsola stenoptera* ve *Petrosimonia nigdeensis*'dir. 2. grupta yer alan taksonlarda glukoz ve fruktoz birikimi görülürken  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  birikimi azdır. Monokotiledonlardan *Puccinellia bulbosa* ssp. *caesarea*, *Gladiolus halophilus*, *Allium vuralii* ile dikotiledonlardan *Onosma halophilum*, *Ferula halophila*, *Hypericum salsugineum* ve *Centaurea tuzgoluenensis* taksonları bu gruba dahil edilebilir.  $\beta$ -alaninbetain ve kolin-O-sülfat birikiminin görüldüğü 3. grupta ise *Limonium iconicum*, *Limonium lilacinum*, *Limonium anatolicum* ve *Achillea sieheana* taksonları yer almaktadır. 4. grupta  $\text{K}^+$  birikiminin görüldüğü *Sphaerophysa kotschyana*, *Cirsium alatum* ssp. *pseudocreticum* ve *Asparagus*



*lycaonicus* taksonları mevcuttur. Taksonlardaki prolin birikimiyle karakterize edilen son grupta ise *Lepidium caespitosum*, *Anthemis fumariifolia*, *Salvia halophila*, *Taraxacum farinosum*, *Scorzonera hieracifolia*, *Onopordum davisii*, ve *Senecio salsuginea* taksonları yer almaktadır. *Astragalus ovalis*, *Gypsophila oblanceolata*, *Silene salsuginea*, *Taraxacum tuzgoluenensis*, *Verbascum pyroliforme* ve *Taraxacum mirabile* taksonlarının kümelemede dahil olduğu diğer taksonlardan farklı olarak yukarıda bahsedilen 5 grubunun herhangi birinde yer almaması muhtemelen bu taksonların tuzluluğa yanıtta kullandıkları ve bu çalışmada incelenmeyen başka özelliklerine işaret etmektedir (Çizelge 4.23. ve Çizelge 4.25).

Tuzlu habitatlarda yaşayan taksonların benzer şekilde gruplandırılması Hütterer ve Albert (1993) tarafından Avusturya’da yapılan bir çalışma sonucunda da yapılmıştır. Bu çalışmaya göre; daha az Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> biriktiren monokotiledonlar (Poaceae, Juncaceae, Cyperaceae) potasyofil (=potasyum seven), Chenopodiaceae familyası gibi yüksek miktarlarda Na biriktirenler ise sodiyofil (=sodyum seven) olarak gruplandırılmıştır. Ayrıca, Brassicaceae familyasının prolin, Caryophyllaceae ve Fabaceae familyalarının pinitol, Plantaginaceae familyasının sorbitol, Chenopodiaceae familyasının ise glisinbetain biriktiren gruplar olduğu da belirtilmiştir.

Tıprıdamaz ve arkadaşları (2006) da Seyfe Gölü’ndeki halofit bitkiler ile yaptıkları çalışmada toplanan bitkileri, prolin biriktirenler (Hem monokotil hem de dikotillerde), glisinbetain biriktirenler (genellikle dikotillerde), glisinbetain ve prolin biriktirenler ile ne prolin nede glisinbetain biriktirenler olmak üzere gruplandırmıştır.

İncelenen özelliklerin mevsimsel değişimleri 13 taksonda değerlendirilmiştir. Taksonlarda klorofil a/b oranı ile klorofil a, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, glukoz ve fruktoz miktarlarının son çiçeklenme döneminde azaldığı belirlenmiştir. Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> miktarları ise önemsiz olmakla birlikte son çiçeklenme döneminde artmıştır. Tuzlu habitatlarda yetişen bitkilerde tuzluluk ve kuraklıkla birlikte özellikle yaz aylarının sonunda klorofil miktarlarının azaldığı Nunes ve arkadaşları (2008), Morsy ve arkadaşları (2008) ve Youssef (2009) tarafından da bildirilmiştir. Mevsimsel

değişimlere bağlı olarak bitki bünyesindeki  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının artışı, buna karşın özellikle şeker miktarlarındaki azalmaları ortaya koyan benzer bulgular farklı halofit bitkilerle yapılan çalışmalarda da verilmiştir [Hutterer ve Albert, 1993, Murakeozy ve ark., 2003].

Sonuç olarak;

- 1- 26'sı dikotiledon, 4'ü monokotiledon olmak üzere 30 endemik takson Tuz Gölü çevresinde belirlenen 3 farklı istasyondan toplanmıştır. İstasyonların toprak özellikleri birbirinden farklı bulunmuştur. EC,  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  değerlerinin en yüksek olduğu 1. istasyonda (Şereflikoçhisar istasyonu) sodyum klorür tipi tuzluluğun baskın olduğu,  $\text{SO}_4^{-2}$  miktarının yüksek olduğu 3. istasyonda (Cihanbeyli-Gölyazı istasyonu) ise sodyum sülfat tipi tuzluluğun baskın olduğu belirlenmiştir. 2. istasyonda (Aksaray-Eskil istasyonu) ise hem sodyum klorür hemde sodyum sülfat tipi tuzluluk görülmüştür. Ayrıca, istasyonların toprak özelliklerinin mevsime bağlı olarak farklılık gösterdiği ve Tuz Gölü'ne uzaklıklarına bağlı olarak istasyonların tuzluluğunun ve tuz tipinin değiştiği belirlenmiştir.
- 2- Toprak özelliklerinin bitkiye yansıdığı, ana kayaç yapısının bitki dağılımını etkilediği görülmüştür. Bazı taksonlar yalnızca tek istasyondan bazıları da iki ya da her üç istasyondan toplanabilmiştir.
- 3- Taksonlar arasında inorganik ve organik iyon miktarı bakımından farklılıklar olduğu görülmüştür. Taksonlar küme ve faktör analizleriyle ortak özelliklerine göre  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ve glisin betain biriktirenler, glukoz ve fruktoz biriktirenler,  $\beta$ -alaninbetain ve kolin-O-sülfat biriktirenler,  $\text{K}^+$  biriktirenler ve prolin biriktirenler olarak 5 gruba ayrılmıştır. Zayıf benzerlikleri ile bazı dikotil taksonların bu gruplardan herhangi birine dahil olmadığı görülmüştür.
- 4- Chenopodiaceae familyasına ait taksonlarda prolin miktarı en az, glisinbetain,  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  miktarı ve  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranı çok yüksek bulunmuştur. Yüksek miktarda prolin ve  $\text{Na}^+$  içeren, aynı zamanda yüksek miktarda  $\text{K}^+$ 'a sahip olan *Lepidium*

*caespitosum* (Brassicaceae)'da  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranı 1'in üstünde ancak Chenopodiaceae üyelerine göre daha düşük bulunmuştur. En az miktarda  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ve  $\text{K}^+$  içeren *Hypericum salsugineum* (Hypericaceae) ve monokotiledonlarda  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranı 1'in altında olduğu, fruktoz miktarının da diğer taksonlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kuarterner amonyum bileşiklerinden kolin-O-sülfat ve  $\beta$ -alaninbetain'in yüksek miktarda olduğu taksonların Plumbaginaceae familyasından olduğu belirlenmiştir.

- 5- Ayrıca 13 taksonda özelliklerin mevsimsel değişimleri değerlendirilmiş; klorofil a/b oranı ile klorofil a,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ , glukoz ve fruktoz miktarlarının son çiçeklenme döneminde azaldığı belirlenmiştir.  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  miktarları ise önemsiz olmakla birlikte son çiçeklenme döneminde artmıştır.

Bitkilerde tuza dayanıklılık, NaCl gibi tuzların varlığında meydana gelebilecek yıkımlardan korunmak ve büyüebilmek için bitkinin kullandığı multigenik bir özelliktir [Hurkman, 1992]. Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de hatalı toprak kullanım, yetersiz drenaj gibi nedenlerle topraklarda tuzlanma sorunları yaşanmaktadır. Tuzdan etkilenen bu alanlarda tuza dayanıklı bitki türlerinin tarımı yapılabilir ayrıca bu bitkilerin tuz direnci ile ilgili genleri diğer bitkilere aktararak tuza dayanıklı yeni ırklar elde edilebilir. Tuza tolerant bitkiler yetiştirme tekniklerindeki ilerleme, tuz toleransını sağlayan genlerin belirlenebilmesi ve tuz toleransının moleküler tabanının anlaşılmasıyla olmaktadır. Tuza tolerant bitkilerin geliştirilmesi gıda maddelerinin üretimi için temel teşkil etmektedir. Tuzlu toprakların rehabilitasyonu için halofit bitkilerin kullanımındaki artış, doğal ortamlarda farklı tuzların özelliklerinin çalışılmasının gerekliliği anlamına gelmektedir. Tarım alanlarında karşılaşılan bu sorunla mücadelede bünyesinde tuz biriktirdiği bilinen bitkiler yetiştirilerek, hasat edilme sonucunda topraktan aldıkları tuzla birlikte ortamdan uzaklaştırılabilirler. Toprakların tuzunun alınmasında (desalinizasyon) halofit bitkilerin kullanılabilme potansiyelleri çok önemlidir. Çünkü bu durumda tuzun % 90'ı gövdede sınırlanabilir ve 1 kez hasat edildiğinde tuzun % 90'ı uzaklaştırılmış, toprakta yalnızca % 10 tuz barındıran kök kalmış olur. Böylece

toprağın organik içeriği, toprağın verimliliği artmaktadır [Breckle, 1995, Larcher, 1994].

Halofit bitkilerde tuzluluğun mekanizmasının anlaşılması için yapılacak bundan sonraki araştırmalarda daha fazla taksonun kullanılması, daha geniş bir gen havuzunun kullanılması, toprak üstü dokularında incelenen fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerin toprak altı dokularında da incelenmesine yönelik çalışmalar planlanmalıdır. Çalışmamız sırasında bölgeden 30 endemik halofit bitki taksonu toplanarak analizleri yapılarak; bu taksonların tuzluluğa karşı geliştirdikleri mekanizmalar belirlenmeye çalışılmıştır. Ancak, çalışma sonucunda belirlenen özellikler bakımından bu taksonlardan 24'ü beş gruba ayrılırken; *Gypsophila ob lanceolata*, *Silene salsuginea*, *Astragalus ovalis*, *Taraxacum tuzgoluensis*, *Taraxacum mirabile* ve *Verbascum pyroliforme* taksonları ise herhangi bir gruba dahil edilememiştir. Bu taksonların 5 faktör grubunun herhangi birinde yer almaması muhtemelen bu taksonların bu çalışmada incelenmeyen başka özelliklerine işaret etmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda, diğer taksonlarla birlikte bu taksonlarda farklı osmolitlerin birikiminin belirlenmesi önemlidir. Diğer taksonlarla birlikte bu taksonlarda yapılacak proteomik ve genomik araştırmalar, mekanizmalar hakkında daha ileri bilgiler sağlayacaktır. 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. Bu nedenle araştırma sonuçları tuza dayanıklı glikofit bitkilerin yetiştirilmesi ile ilgili biyoteknolojik çalışmalar için büyük önem taşımaktadır.

## KAYNAKLAR

- Abbas, Z.A., “Seasonal Variations of Ash Content of the Halophyte *Zygophyllum qatarense* Hadidi from Saline and Non-saline Habitats in Bahrein”, *Pak. J. Bot.*, 37 (4): 853-858 (2005).
- Abraham, E., Rigo, G., Szekely, G., Nagy, R., Koncz, C., Szabolcs, L., “Light-Dependent Induction of Proline Biosynthesis by Abscisic Acid and Salt Stress is inhibited by Brassinosteroid in *Arabidopsis*”, *Plant Mol. Biol.*, 51: 363-372 (2003).
- Adıgüzel, N., Byfield, A., Duman, H., Vural, M., “Tuz Gölü ve Stepleri” Türkiye’nin 122 Önemli Bitki Alanı, ed: Özhatay N., Byfield A., Atay S., *WWF Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı) Yayını*, İstanbul, 289-292 (2005).
- Ahmad, I., Larher, F., Stewart, G.R., “Sorbitol, a Compatible Osmolite Solute in *Plantago maritima*”, *New Phytol.*, 82: 671-678 (1979).
- 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).
- Albert, R., “Halophyten, Pflanzenökologie und Mineralstoffwechsel” *Ed: Kinzel H., Stuttgart, Ulmer*, 33-215 (1982).
- Albert, R., Pfundner, G., Hertenberger, G., Kastenbauer, T., Watzka, M., “The Physiotype Approach to Understanding Halophytes and Xerophytes”, ed: Breckle S.W., Schweizer B., Arndt U., *Ergebnisse weltweiter ökologischer Forschung*, Stuttgart, Germany, 69-87 (2000).
- Allakhverdiev, S.I., Hayashi, H., Nishiyama, Y., Ivanov, A.G., Aliev, J.A., Klimov, V.V., Murata, N., Carpentier, R., “Glycinebetaine Protects the D1 /D2 / Cyt B 559 Complex of Photosystem II Against Photo-induced and Heat-induced Inactivation”, *J. Plant Physiol.*, 160: 41-49 (2003).
- Aloni, B., Rosenshtam, G., “Proline Accumulation: A Parameter For Evaluation of Sensitivity of Tomato Varieties To Drought Stress?”, *Physiol Plant.*, 61: 231-235 (1984).
- Álvarez, R. J., Ortiz, S. R., Alcaraz, A. F., “Soil Salinity and Moisture Gradients and Plant Zonation in Mediterranean Salt Marshes of Southeast Spain”, *Wetlands*, 20: 357-372 (2000).
- Apse, M.P., Aharon, G.S., Snedden, W.A. and Blumwald, E., “Salt Tolerance Conferred by Overexpression of a Vacuolar Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> Antiport in *Arabidopsis*”, *Science*, 285: 1256-1258 (1999).

Aronson, J.A., "HALOPH: A Data Base of Salt Tolerant Plants of The World". Tucson, AZ, USA: office of Arid Land Studies, *University of Arizona*, (1989).

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 (1986).

Ashraf, M., "Breeding for Salinity Tolerance in Plants", *Critical Reviews in Plant Sciences*, 13: 17-42 (1994).

Ashraf, M.Y., Hassanein, R.A., Hassanein, A.A., Morsy, A.A., "Changes in Quaternary Ammonium Compounds, Proline and Protein Profiles of Certain Halophytic Plants under Different Habitat Conditions", *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6 (10): 867-882 (2003).

Ashraf, M., "Some Important Physiological Selection Criteria for Salt Tolerance in Plants", *Flora*, 199: 361-376 (2004).

Ashraf, M., Harris, P.J.C., "Potential Biochemical Indicators of Salinity Tolerance in Plants", *Plant Science*, 166: 3-16 (2004).

Askari, H., Edqvist, J., Hajheidari, M., Kafi, M., Salekdeh, G.H., "Effects of salinity levels on proteome of *Suaeda aegyptiaca* leaves", *Proteomics*, 6 (8): 2542-2554 (2006).

Asri, Y., Ghorbanli, M., "The Halophilous Vegetation of the Orumieh Lake Salt Marshes, NW Iran", *Plant Ecol.*, 132: 155-170 (1997).

Ayyıldız, M., "Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri", *Ank. Üni. Zir. Fak. Yay.*, 1196: 282-290 (1990)

Aziz, I. S., Gulzar, M., Khan, N., Khan, M.A., "Seasonal variation in water relations of *Halophyrum mucronatum* (L).Stapf., growing near Sandspit, Karachi", *Pak. J. Bot.*, 37: 141-148 (2005).

Babourina, O., Leonova, T., Shabala, S., "Effect of sudden salt stress on ion fluxes in intact wheat suspension cell", *Annals of Botany*, 85: 759-767 (2000).

Babourina, O., Newman, I., Shabala, S., "Blue Light Induced Kinetics of H<sup>+</sup> and Ca<sup>+2</sup> Fluxes in Etiolated Wild Type and Phot Mutant Arabidopsis Seedlings", *Proceedings of the National Academy of Sciences of The United States of America*, 2433-2438 (2002).

Baker, N.R., "Possible Role of Photosystem II in Environmental Perturbations of Photosynthesis", *Physiol. Plant.*, 81: 563-570 (1991).

Balasubramanian, R., Papenbrock, J., Schmidt, A., “Connecting Sulfur Metabolism and Salt Tolerance Mechanisms in the Halophytes *Aster tripolium* and *Sesuvium portulacastrum*”, ***Trop. Ecol***, 45: 173-182 (2004).

Bates, M.L., Waldren, R.P., Teare, J.D., “Rapid Determination of Free Proline for Water Stress Studies”, ***Plant & Soil***, 39: 205-207 (1973).

Bergmann, W., “Nutritional Disorders of Plants”, ***Gustav Fisher***, Verlag, Stuttgart, (1992).

Berthomieu, P., Conéjéro, G., Nublat, A., Brackenbury, W.J., Lambert, C., Savio, C., Uozumi, N., Oiki, S., Yamada, K., Cellier, F., Gosti, F., Simonneau, T., Essah, P.A., Tester, M., Véry, A., Sentenac, H., Casse, F., “Functional analysis of AtHKT<sub>1</sub> in Arabidopsis shows that Na<sup>+</sup> recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance”, ***Embo. J.***, 22: 2004-2014 (2003).

Beyce, O., “Indicator Plants of Aridity and Water Table Studies in Alifaki”, ***Agr. Res. Inst. Tarsus-Adana***, 17-53 (1960).

Bielecki, R.L., “Sugar Alcols, Plant Carbohydrates 1: Intracellular carbohydrates”, ed: Loewus F.A., Taner W., ***Springer***, Verlag, New York, 158-192 (1982).

Binzel, M. L., Hess, F.D., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M., “Intracellular compartmentation of ions in salt adapted tobacco cells”, ***Plant Physiol.***, 86: 607-614 (1988).

Blum, A., “Breeding Crop Varieties for Stress Environments”, ***CRC Critical Reviews in Plant Sciences***, 2: 199-238 (1985).

Bohnert, H.J., Jensen, R.G., “Strategies for Engineering Water Stress Tolerance in Plants”, ***Trends Biotechnol.***, 14: 89-97 (1996).

Bohra, J.S., Döffling, K., “Potassium Nutrition of Rice (*Oryza sativa* L.) Varieties under NaCl Salinity”, ***Plant and Soil***, 152: 299-303 (1993).

Botella M.A., Quesada, M.A., Kononowicz, A., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M., Valpuesta, V., “Characterization and *in situ* localization of a salt induced tomato peroxidase gene”, ***Plant Mol. Biol.***, 25: 105-114 (1994).

Bouchereau, A., Aziz, A., Larher, F., Martin-Tanguy, J., “Polyamines and Environmental Challenges: Recent Development”, ***Plant Sci***, 140: 103-125 (1999).

Breckle, S.W., “Studies on Halophytes from Iran and Afghanistan II\* Ecology of Halophytes Along Salt Gradients”, ***Royal Society of Edinburg, Proceedings*** Sec. B: Biological 89 B, 203-215 (1983).

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*, ed: Katterman, F., *Academic Press*, San Diego, 137-171 (1990).

Briens, M., Larher, F., "Osmoregulation in halophytic higher plants: a comparative study of soluble carbohydrates, polyols, betaines and free proline", *Plant Cell Environ.*, 5: 287-292 (1982).

Callaway, R.M., Pennings, S.C., "Impact of a Parasitic Plant on the Zonation of two Salt Marsh Perennials", *Oecologia*, 114: 100-105 (1998).

Cantero, J. J., Leon, R. J. M. Cisneros, A., "Habitat structure and vegetation relationships in central Argentina salt marsh landscapes", *Plant Ecology*, 137: 79-100 (1998).

Cavaliere, A.J., "Proline and Glycinebetaine Accumulation by *Spartina alterniflora* Losel. in Response to NaCl and Nitrogen in a Controlled Environment", *Oecologia*, 57: 20-24 (1983).

Chapman, V.J., "Salt Marshes and Deserts of World", *The University Press.*, London, (1960).

Cheeseman, J. M., "Mechanism of Salt Tolerance in Plants", *Plant Physiology*, 87: 547-550 (1988).

Chen, T.H.H., Murata, N., "Enhancement of Tolerance of Abiotic Stress by Metabolic Engineering of Betaines and Other Compatible Solutes", *Curr. Opin. Plant Biol.*, 5: 250-257 (2000).

Chow, W.S., Ball, M.C., Anderson, J.M., "Growth and Photosynthetic Response of Spinach to Salinity: Implications of K Nutrition for Salt Tolerance", *Aust. J. Plant Physiol.*, 17: 563-578 (1996).

Colmer, T.D., Epstein, E., Dvorak, J., "Differential Solute Regulation in Leaf Blades of Various Ages in Salt-Sensitive Wheat and a Salt-Tolerant Wheat  $\times$  *Lophopyrum elongatum* (Host) A Love amphiploid", *Plant Physiology*, 108: 1715-1724 (1995).

Costa, M., Pe' rez Bad'ia, R.M., Soriano, P., "La vegetacio'n como elemento de diagn'ostico en la conservacio'n del litoral", *Colloques Phytosociologiques*, 15: 281-298 (1987).

Cramer, G.R., Spurr, A. R., "Salt responses of lettuce to salinity, II. Effect of calcium on growth and mineral status", *J. Plant Nutr.*, 9, 131-142 (1986).



Crow, J.H., Crow, L.M., Carpenter, J.F., Rudolph, A.S., Wistrom, C.A., Spargo., B.J., Anchordoguy, T.J., "Interactions of Sugars with Membranes", *Biochim. Biophys. Acta*, 974: 367-372 (1988).

Çakırlar, H., Topcuoğlu, Ş. F., "Bazı Tuz Gölü Halofitlerinde Prolin İçeriği ve Tuz Stresinde Büyütülen Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L. cv. *peredovik*) Bitkisinde Prolin Birikimi", *Doğa, TU, Botanik*, D, C, 11 S.1, 32-37 (1987).

Davis, P.H., "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" *Edinb. Univ. Press*, 1 (1965), 2 (1967), 3 (1970), 4 (1972), 5 (1975), 6 (1978), 7 (1982), 8 (1984), 9 (1985).

Davis, P.H., "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" *Edinb. Univ. Press*, 10 (1988).

Davis, P.H., "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" *Edinb. Univ. Pres*, 11 (2000).

Delauney, A.J., Verma, O.P.S., "Proline Biosynthesis and Osmoregulation in Plants", *Plant. J.*, 4: 215-223 (1993).

Dietz, K.J., Tavakoli, N., Kluge, C., Mimura, T., Sharma, S.S., Harris, G.C., Chardonnens, A.N. and Golldack, D., "Significance of the V-Type ATPase for the Adaptation to Stressful Growth Conditions and Its Regulation on the Molecular and Biochemical Level", *J. Exp. Bot.* 52: 1969-1980 (2001).

Donovan, L.A., Richards, J.H., Schaber, E.J., "Nutrient Relations of the Halophytic Shrub, *Sarcobatus vermiculatus*, Along a Soil Salinity Gradient", *Plant and Soil*, 190: 105-119 (1997).

Epstein, E., Noryln, J. D., Rush, D. W., Kingsbury, R. W., Kelly, D. B., Gunningham, G. A., Wrona, A.F., "Saline cultures of crops: A genetic approach", *Science*, 163: 695-703 (1980).

Eyüpoğlu, F., "Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu", *T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Müd. Yayınları*. Ankara. (1998).

Fageria, N.K., "Ionic interactions in rice plants from dilute solutions", *Plant and Soil*, 70: 309-316 (1983).

Flowers, T.J, Troke, P.F, Yeo, A.R., "The Mechanism of Salt Tolerance in Halophytes", *Annual Review of Plant Physiology*, 28: 89-121 (1977).

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

Flowers, T.J., Yeo, A.R., “Ion Relation of Salt Tolerance. Solute Transport in Plant Cells And Tissues”, ed: Baker, D.A., Hall, J.L., Harlow, U.K., **Longman Scientific And Technical**, 392-413 (1988).

Gadallah, M.A.A., “Effect of proline and glycinebetaine on *Vicia faba* responses to salt stress”, **Biologia Plantarum**, 42(2): 249-257 (1999).

Gallagher, J.L., “Halophytic crops for cultivation at seawater salinity”, **Plant Soil**, 89: 323-326: (1985).

Ghars, M.A., Parre, E., Debez, A., Bordenave, M., Richard, L., Leport, L., Bouchereau, A., Savouré, A., Abdelly, C., “Comparative Salt Tolerance Analysis Between *Arabidopsis thaliana* and *Thellungiella halophila*, with Special Emphasis on K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> Selectivity and Proline Accumulation”, **Journal of Plant Physiology**, 165(6): 588-599 (2008).

Giannakopoulos, C., Bindi, M., Moriondo, M., Tin, T., “Climate Change Impacts in the Mediterranean Resulting form a 2°C Global Temperature Rise, a Report for WWF”, **World Wide Fund for Nature (WWF)**, July (2005).

Gibon, Y., Bessieres, M.A., Larher, F., “Is Glycinebetaine a Non-Compatible Solute in Higher Plants that do Not Accumulate It?”, **Plant, Cell and Environment**, 20: 329-340 (1997).

Gleason, H. A., Cronquist, A., “Manual of Vascular Plants of Northeastern United States Adjacent Canada, 2nd Ed.” Ed: Bronx, NY, **Newyork Botanical Garden**, (1991).

Glenn, E.P., O’Leary, J.W., “Relationship Between Salt Accumulation and Water Content of Dicotyledenous Halophytes”, **Plant, Cell and Environment**, 7: 253-261 (1984).

Glenn, E.P., O’Leary J.W., Watson M.C., Thomson T.L.,Kuehl R.O., “*Salicornia bigelovii* Torr. an oilseed halophyte for seawater irrigation”, **Science**, 251: 1065-1067 (1991).

Glenn, E.P., Pfister, R., Brown, J.J., Thompson, T.L., O’Leary, J.W., “Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> Accumulation and Salt Tolerance of *Atriplex canescens* (Chenopodiaceae) Genotypes”, **American Journal of Botany**, 83: 997-1005 (1996).

Glenn, E. P., Brown, J. J., and Blumwald, E, “Salt Tolerance and Crop Potential of Halophytes”, **Critical Review in Plant Sciences**, Vol. 18, No. 2, pp. 227-255 (1999).

Gonzalez, M.B., Fournier, J.M., Ramos, J., Benlloch, M., “Strategies Underlying Salt Tolerance in Halophytes are Present in *Cynara cardunculus*,” **Plant Science**, 168: 653-659 (2005).

Gorham, J., Wyn Jones, R.G., "Solute Distribution in *Suaeda maritima*", *Planta*, 157: 344-349 (1983).

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).

Gorham, J., Salt Tolerance in The Triticeae: Ion Discrimination in Rye and Triticale, *Journal of Experimental Botany*, 41: 609-614 (1990).

Gorham, J., "Mechanism of Salt Tolerance of Halophytes", Halophytes and Biosaline Agriculture, ed.: Choukr-Allah R., Malcolm C.V., Hamdy A., *Marcel Dekker*, New York 207-223. (1995).

Gorham, J., "Mechanisms of Salt Tolerance of Halophytes", Halophytes and biosaline agriculture, ed: Choukrallah R, Malcolm CV, Hamdy A., *Marcel Dekker*, New York, 31-53. (1996).

Grattan, S.R., Grieve, C.M., "Salinity Mineral Nutrient Relations in Horticultural Crops", *Sci. Hort.*, 78: 127-157 (1999).

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

Gulzar, S., Khan, M.A., "Alleviation of Salinity-Induced Dormancy in Perennial Grasses", *Journal Biologia Plantarum*, 45 (4): 617-619 (2002).

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).

Halhoul, M.N., Kleinberg, I., "Differential Determination of Glucose and Fructose Yielding Substances with Anthrone", *Anal. Biochem.*, 50: 337-343. (1972).

Hanson, A.D., Rathinasabapathi, B., Chamberlin, B., Gage D.A., "Comparative Physiological Evidence that  $\beta$ -Alaninebetaine and Choline-O-Sulfate Act as Compatible Osmolytes in Halophytic *Limonium* Species", *Plant Physiol.*, 97: 1199-1205 (1991).

Hanson, A.D., Rathinasabapathi, B., Rivoal, J., Burnet, M., Dillon, M.O., Age, D.A., "Osmoprotective Compounds in the Plumbaginaceae - A Natural Experiment in Metabolic Engineering of Stress Tolerance", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, USA, 306-310. (1994)

Heidari-Sharifabad, H., Mirzaie-Nodoushan, H., “Salinity-induced growth and some metabolic changes in three *Salsola* species”, *Journal of Arid Environments*, 67 (4): 715-720 (2006).

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).

Hitz, W. D., Ladyman, J. A. R., Hanson, A. D., “Betaine Synthesis and Accumulation in Barley During Field Water-Stress”, *Crop Sci.*, 22: 47-54 (1982).

Hoffman, R., Tufariello, J., Bisson, M.A., “Effect of divalent cations on the sodium Permeability of Chara corallina and fresh water grown Chara Buckelli”, *Journal of Exp. Bot.*, 40: 875-881 (1989).

Hu, C.A., Delauney, A.J., Verma, D.P.S., “A bifunctional enzyme ( $\delta^1$ -pyrroline-5-carboxylate synthetase) catalyzes the first two steps in proline biosynthesis in plants” *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 89: 9354-9358 (1992).

Huang, J., Redmann, R.E., “Responses of growth, morphology, and anatomy to salinity and calcium supply in cultivated and wild barley”, *Can. J. Bot.*, 73: 1859-1866 (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).

Ishitani, M., Xiong, L., Stevenson, B., and Zhu, J. K., “Genetic analysis of osmotic and cold stress signal transduction in *Arabidopsis*, interactions and convergence of abscisic acid-dependent and abscisic acid-independent pathways” *Plant Cell*, 9: 1935-1949 (1997).

Islam, M.N., Wilson C.A., Watkins, T.R., “Nutritional Evaluation of Seashore Mallow Seed *Kosteletzkya virginica*”, *J. Agri. Food Chem.*, 30: 1197- 1198 (1982).

Iyengar, E.R.R., Reddy, M.P., “Photosynthesis in Highly Salt tolerant Plants, Handbook of Photosynthesis”, ed: Pesserkali M., Marshal Dekar, *Baten Rose*, USA, 897-909. (1996).

İnternet: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü “Çoraklık Nedir?” <http://www.khgm.gov.tr/kutuphane/trcoraklik/3.htm>, 2007.

İnternet: Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı “Tuz Gölü” <http://www.ockkb.gov.tr/TR/Icerik.ASP?ID=138>, 2008.

Jacoby, B., "Mechanisms Involved in Salt Tolerance by Plants, Handbook of Plant and Crop Stres", ed: Pessaraki M, **Marckel Dekker, Inc.**, New York, 97-124. (1994).

Jefferies, R.L., Rudmik, T., Eva, D., Eva, M., "Responses of Halophytes to High Salinities and Low Water Potential", **Plant Physiol.**, 64: 989-994 (1979).

Kavi Kishor, P.B., Sangam, S., Amrutha, P. Sri Laxmi, K. R. Naidu, Rao, K. R. S. S., Rao, S., Reddy, K. J., Theriappan P., Sreenivasulu, N., "Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: Its implications in plant growth and abiotic stress tolerance", **Current Science**, 88(3):424-438 (2005).

Kerepesi, I., Galiba, G., "Osmotic and Salt Stress-induced Alteration in Soluble Carbohydrate Content in Wheat Seedlings", **Crop Sci.** 40: 482-487 (2000).

Khan, M.A., Ungar, I.A., Showalter, A.M., Dewald, H.D., "NaCl-induced accumulation of glycinebetaine in four subtropical halophytes from Pakistan", **Physiologia Plantarum**, 102: 487-492 (1998).

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., Ungar, I.A., Showalter, A.M., "Effects of Sodium Chloride Treatments on Growth and Ion Accumulation of the Halophyte *Haloxylon recurvum*", **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, 31: 2763-2774 (2000a).

Khan, M.A., Ungar, I.A., Showalter, A.M., "Effects of Salinity on Growth, Water Relations and Ion Accumulation of the Subtropical Perennial Halophyte *Atriplex griffithii* var. *stockii*", **Annals of Botany**, 85: 225-232 (2000b).

Koheil, M.A.H., Hilal, S.H., El Afly, T.S., Leistner, E., "Quarternary Ammonium Compounds in intact Plant And Cell Suspension Cultures of *Atriplex semibaccata* and *A. halimus* during Osmotic Stres", **Phytochemistry**, 31: 2003-2008 (1992).

Koyro, H.W., "Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* (L.)", **Environmental and Experimental Botany**, 56: 136-146 (2006).

Koyro H. W., Geissler N., Hussin S., "Survival at Extreme Locations: Life Strategies of Halophytes" ed: M. Ashraf et al. Salinity and Water Stress. **Springer Science+Business Media**, 167-177 (2009).

Kuhatkar, D., Kuhad, M.S., "Short-term salinity induced changes in two wheat cultivars at different growth stages", **Biologia Plantarum**, 43(4): 629-632 (2000).

Lambers, H., Blacquirre, T., Stuiver, C. E. E., "Interactions between osmoregulation and the alternative respiratory pathway in *Plantago coronopus* as affected by salinity", *Physiol. Plant.*, 51: 63-68 (1981).

Larcher, W., "Ökophysiologie Der Pflanzen: Salt Stress", *Verlang Eugen Ulmer*, Stuttgart, (1994).

Larcher, W. "Physiological plant ecology. Plants under stress", *Springer*, Austria, 513. (1995).

Lauchli, A., "Responses and adaptation of crops to salinity", *Acta. Hort.*, 192: 243-246 (1986).

Lauchli, A., "Calcium, salinity and plasma membrane, Calcium in Plant Growth and Development", ed: Leonard, R.J., Hepler, P.K., *The American Society of Plant Physiologists Rockville*, M.D., 26- 35 (1990).

Lawlor, D.W., Cornic, G., "Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants", *Plant, Cell and Environment*, 25: 275-294 (2002).

Lazof, D., Cheeseman, J.M., "Sodium and potassium compartmentation and transport across the roots of intact *Spergularia marina*", *Plant Physiology*, 88: 1274-1278 (1988).

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

Lianpeng, Y., Jian, M., Yan, L., "Soil Salt and Nutrient Concentration in the Rhizosphere of Desert Halophytes", *Acta Ecologica Sinica*, 27 (9): 3565-3571 (2007).

Lichtenthaler, H.K., "Chlorophylls and Carotenoids, the Pigments of Photosynthetic Biomembranes", *Methods Enzymol.*, 148: 350-382 (1987).

Liu, J., Zhu, J.K., "An Arabidopsis mutant that requires increased calcium for potassium nutrition and salt tolerance", *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 94: 14960-14964 (1997).

Lutts, S.J.M., Bouharmont, K., Bouharmont, T., "Effect of Salt Stress on Growth, Mineral Nutrition and Proline Accumulation in Relation to Osmotic Adjustment in Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Differing in Salinity Resistance", *Plant Growth Regul.*, 19: 207-218 (1996).

Maathuis, F. J. M., Amtmann, A., "K<sup>+</sup> Nutrition and Na<sup>+</sup> Toxicity: The Basis of Cellular K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> Ratios", *Ann. Bot.*, 84: 123-133 (1999).

Madan, S., Nainawatee, H.S., Jain, R.K., Chowdhury, J.B., "Proline and proline metabolizing enzymes in *in vitro* selected NaCl tolerant *Brassica juncea* L. under salt stress", *Ann. Bot.*, 76: 51-57 (1995).

Magne, C., Larher, F., "Higher Sugar Content of Extracts Interferes with the Colorimetric Determination of Amino Acids and Free Proline", *Analyt. Biochem.*, 200:115-118 (1992).

Malcolm, C. V., Clark, A.J., Swan, T.C., "Plant Collections for Saltland Revegetation and Soil Conservation", *Western Australian department of Agriculture Technical Bull.*, 65, South Perth, (1984).

Mansour, M. M. F., "Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress", *Biol. Plant.*, 43: 491-500 (2000).

Marcum, K.B., Murdoch, C.L., "Salt tolerance of the coastal salt marsh grass, *Sporolobus virginicus* (L). Kunth", *New Phytol.*, 120: 281-288 (1992).

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

Marschner, H., "Mineral Nutrition of Higher Plants", *Academic Press*, London, (1995).

Marschner, H., "Mineral Nutrition of Higher Plants, 2<sup>nd</sup> Edition", *Academic Press*, London, 45-70 (1997).

Morsy, A.A., Youssef, A.M., Mosallam, H.A., Hashem, A.M., Assesment of Selected Species Along Alamein-Wadi El-Natron Desert Road, *Egypt. J. Appl. Sci. Res.*, 4(10): 1276-1284 (2008).

Mulholland, M.M., Otte, M.L., "The Effects of Nitrogen Supply and Salinity on DMSP, Glycinebetaine and Proline Concentration in Leaves of *Spartina anglica*", *Aquat. Bot.*, 72: 193-200 (2002).

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).

Murakeozy, E.P., Nagy, Z., Duhazé, C., Bouchereau, A., Tuba, Z., "Seasonal changes in the levels of compatible osmolytes in three halophytic species of inland saline vegetation in Hungary", *J. Plant Physiol.*, 160: 395-401 (2003).

Muralithran, M.S., Chandler, S., Steveninck, V., “Effects of NaCl and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> on Growth and Solute Composition of Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum*)”, *Aust. J. Plant Physiol.*, 19: 155-160 (1992).

Muthukumarasamy, M., Gupta, S.D., Pannerselvam, R., “Enhancement of peroxidase, polyphenol oxidase and superoxide dismutase activities by triadimefon in NaCl stressed *Raphanus sativus* L.”, *Biol. Plant.*, 43: 317-320 (2000).

Naidu, B.P., “Production of betaine from Australian *Melaleuca* spp. For use in agriculture to reduce plant stress”, *Aus. J. Exp. Agr.*, 43: 1163-1170 (2003).

Nikolopoulous, D., Manetase, Y., “Compatible Solutes and *in Vitro* Stability of *Salsola soda* Enzymes. Proline incompatibility”, *Phytochem.*, 30: 411-413 (1991).

Niu, X., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M., Pardo, J.M., Ion Homeostasis in NaCl Stress Environments, *Plant Physiol.*, 109: 479-486 (1995).

Nuccio, M.L., Rhodes, D., McNeil, S.D., Hason, A.D., Metabolic engineering of plants for osmotic stress resistance, *Curr. Opin. Plant Biol.*, 2: 91-99 (1999).

Nunes, C., de Sousa, S., da Silva, J.M., Fevereiro, M.P., da Silva, A.B., Physiological Responses of the Legume model *Medicago truncatula* cv. Jemalong to Water Deficit, *Environ. Exp. Bot.*, 63: 289-296 (2008).

O'Leary, J.W., “Saline Environments and Halophytic Crops, Arid lands today and tomorrow”, ed: Whitehead E.E., Hutchinson C.F, Timmermann B.N, Varady R.G., *Westview*, Boulder, 773-789 (1988).

O'Leary, J.W., Glenn, E.P., “Global distribution and potential for halophytes, Halophytes as a resource for livestock and rehabilitation of degraded lands”, ed: Squires V.R. and Ayoub A., *Kluwer*, 7-17 (1994).

O'Leary, J.W., “The Agricultural use of native plants on problem soils”, *Monographs on Theoretical And Applied Genetics*, 21: 127-143 (1994).

Orcutt, D.M., Nilsen, E.T., “The Physiology of Plants under Stress, Soil And Biotic Factors”. *John Wiley And Sons*, Toronto, (2000).

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).

Örmeci, C., Ekercin, S., “An assessment of water reserve changes in Salt Lake, Turkey, through multi-temporal Landsat imagery and real-time ground surveys”, *Hydrol. Process.*, DOI: 10. 1002/ hyp.6355 (2007).

Parida, A.K., Das, A.B., Das, P., “NaCl Stress Causes Changes in Photosynthetic Pigments, Proteins and Other Metabolic Components in the Leaves of a True



Mangrove, *Bruguiera parviflora*, in Hydroponic Cultures”, *J. Plant Biol.*, 45: 28-36 (2002).

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

Parks, G.E., Dietrich, M.A, Schumaker, K.S., “Increased vacuolar  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  exchange activity in *Salicornia bigelovii* Torr. in response to NaCl”, *J. Exp. Bot.*, 53: 1055-1065 (2002).

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

Pasternak, D., Malach, Y., “Saline Water Irrigation in Negevdesert in Agriculture and Food Production in Middle East”, *Proceeding of a Conference on Agriculture and Food Production in Middle East*, Athens, Greece, January, 21-26 (1987).

Pennings, S. C., Callaway, R.M., “Salt Marsh Plant Zonation: The Relative Importance of Competition and Physical Factors”, *Ecology*, 73 (2): 681-690 (1992).

Popova, O.V., Golldack, D, “In the halotolerant *Lobularia maritima* (Brassicaceae) salt adaptation correlates with activation of the vacuolar  $\text{H}^+$ -ATPase and the vacuolar  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  antiporter”, *Journal of Plant Physiology* 164, 1278-1288 (2007).

Prakash, L., Prathapasenan, G., “Effects of NaCl Salinity and Putrescine on Shoot Growth, Tissue Ion Concentration and Yield of Rice (*Oryza sativa* L. var. GR-3)”, *J. Agron. & Crop Sci.*, 160: 325-334 (1988).

Qiang LI, W., Xiao-jing, L., Khan M.A., Gul, B., “Relationship Between Soil Characteristics and Halophytic Vegetation in Coastal Region of North China”, *Pak. J. Bot.*, 40(3): 1081-1090 (2008).

Quamme, H.A., Stushnoff, C., “Resistance to Enviromental Stress. “In Methods in Fruit Breeding” (J.N.Moore. J. Janick. Eds.), *Purdue Univ. Pres*, West Lapayette, 242-266 (1983).

Rains, D.W., “Salt transport by plants in relation to salinity”, *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 23: 367-388 (1972).

Ramakrishna, R.S., “Adaptation of to excess Salts in soil, *Frontiers of Plant Science*”, *Prof. P. Parija Felicitation Volume*, ed: Padhi B, Utkal Universtiy, Bhubaneswar, 323-338 (1977).

Ramani, B., Reeck, T., Debez, A., Stelzer, R., Huchzermeyer, B., Schmidt, A., Papenbrock, J., “*Aster tripolium* L. and *Sesuvium portulacastrum* L.: two halophytes, two strategies to survive in saline habitats”, *Plant Physiology and Biochemistry*, 44: (5-6), 395-408 (2006).

Rengel, Z., "The role of calcium in salt toxicity", *Plant Cell & Environment*, 15: 625-632 (1992).

Rhodes, D., Hanson, A.D., "Quaternary Ammonium and Tertiary Sulfonium Compounds in Higher Plants", *Annu. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol.*, 44: 357-384 (1993).

Robinson, M.F, Véry, A., Sanders, D., Mansfield T. A., "How can stomata contribute to salt tolerance?", *Annals. Bot.*, 80: 387-393 (1997).

Rogel, A.J., Hernandez, J., Ortiz-Silla, R., Alcaez, F., "Patterns of Spatial and Temporal Variations in Soil Salinity: Example of a Salt Marsh in a Semiarid Climate", *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 11: 315-329 (1997).

Rogel, J.Á., Silla, R.O., Ariza, F.A., "Edaphic characterization and soil ionic composition influencing plant zonation in a semiarid Mediterranean salt marsh", *Geoderma*, 99: 81-98 (2001).

Sandres, D., Brownlee, C., Harper, J.F., "Communicating with Calcium", *Plant Cell*, 11: 691-706 (1999).

Seemann, R., Critchley, C., Effects of Salt Stress on the Growth, Ion Content, Stomatal Behaviour and Photosynthetic Capacity of a Salt-Sensitive Species, *Phaseolus vulgaris* L, *Planta*, 164: 151-162 (1985).

Serrano, R., Gaxiola, R., "Microbial Models and Salt Stress Tolerance in Plants", *Crit. Rev. Plant. Sci.*, 13: 121-138 (1994).

Serrano, R., Mulet, J., Rios, G., Marquez, J., Larrinoa, I., Leube, M., Mendizabal, I., Pascual-Ahuir, A., Proft, M., Ros, R., Montesinos, C., "A glimpse of the mechanism of ion homeostasis during salt stress", *J. Exp. Bot.*, 50: 1023-1036 (1999).

Shannon, M.C., "Principles and strategies in breeding for higher salt tolerance", *Plant and soil*, 89: 227-41 (1995).

Sharma, S.K., Gupta, I. C., "Saline Environment and Plant Growth", *Agro-Botanical Publ.* (India), Bikaner, (1986).

Shi, H.Z., H. Shi, M. Ishitani and J.K. Zhu, "The *Arabidopsis thaliana* salt tolerance gene SOS1 encodes a putative Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> antiporter", *Proc Natl Acad Sci USA* 97: 6896-6901 (2000).

Shi, H.Z., Zhu, J.K., "Regulation of expression of the vacuolar Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> antiporter gene AtNHX1 by salt stress and abscisic acid", *Plant Mol. Biol.*, 50: 543-550 (2002).

Singh, D.K., Peter, W.G., Pallaghy, C.K., Singh, V., Role of Proline and Leaf Expansion Rate in the Recovery of Stressed White Clover Leaves With Increased Phosphorus Concentration, *New Phytol.*, 146, 261-269, (2000).

Smirnoff, N. and Cumbes, Q.J., "Hydroxyl Radical Scavenging Activity of Compatible Solutes", *Phytochemistry*, 28: 1057-1060 (1989).

Somers, G. F., "Food and Economic Plants, General Review In a San Pietro". *Biosaline Research. Phlenum Press*, NewYork, 127-148 (1982).

Song, J., Feng, G., Tian, C.Y., Zhang, F.S., "Osmotic Adjustment Traits of *Suaeda physophora*, *Haloxylon ammodendron* and *Haloxylon persicum* in Field or Controlled Conditions", *Plant Science*, 170: 113-119 (2006).

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).

Stewart, G.R., Lee, J.A., "The Role of Proline Accumulation in Halophytes", *Planta*, 120: 279-289 (1974).

Stewart, G.R., Larher, F., Ahmad, I., Lee, J.A., "Nitrogen Metabolism and Salt Tolerance in Higher Plant Halophytes, Ecological Processes in Costal Environments", *The First European Ecological Symposium and the 19th Symposium of the British Ecological Society Norwich*, 12-16 Septemner 1977. (R.L. Jefferies and A.J. Davy Eds), Blackwell Scientific Publications. Oxford London Edinburg Melborn, 211-227. (1979).

Storey, R., Wyn Jones, R.G., "Betaine and Choline Levels in Plants and their Relationship to NaCl Stres", *Plant Sci. Lett.*, 4: 161-168 (1975).

Storey, R., Wyn Jones, R.G., "Quarternary Ammonium Compounds in Plants Relation to Salt Resistance", *Phytochemistry*, 16: 447-453 (1977).

Storey, R., Wyn Jones, R.G., "Responses of *Atriplex spongiosa* and *Suaeda monica* to Salinity", *Plant Physiology*, 63: 156-162 (1979).

Strogonov, B.P., "Physiological Basis of Salt Tolerance of Plants", *Acad. Sci. USSR*, ed:Davey and Co., New York, (1964).

Suarez, D. L., Grieve, C.M., Predicting Cation Ratios in Corn from Saline Solution Composition, *Journal of Experimental Botany*, 39: 605-612 (1988).

Szabolcs, I., “Desertification and Salinization. Plant Salinity Research New Challenges”, R. Choukr-Allah. I.A.V. *Hassan II and ISESCO*, Agadir, Morocco, 3-19 (1991)

Tester, M., Davenport R., “Na<sup>+</sup> Tolerance and Na<sup>+</sup> Transport in Higher Plants”, *Ann. Bot.*, 91: 503-527 (2003).

Tıprıdamaz, R., Gagneul, D., Duhaze, C., Ainouche, A., Monnier, C., Ozkum, D., Larher, F., “Clustering of Halophytes From an inland Salt Marsh in Turkey According to Their Ability to Accumulate Sodium and Nitrogenous Osmolytes”, *Environmental and Experimental Botany*, 57: 139-153 (2006).

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

Tüzüner, A., “Toprak ve Su Analiz El Kitabı”, *Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü*, Ankara, (1990).

Ungar, I.A., Benner, D.K., McGraw, D.C., The Distribution and Growth of *Salicornia europaea* on an Inland Salt Pan. *Ecology*, 60, 329-336, (1979).

Ungar, I.A., “Are Biotic Factors Significant in Influencing the Distribution of Halophytes in Saline Habitats?”, *Bot. Rev.*, 64: 176-190 (1998).

Venkatesalu, V., Raj Kumar, R., Chellappan, K.P., “Sodium Chloride Stress on Organic Constituents of *Sesuvium portulacastrum* L., a Salt Marsh Halophyte”, *Journal of Plant Nutrition*, 17(10): 1635 - 1645 (1994).

Vicente, O., Boscaiu, M., Naranjo, M. A., Esterelles, E., Belles, J. M., Soriano, P., “Responses to Salt Stress in The Halophyte *Plantago crassifolia* (Plantaginaceae)”, *Journal of Arid Environments*, 58: 463-481 (2004).

Villora, G., Pulgar, G., Moreno, D.A., Romero, L., “Salinity Treatments and Their Effect on Nutrient Concentration in Zucchini Plants (*Cucurbit pepo* L. var. *moschata*)”, *Aust. J. Exp. Agric.*, 37: 605-608 (1997).

Volkov, V., Wang, B., Dominy, P.J., Fricke, W., Amtmann, A., “*Thellungiella halophila*, a Salt-tolerant Relative of *Arabidopsis thaliana*, Possesses Effective Mechanisms to Discriminate Between Potassium and Sodium”, *Plant Cell Environ.*, 27: 1-14 (2003).

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

Walbot, V., Cullis, C.A., "Rapid genomic change in higher plants", *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 36: 367-396 (1985).

Wang, Y., Nil, N., "Changes in Chlorophyll, Ribulose Biphosphate Carboxylase-Oxygenase, Glycine Betaine Content, Photosynthesis and Transpiration in *Amaranthus tricolor* Leaves During Salt Stres", *J. Hortic. Sci. Biotechnol.*, 75: 623-627 (2000).

Warren, G., Mckown, R., Martin, A. L., Teutonico, V., "Isolation of mutations affecting the development of freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana* (L.)" *Heynh. Plant Physiol.*, 111: 1011-1019 (1996).

Watson, M.C., "Atriplex species as irrigated forage crops", *Agric. Ecosyst. Environ.*, 32: 107-118 (1990).

Weimberg,R.,Lerner, H.R, Poljakoff-Mayber, A., "A relationship between potassium and proline accumulation in salt- stressed *Sorghum bicolor*", *Physiol. Plant.*, 55: 5-10 (1982).

Weimberg, R., "Growth and Solute Accumulation in 6 Week Old Seedling of *Agropyron elongatum* Stressed with Sodium and Potassium Salts", *Plant Physiol.*, 67: 229-235 (1986).

Werner, J. E., Finkelstein, R. R. "Arabidopsis mutants with reduced response to NaCl and osmotic stress", *Physiol. Plant.* 93: 659–666 (1995).

White, P.J., "The molecular mechanism of sodium influx to root cells", *Trends Plant Sci.*, 4: 245-246 (1999).

Xiong, L., Schumaker, K. S., Zhu, J.-K., "Cell signaling during cold, drought, and salt stress", *Plant Cell*,14: 165-183 (2002).

Whittington, J., Smith, F.A., "Calcium Salinity Interactions Affect Ion Transport in *Chara corallina*", *Plant Cell Environ.*, 15: 727-733 (1992).

Wyn Jones, R.G., Storey,R., "Salt stress and comparative physiology in the Gramineae, Glycinebetaine and proline accumulation in two salt- and-water-stressed barley cultivars". *Aust. J. Plant Physiol.*, 5: 817-829 (1978).

Wyn Jones, R.G., "Salt Tolerance. Physiological Processes Limiting Plant Productivity", ed: Johnson C.B., *Butterworths*, London, 271-292 (1981).

Wyn Jones, R.G., Gorham, J., McDonnell, E., "Organic and Inorganic Solute Contents as Selection Criteria for Salt Tolerance in the Triticeae, Salinity Tolerance in Plants: Strategies for Crop Improvement", ed: Staples R. and Toennissen G.H., *Wiley and Sons*, New York, 189-203 (1984).

Wyn Jones, R.G., Gorham, J., “Intra- and Inter-Cellular Compartmentation of Ions- A Study in Specificity And Plasticity, Salinity: Environment-Plants-Molecules”, ed: Lauchli A., Lüttge U., **Kluwer**, Dordrecht, Netherlands, 159-180 (2002).

Yancey, P.H., “Compatible and Counteracting Solutes. Celular and Molecular Physiology of Cell Volume Regulation”, ed: Strange S.K, **CRC Press**, Boca Raton, FL, 81-109 (1994).

Yasseen, B.T., Abu-Al-Basal, M.A., “Ecophysiology of *Limonium axillare* and *Avicennia marina* from the coastline of Arabian Gulf-Qatar”, **J Coast Conserv.**, 12: 35-42 (2008).

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).

Yensen, N.P., Yensen, S., “Development of a rare halophyte grain: prospects for reclamation of salt- ruined lands”, **J. Wash. Acad. Sci.**, 77: 209-214 (1987).

Yeo, A.R., Flowers, T.J., “Salinity resistance in rice (*Oryza sativa*, L.) and a pyramiding approach to breeding varieties for salin soils”, **Aust. J. Plant Physiol.**, 13: 161- 173 (1986).

Yeo, A.R., Lee K.-S., Izard P., Boursier P.J., Flowers T.J., “Short- and long-term effects of salinity on leaf growth in rice (*Oryza sativa* L.)”, **Journal of Experimental Botany**, 42: 881- 889 (1991).

Yeo, A., “Molecular biology of salt tolerance in the context of whole-plant physiology”, **Journal of Experimental Botany**, 49: 915-929 (1998).

Yoshiba, Y., Kiyosue, T., Nakashima, K., Yanaguchi-Shinozaki, K. Y.,Shinozaki, K., “Regulation of levels of proline as an osmolyte in plants underwater stres”, **Plant Cell Physiol.**, 38(10): 1095-1102 (1997).

Youssef, A. M., Hassanein, R. A., Hassanein, A. A., Morsy, A. A., “Changes in Quarternary Ammonium Compounds, Proline and Protein Profiles of Certain Halophytic Plants under Different Habitat Conditions”, **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 6 (10): 867-882 (2003).

Youssef, A. M., “Salt Tolerance Mechanisms in Some Halophytes from Saudi Arabia and Egypt”, **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, 5 (3): 191-206, (2009).

Yu, B., Gong, H, Liu, Y., “Effects of calcium on lipid composition and function of plasma membrane and tonoplast vesicles isolated from roots of barley seedlings under salt stres”, **J.Plant Nutr.**, 21: 1589-1600 (1998).

Zhang, H.T., Blum, N., Blum, A., “Genetic Analysis of Osmotic Adjustment in Crop Plants”, *J. Exp. Bot.*, 50: 291-302 (1999).

Zhao, K.F., Fan H., Song, J., Sun, M.X., Wang, B.Z., Zhang, S.Q., Ungar, I.A., “Two Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> hyperaccumulators of the Chenopodiaceae”, *Journal of Integrative Plant Biology*, 47: 311-318 (2005).

Zhong, H., Läuchli, A., “Spatial distribution of solutes, K, Na, Ca and their deposition rates in the growth zone of primary cotton roots: Effects of NaCl and CaCl<sub>2</sub>”, *Planta*, 194: 34-41, (1994).

Zhu, J.K., Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., “Molecular aspects of osmotic stress in plants”, *Crit. Rev. Plant Sci.*, 16: 253–277 (1997).

Zhu, Z.K., “Plant Salt Tolerance”, *Trends Plant Sci.*, 6: 66-71. (2001).

Zhu, J.K., “Salt and Drought Stress Signal Transduction in Plants”, *Annu. Rev. Plant Biol.*, 53: 247-273 (2002).

Zhu, J.K., “Regulation of ion homeostasis under salt stress”, *Curr. Opin. Plant Biol.*, 6: 441-445 (2003).

**EKLER**





EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK									BİTKİ																
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>2+</sup> (me/l)	Mg <sup>2+</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g.TA)	Prolin (µmol/g KA)	Na <sup>+</sup> (mg/g KA)	Cl <sup>-</sup> (mg/g KA)	K <sup>+</sup> (mg/g KA)	Mg <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Ca <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	Glukoz (mg/g KA)	Fruktoz (mg/g KA)	GB (µmol/g KA)	COS (µmol/g KA)	Cho (µmol/g KA)	βAB (µmol/g KA)
				2	21-23 Eylül 2007	2	8,1	2,35	5,5	1,47	2,48	17,14	3,5	0,8	22,29	2,28	16,45	17,85	0,6	19,95	12,6	4,1	0,89	0,53	4,35	0,008	1,556	1,857	10,38
3	21-23 Eylül 2007	3	7,61	1,4	2,8	0,62	1,59	6,82	4,5	1,6	5,73	1,76	40,17	60	1,20	10,8	12,6	4,5	5,56	0,15	13,33	0,011	1,721	1,797	22,87	0	0	0	
	02-03 Mayıs 2008																												
	06 Haziran 2008																												
	04 Temmuz 2008											1,963	21,13	17,1	0,117	16,5	46,7	23,3	1,04	0,49	0,73	0,238	88,4	85,67	0	0	4,11	0	
	25 Temmuz 2008	3	8,25	75	755	3	29,29	35,32	7,34	61,13	753,47	5,934	16,1	15	0,233	27	75,8	21,8	0,56	0,64	0,69	0,362	62,71	47,72	0	0	1,66	0	
	25 Temmuz 2008	3	7,2	14,4	97	9	32,44	25,78	2,11	69,41	92,7	9,605	20,78	37,5	0,379	10,5	57,8	26,3	3,57	0,22	1,43	1,733	89,65	92,18	0	0	0	0	
	10-12. Ekim 2008																												

EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK									BİTKİ																
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>+2</sup> (me/l)	Mg <sup>+2</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g.TA)	Prolin (µmol/g KA)	Na <sup>+</sup> (mg/g KA)	Cl <sup>-</sup> (mg/g KA)	K <sup>+</sup> (mg/g KA)	Mg <sup>+2</sup> (mg/g KA)	Ca <sup>+2</sup> (mg/g KA)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>+2</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	Glukoz (mg/g KA)	Fruktoz (mg/g KA)	GB (µmol/g KA)	COS (µmol/g KA)	Cho (µmol/g KA)	βAB (µmol/g KA)
				3	<i>Silene salsuginea</i>	21-23 Eylül 2007	3	7,61	1,4	2,8	0,62	1,59	6,82	4,5	1,6	5,73	2,5	38,79	28,95	0,82	15,45	13	5,3	1,87	0,35	5,46		1,719	3,,701
		02-03 Mayıs 2008	2	8,44	12,57	83	10	2,39	47,66	6,77	72,68	62,54	14,361	1,53	15	0,058	37,5	40,2	18	0,4	0,71	0,83	0,081	112,7	64,35	4,2	5,48	8,75	0
		06 Haziran 2008	2	8,25	6,76	43	5	0,48	17,83	3,07	31,74	30,35	3,92	14,55	34,5	0,699	16,5	43,5	18,8	2,09	0,32	1,84	2,161	85,37	32,26	0	0	0	0
		04 Temmuz 2008																											
		25 Temmuz 2008																											
		10-12 Ekim 2008	2	8,42	25,3	229	35	1,24	36,79	3,22	218,5	77,81	0,424	1,73	21	0,554	12,6	60	18,8	1,67	0,38	1,12	1,477	60,41	47,9	3,85	0	0	0

EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK									BİTKİ																	
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>+2</sup> (me/l)	Mg <sup>+2</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g.TA)	Prolin (µmol/g KA)	Na <sup>+</sup> (mg/g KA)	Cl <sup>-</sup> (mg/g KA)	K <sup>+</sup> (mg/g KA)	Mg <sup>+2</sup> (mg/g KA)	Ca <sup>+2</sup> (mg/g KA)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>+2</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	Glukoz (mg/g KA)	Fruktoz (mg/g KA)	GB (µmol/g KA)	COS (µmol/g KA)	Cho (µmol/g KA)	βAB (µmol/g KA)	
				4	<i>Kalidopsis wogenitzii</i>	21-23 Eylül 2007	2	7,62	9,95	55	2	9,91	13,16	2	1,88	76,19	45,62	5,37	129,6	2,33	18,3	10,9	0,6	7,08	0,12	216	0,014	1,198	3,522	480,38
		02-03 Mayıs 2008																												
		06 Haziran 2008																												
		04 Temmuz 2008																												
		25 Temmuz 2008																												
		10-12. Ekim 2008	2	7,4	45,2	325	13	87,77	92,52	2,74	479,5	36	0,712	1,39	87	2,916	18,6	44,3	15,8	4,68	0,18	5,51	16,555	271,6	216,65	216,79	1,33	2,45	0	

EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK									BİTKİ																	
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>+2</sup> (me/l)	Mg <sup>+2</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g.TA)	Prolin (µmol/g KA)	Na <sup>+</sup> (mg/g KA)	Cl <sup>-</sup> (mg/g KA)	K <sup>+</sup> (mg/g KA)	Mg <sup>+2</sup> (mg/g KA)	Ca <sup>+2</sup> (mg/g KA)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>+2</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	Glukoz (mg/g KA)	Fruktoz (mg/g KA)	GB (µmol/g KA)	COS (µmol/g KA)	Cho (µmol/g KA)	βAB (µmol/g KA)	
				5	<i>Salsola stenoptera</i>	21-23 Eylül 2007	1	8,17	90,1	830	26	40,63	239,57	15	220,9	900,3	-	6,75	109,5	2,74	31,2	11,6	0,8	3,51	0,22	136,88	0,017	1,669	4,181	35,23
		21-23 Eylül 2007	3	7,32	48,38	255	10	8,92	334,79	30	126,9	451,81	--	9	84,6	2,36	17,7	13	5,4	4,78	0,17	15,67	0,017	2,846	3,647	35,7	0	0	0	
		02-03 Mayıs 2008																												
		06 Haziran 2008																												
		04 Temmuz 2008																												
		25 Temmuz 2008																												
		10-12. Ekim 2008	1	7,65	1,9	3,75	0,27	10,59	5	1,78	0,41	17,42	0,224	1,21	69	2,595	18	39	6,8	3,83	0,21	10,15	12,543	96,45	122,28	89,78	0	0	0	
		10-12. Ekim 2008	1	8,06	138	900	68	35,78	379,26	4,18	1263,85	110,88	0,222	1,3	51	2,414	22,5	33	14,3	2,27	0,31	3,57	7,886	204,82	67,07	419,88	0	0	0	

EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK									BİTKİ																	
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>2+</sup> (me/l)	Mg <sup>2+</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g.TA)	Prolin (µmol/g K.A)	Na <sup>+</sup> (mg/g K.A)	Cl <sup>-</sup> (mg/g K.A)	K <sup>+</sup> (mg/g K.A)	Mg <sup>2+</sup> (mg/g K.A)	Ca <sup>2+</sup> (mg/g K.A)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	Glukoz (mg/g K.A)	Fruktoz (mg/g K.A)	GB (µmol/g K.A)	COS (µmol/g K.A)	Cho (µmol/g K.A)	βAB (µmol/g K.A)	
				6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	21-23 , Eylül 2007	3	7,81	78	790	8	19,03	147,22	45	28,2	891,05	8,45	33,25	77,4	2,07	20,7	11,3	2,4	3,74	0,21	32,25	0,017	3,501	3,476	583,22
		02-03 Mayıs 2008																												
		06 Haziran 2008																												
		04 Temmuz 2008	3	7,88	12,75	102	0,98	20,22	9,64	3,02	11,32	118,5	17,38	2,42	67,5	1,021	18	10,1	17,3	3,75	0,21	3,9	4,85	84,19	47,03	168,44	0	0	0	
		25 Temmuz 2008	3	8,25	75	755	3	29,29	35,32	7,34	61,13	753,47	5,669	4,5	85,5	1,895	18,6	37,5	12,8	4,6	0,18	6,68	10,606	61,89	197,37	173,69	0	0	0	
		10-12. Ekim 2008																												

EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK								BİTKİ																		
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>+2</sup> (me/l)	Mg <sup>+2</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g.TA)	Prolin (µmol/g K.A)	Na <sup>+</sup> (mg/g K.A)	Cl <sup>-</sup> (mg/g K.A)	K <sup>+</sup> (mg/g K.A)	Mg <sup>+2</sup> (mg/g K.A)	Ca <sup>+2</sup> (mg/g K.A)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>+2</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Kation	Glukoz (mg/g K.A)	Fruktoz (mg/g K.A)	GB (µmol/g K.A)	COS (µmol/g K.A)	Cho (µmol/g K.A)	βAB (µmol/g K.A)	
7	<i>Hypericum salicagineum</i>	21-23, Eylül 2007	2	8,23	22,7	135	9	1,88	75,92	4,25	3,1	214,45	27,54	17,14	7,05	0,09	13,65	10,8	2,8	0,52	0,66	2,52	0,002	2,489	1,213	17,85	0	2,98	0	
		02-03 Mayıs 2008																												
		06 Haziran 2008																												
		04 Temmuz 2008	2	7,64	30	178	12	20,42	142,88	3,17	258,75	91,38	9,907	25,63	4,5	0,029	9	44,6	9,8	0,5	0,67	0,46	0,044	299,45	216,05	0	0	0	0	
		25 Temmuz 2008	2	8,32	31,2	218	26	15,67	136,55	3,21	265,7	95,42	35,24	6,23	3	0,058	7,5	5,4	19,1	0,4	0,71	0,16	0,081	99,32	246,83	18,32	22,75	14,82	0	
		10-12 Ekim 2008																												











EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK									BİTKİ																	
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>2+</sup> (me/l)	Mg <sup>2+</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g TA)	Prolin (µmol/g KA)	Na <sup>+</sup> (mg/g KA)	Cl <sup>-</sup> (mg/g KA)	K <sup>+</sup> (mg/g KA)	Mg <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Ca <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	Glukoz (mg/g KA)	Fruktoz (mg/g KA)	GB (µmol/g KA)	COS (µmol/g KA)	Cho (µmol/g KA)	βAB (µmol/g KA)	
				12	<i>Achillea sieheana</i>	21-23 , Eylül 2007	3	7,61	1,4	2,8	0,62	1,59	6,82	4,5	1,6	5,73	29,88	29,94	28,35	0,28	10,05	11,8	3,9	2,82	0,26	7,27	0,004	17,58	7,68	0
		02-03 Mayıs 2008																												
		06 Haziran 2008																												
		04 Temmuz 2008																												
		25 Temmuz 2008																												
		10-12 Ekim 2008																												

EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK									BİTKİ																	
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>2+</sup> (me/l)	Mg <sup>2+</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g.TA)	Prolin (µmol/g KA)	Na <sup>+</sup> (mg/g KA)	Cl <sup>-</sup> (mg/g KA)	K <sup>+</sup> (mg/g KA)	Mg <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Ca <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Kation	Glukoz (mg/g KA)	Fruktoz (mg/g KA)	GB (µmol/g KA)	COS (µmol/g KA)	Cho (µmol/g KA)	βAB (µmol/g KA)	
13	<i>Onopordum davisii</i>	21-23 , Eylül 2007	2	8,1	2,35	5,5	1,47	2,48	17,14	3,5	0,8	22,29	-	21,13	7,2	0,43	26,85	12,4	2,1	0,27	0,79	3,43	0,007	10,188	16,06	0	0	0	0	
		02-03 Mayıs 2008	3	7,64	41,2	274	15	29,76	104,98	3,41	271,4	148,93	31,15	43,03	16,5	1,195	38,1	17,1	22,5	0,43	0,7	0,73	1,713	176,97	129,86	0	0	14,93	0	
		06 Haziran 2008																												
		04 Temmuz 2008	3	7,86	11,34	61	6	14,88	47,75	3,79	48,35	77,49	16,526	29,78	18	0,379	25,5	76,2	33	0,71	0,59	0,55	0,647	218,98	138,36	0	0	0	0	
		25 Temmuz 2008	3	7,2	14,4	97	9	32,44	25,78	2,11	69,41	92,7	19,224	29,61	9	1,079	27	56,3	33	0,33	0,75	0,27	1,439	106,76	258,96	15,87	16,33	0	6,53	
		10-12. Ekim 2008																												



EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK								BİTKİ																		
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>+2</sup> (me/l)	Mg <sup>+2</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g.TA)	Prolin (µmol/g KA)	Na <sup>+</sup> (mg/g KA)	Cl <sup>-</sup> (mg/g KA)	K <sup>+</sup> (mg/g KA)	Mg <sup>+2</sup> (mg/g KA)	Ca <sup>+2</sup> (mg/g KA)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>+2</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Kation	Glukoz (mg/g KA)	Fruktoz (mg/g KA)	GB (µmol/g KA)	COS (µmol/g KA)	Cho (µmol/g KA)	βAB (µmol/g KA)	
15	<i>Scorzonera hieracifolia</i>	21-23 , Eylül 2007	2	8,23	22,7	135	9	1,88	75,92	4,25	3,1	214,45	10,67	40,87	35,7	2,19	12,75	11,9	1,5	2,8	0,26	23,8	0,029	1,055	0,467	0	0	0	0	
		02-03 Mayıs 2008	3	7,85	6,19	38	1,14	22,71	6,5	1,97	4,05	62,33	19,67	43,64	39	1,633	21	48,5	23,3	1,86	0,35	1,67	4,666	186,8	133,29	0	0	15,54	0	
		06 Haziran 2008																												
		04 Temmuz 2008	2	7,64	30	178	12	20,42	142,88	3,17	258,75	91,38	10,956	34,63	34,5	1,341	12	45,5	13,5	2,88	0,26	2,56	5,196	263,03	132,89	0	0	0	0	
		25 Temmuz 2008	3	7,2	14,4	97	9	32,44	25,78	2,11	69,41	92,7	2,298	35,33	19,5	0,729	12	73,7	22,5	1,63	0,38	0,87	1,914	104,62	161,08	4,55	5,72	1,87	0	
		25 Temmuz 2008	2	8,32	31,2	218	26	15,67	136,55	3,21	265,72	95,42	5,927	22,51	30	1,72	15	81,6	18	2	0,33	1,67	5,16	147,21	133,69	4,03	1,4	1,93	0	
		10-12. Ekim 2008																												









EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK									BİTKİ																	
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>2+</sup> (me/l)	Mg <sup>2+</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g.TA)	Prolin (µmol/g KA)	Na <sup>+</sup> (mg/g KA)	Cl <sup>-</sup> (mg/g KA)	K <sup>+</sup> (mg/g KA)	Mg <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Ca <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	Glukoz (mg/g KA)	Fruktoz (mg/g KA)	GB (µmol/g KA)	COS (µmol/g KA)	Cho (µmol/g KA)	βAB (µmol/g KA)	
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	21-23 , Eylül 2007	3	7,81	78	790	8	19,03	147,22	45	28,2	891,05	4,75	34,63	49,95	1,76	16,5	11,9	4,1	3,03	0,25	12,18	0,018	2,366	0,296	0	0	0	0	
		02-03 Mayıs 2008	3	7,85	6,19	38	1,14	22,71	6,5	1,97	4,05	62,33	6,541	32,55	66	2,157	25,5	6,8	32,3	2,59	0,28	2,04	7,74	169,01	93,33	0	0	0	0	
		06 Haziran 2008																												
		04 Temmuz 2008	3	7,88	12,75	102	0,98	20,22	9,64	3,02	11,32	118,5	17,004	28,4	67,5	2,069	16,5	18,2	18,8	4,09	0,2	3,59	10,533	137,75	76,05	5,48	0	2,1	0	
		04 Temmuz 2008	3	7,86	11,34	61	6	14,88	47,75	3,79	48,35	77,49	21,68	29,09	24	1,37	22,5	40,5	33,8	1,07	0,48	0,71	2,831	210,6	59,28	0	5,37	1,63	0,47	
		25 Temmuz 2008	3	8,25	75	755	3	29,29	35,32	7,34	61,13	753,47	2,339	33,77	45	2,245	24	75,8	19,5	1,88	0,35	2,31	6,454	126,64	97,21	0	0	0	0	
		25 Temmuz 2008	3	7,2	14,4	97	9	32,44	25,78	2,11	69,41	92,7	9,634	21,13	27	1,837	24	73,8	27	1,13	0,47	1	3,904	90,44	127,78	0	0	0	0	
		10-12. Ekim 2008																												

EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK								BİTKİ																			
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>2+</sup> (me/l)	Mg <sup>2+</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g.TA)	Prolin (µmol/g KA)	Na <sup>+</sup> (mg/g KA)	Cl <sup>-</sup> (mg/g KA)	K <sup>+</sup> (mg/g KA)	Mg <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Ca <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	Glukoz (mg/g KA)	Fruktoz (mg/g KA)	GB (µmol/g KA)	COS (µmol/g KA)	Cho (µmol/g KA)	βAB (µmol/g KA)		
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	21-23 , Eylül 2007	2	8,23	22,7	135	9	1,88	75,92	4,25	3,1	214,45	11,37	24,94	32,1	2,13	16,95	12	1,6	1,89	0,35	20,06	0,028	1,863	0,872	0	0	0	0		
		02-03 Mayıs 2008																													
		06 Haziran 2008																													
		04 Temmuz 2008																													
		25 Temmuz 2008																													
		10-12. Ekim 2008	2	8,42	25,3	229	35	1,24	36,79	3,22	218,5	77,81	0,493	1,47	19,5	2,507	9	45	18	2,17	0,32	1,08	7,939	192,26	88,8	0	0	0	0	0	

EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK									BİTKİ																
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>2+</sup> (me/l)	Mg <sup>2+</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g.TA)	Prolin (µmol/g KA)	Na <sup>+</sup> (mg/g KA)	Cl <sup>-</sup> (mg/g KA)	K <sup>+</sup> (mg/g KA)	Mg <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Ca <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	Glukoz (mg/g KA)	Fruktoz (mg/g KA)	GB (µmol/g KA)	COS (µmol/g KA)	Cho (µmol/g KA)	βAB (µmol/g KA)
				21	<i>Onosma halophilum</i>	21-23 , Eylül 2007	3	7,32	48,38	255	10	8,92	334,79	30	126,9	451,81	10,66	14,72	18,9	0,33	13,2	12,4	7,1	1,43	0,41	2,66		2,949	3,486
		02-03 Mayıs 2008																											
		06 Haziran 2008																											
		04 Temmuz 2008	2	7,64	30	178	12	20,42	142,88	3,17	258,75	91,38	14,373	6,23	6,9	0,029	24	13,2	39	0,29	0,78	0,18	0,037	287,87	201,56	10,73	9,22	8,05	0
		25 Temmuz 2008	2	8,32	31,2	218	26	15,67	136,55	3,21	265,72	95,42	65,7	4,33	7,5	0,321	37,5	46,7	39	0,2	0,83	0,19	0,385	115,09	148,2	5,95	7,96	6,56	0
		10-12. Ekim 2008																											

EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK								BİTKİ																			
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>2+</sup> (me/l)	Mg <sup>2+</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g.TA)	Prolin (µmol/g KA)	Na <sup>+</sup> (mg/g KA)	Cl <sup>-</sup> (mg/g KA)	K <sup>+</sup> (mg/g KA)	Mg <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Ca <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	Glukoz (mg/g KA)	Fruktoz (mg/g KA)	GB (µmol/g KA)	COS (µmol/g KA)	Cho (µmol/g KA)	βAB (µmol/g KA)		
22	<i>Verbascum pyrolifforme</i>	21-23 , Eylül 2007	2	7,86	81,5	830	29	17,84	417,87	25	197,4	1072,3	6,49	9,52	234	0,28	27,16	12,1	2,8	0,86	0,54	83,57	0,004	12,871	8,24	1,4	0	0,35	0		
		21-23 , Eylül 2007	3	7,32	48,38	255	10	8,92	334,79	30	126,9	451,81	21,97	8,4	16,65	0,78	8,1	12,2	3,3	2,06	0,33	5,05	0,014	8,13	1,419	0	0	0	0		
		02-03 Mayıs 2008																													
		06 Haziran 2008																													
		04 Temmuz 2008	2	7,64	30	178	12	20,42	142,88	3,17	258,75	91,38	3,735	13,85	27	1,749	15	77,7	15	1,8	0,36	1,8	4,897	214,2	179,4	0	0	0	0	0	
		25 Temmuz 2008	2	8,32	31,2	218	26	15,67	136,55	3,21	265,72	95,42	13,632	4,5	15	0,117	15	43,5	18,8	1	0,5	0,8	0,234	106,94	248,14	0	0	0	0	0	
		10-12. Ekim .2008	2	8,42	25,3	229	35	1,24	36,79	3,22	218,5	77,81	0,534	0,78	15	0,7	9	32,3	14,3	1,67	0,38	1,05	1,867	296,66	253,71	8,58	0	1,14	0	0	

EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK										BİTKİ																
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>+2</sup> (me/l)	Mg <sup>+2</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g.TA)	Prolin (µmol/g KA)	Na <sup>+</sup> (mg/g KA)	Cl <sup>-</sup> (mg/g KA)	K <sup>+</sup> (mg/g KA)	Mg <sup>+2</sup> (mg/g KA)	Ca <sup>+2</sup> (mg/g KA)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>+2</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	Glukoz (mg/g KA)	Fruktoz (mg/g KA)	GB (µmol/g KA)	COS (µmol/g KA)	Cho (µmol/g KA)	βAB (µmol/g KA)	
23	<i>Salvia halophila</i>	21-23 Eylül 2007	2	8,19	5,4	35,75	1,67	3,77	7,35	8,75	5,17	34,61	10,03	45,02	13,5	3,11	21,75	12,5	1,8	0,62	0,62	7,5	0,048	2,57	1,079	5,48	0	6,53	0	
		21-23 Eylül 2007	2	8,23	22,7	135	9	1,88	75,92	4,25	3,1	214,45	33,22	59,57	22,95	3,24	31,8	12	1	1,33	0,43	22,95	0,04	0,594	1,695	0	0	11,03	0	
		21-23 Eylül 2007	3	7,32	48,38	255	10	8,92	334,79	30	126,9	451,81	12,69	59,57	35,1	3,77	26,4	12,2	3,8			9,24	0,04	4,096	0,761	6,74	0	0,26	0	
		02-03 Mayıs 2008	3	7,64	41,2	274	15	29,76	104,98	3,41	271,4	148,93	13,599	32,1	28,5	2,712	24	13	18	1,19	0,46	1,58	5,933	234,47	155,69	0	0	0	0	
		06 Haz 2008																												
		04 Tem 2008	3	7,86	11,3	61	6	14,8	47,7	3,79	48,3	77,5	10,7	20,9	18	1,57	19,5	35,1	50,3	0,92	0,52	0,36	3,03	208,46	94,9	0	0	0	0	
		04 Tem 2008	2	7,64	30	178	12	20,42	142,88	3,17	258,75	91,38	11,196	16,1	16,5	2,099	21	82,7	23,3	0,79	0,56	0,71	3,748	298,09	175,03	0	0	5,6	0	
		25 Tem 2008	3	7,2	14,4	97	9	32,4	25,7	2,11	69,4	92,7	9,30	33,2	21	2,89	33	58,5	23,3	0,64	0,61	0,9	4,723	159,5	182	0	0	0	0	
		25 Tem 2008	2	8,32	31,2	218	26	15,67	136,55	3,21	265,72	95,42	5,796	27,71	22,5	1,982	24	60,8	30	0,94	0,52	0,75	3,84	145,21	155,49	0	0	0	0	
		10-12 Ekim 2008																												

EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK									BİTKİ																
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>2+</sup> (me/l)	Mg <sup>2+</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g.TA)	Prolin (µmol/g KA)	Na <sup>+</sup> (mg/g KA)	Cl <sup>-</sup> (mg/g KA)	K <sup>+</sup> (mg/g KA)	Mg <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Ca <sup>2+</sup> (mg/g KA)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	Glukoz (mg/g KA)	Fruktoz (mg/g KA)	GB (µmol/g KA)	COS (µmol/g KA)	Cho (µmol/g KA)	βAB (µmol/g KA)
				24	<i>Limonium anatolicum</i>	21-23 , Eylül 2007	1	8,17	90,1	830	26	40,63	239,57	15	220,9	900,3	12,88	11,95	43,2	2,47	16,5	12,2	2,8	2,62	0,28	15,43	0,028	1,352	2,802
		21-23 , Eylül 2007	2	7,62	9,95	55	2	9,91	13,16	2	1,88	76,19	30,51	15,93	30,3	1,93	18,9	11,4	1,6	1,36	0,42	18,94	0,014	11,755	8,354	0	16,22	0	5,95
		02-03 Mayıs 2008	3	7,64	41,2	274	15	29,76	104,98	3,41	271,4	148,93	6,536	27,01	31,5	1,924	9,9	68,9	37,5	3,18	0,24	0,84	8,046	86,6	44,73	0	64,23	0	26,78
		06 Haziran 2008																											
		04 Temmuz 2008																											
		25 Temmuz 2008																											
		10-12. Ekim 2008	1	8,06	138	900	68	35,78	379,26	4,18	1263,85	110,88	0,216	1,73	19,5	1,225	9	36	29,3	2,17	0,32	0,67	3,879	91,29	105,11	3,33	13,83	0	5,08



EK-1 (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Çizelge 1.1. (Devam). Toprak ve Bitki analizlerine ait veriler

Bitki No	Bitki Adı	Toplandığı tarihler	İstasyon	TOPRAK									BİTKİ																	
				pH	EC (dS/m)	Na <sup>+</sup> (me/l)	K <sup>+</sup> (me/l)	Ca <sup>+2</sup> (me/l)	Mg <sup>+2</sup> (me/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	Cl <sup>-</sup> (me/l)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (me/l)	Toplam klorofil (µg/g.TA)	Prolin (µmol/g KA)	Na <sup>+</sup> (mg/g KA)	Cl <sup>-</sup> (mg/g KA)	K <sup>+</sup> (mg/g KA)	Mg <sup>+2</sup> (mg/g KA)	Ca <sup>+2</sup> (mg/g KA)	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>+2</sup>	Cl <sup>-</sup> /Toplam Katyon	Glukoz (mg/g KA)	Fruktoz (mg/g KA)	GB (µmol/g KA)	COS (µmol/g KA)	Cho (µmol/g KA)	βAB (µmol/g KA)	
25	<i>Limonium iconicum</i>	21-23 , Eylül 2007	1	8,17	90,1	830	26	40,63	239,57	15	220,9	900,3	25,9	11,78	44,7	2,27	15,45	11	1,7	2,89	0,26	26,29	0,026	6,911	0,701	5,16	38,06	0	19,34	
		21-23 , Eylül 2007	2	7,62	9,95	55	2	9,91	13,16	2	1,88	76,19	13,05	27,01	20,4	0,96	15	11,9	4,3	1,6	0,38	4,74	0,026	0,683	3,539	0	69,65	0	36,98	
		02-03 Mayıs 2008																												
		06 Haziran 2008																												
		04 Temmuz 2008	3	7,88	12,75	102	0,98	20,22	9,64	3,02	11,32	118,5	31,535	15,07	31,5	1,166	10,5	34,5	9,8	3	0,25	3,21	4,664	230,17	93,65	0	306,25	0	154,35	
		25 Temmuz 2008	3	7,8	11,43	68	10,5	14,36	47,85	2,68	61,87	57,3	20,013	15,93	27	1,574	16,5	26,3	9	1,64	0,38	3	4,15	61,25	230,3	43,93	369,25	24,15	165,2	
		25 Temmuz 2008	1	7,94	1,75	4,66	0,76	9,51	4,36	2,56	6,14	11,74	21,963	15,24	27	1,312	15	6,9	8,3	1,8	0,36	3,25	3,674	111,44	145,09	0	100,33	0	60,08	
		10-12. Ekim 2008																												











## EK-2. Toprak ve Bitki analizlerine ait istatistiksel analiz sonuçları.

Çizelge 2.1. 2007-2008 yıllarında istasyonlardan alınan toprak örneklerinin istatistiksel analiz sonuçları.

Toprak Özellikleri	İstasyon	Mevsim	X	Sx	Önem Seviyesi	Mevsimler arası ikili karşılaştırma (LSD)	Önem Seviyesi	İstasyonlar arası ikili karşılaştırma (LSD)
% SU	1	İY	45,80	12,037	0,0136	İY-S *	0,0006	1 - 2* 2 - 3*
	1	S	64,03	12,703				
	2	İY	79,56	16,803	0,0618	ÖD		
	2	S	68,69	17,405				
	3	İY	66,52	19,774	0,0109	İY-S *		
	3	S	48,13	9,824				
pH	1	İY	8,10	0,172	0,5851	ÖD	0,0000	1 - 3* 2 - 3*
	1	S	8,05	0,184				
	2	İY	8,08	0,333	0,9035	ÖD		
	2	S	8,09	0,338				
	3	İY	7,77	0,314	0,0356	İY-S *		
	3	S	7,53	0,210				
EC	1	İY	1,47	0,302	0,0001	İY-S *	0,0442	1 - 2*
	1	S	98,03	48,687				
	2	İY	22,81	10,959	0,9646	ÖD		
	2	S	22,59	18,729				
	3	İY	25,38	24,433	0,1644	ÖD		
	3	S	39,30	30,892				
Na <sup>+</sup>	1	İY	4,979	0,346	0,0000	İY-S *	0,0682	1 - 2*
	1	S	741,96	327,398				
	2	İY	146,75	72,273	0,4845	ÖD		
	2	S	179,52	192,388				
	3	İY	211,77	252,118	0,4407	ÖD		
	3	S	289,82	306,666				
K <sup>+</sup>	1	İY	0,77	0,028	0,0013	İY-S *	0,0012	1 - 3* 2 - 3*
	1	S	40,32	27,440				
	2	İY	14,25	8,360	0,7448	ÖD		
	2	S	15,51	14,557				
	3	İY	5,56	4,981	0,6410	ÖD		
	3	S	6,43	4,433				
Ca <sup>+2</sup>	1	İY	6,51	3,263	0,0000	İY-S *	0,0093	1 - 2* 2 - 3*
	1	S	34,26	10,716				
	2	İY	12,21	8,659	0,5690	ÖD		
	2	S	9,28	20,767				
	3	İY	23,12	8,147	0,0000	İY-S *		
	3	S	8,72	6,757				
Mg <sup>+2</sup>	1	İY	3,50	0,975	0,0001	İY-S *	0,1901	ÖD
	1	S	265,93	134,598				
	2	İY	100,20	56,253	0,1555	ÖD		
	2	S	63,48	95,413				
	3	İY	34,67	31,773	0,0000	İY-S *		
	3	S	183,78	153,229				
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1	İY	2,60	0,140	0,0178	İY-S *	0,0986	2 - 3*
	1	S	8,47	6,163				
	2	İY	3,52	1,114	0,2856	ÖD		
	2	S	4,86	5,411				
	3	İY	3,44	1,858	0,0000	İY-S *		
	3	S	24,83	16,434				
Cl <sup>-</sup>	1	İY	6,47	0,757	0,0097	İY-S *	0,0048	1 - 2* 1 - 3*
	1	S	636,38	592,099				
	2	İY	185,48	107,566	0,0587	ÖD		
	2	S	105,55	141,056				
	3	İY	77,41	82,070	0,6338	ÖD		
	3	S	63,20	61,303				
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	1	İY	6,84	5,534	0,0150	İY-S*	0,0972	2 - 3*
	1	S	435,85	435,707				
	2	İY	74,45	27,770	0,1459	ÖD		
	2	S	156,64	245,946				
	3	İY	193,55	252,264	0,0536	ÖD		
	3	S	400,73	346,291				

X: Aritmetik Ortalama; Sx: Ortalamaların Standart Sapması; \*: 0,05 Yanılma ile Önemli, ÖD: önemli değil

EK-2. Toprak ve Bitki analizlerine ait istatistiksel analiz sonuçları.

Çizelge 2.2. Taksonların ortalama klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları, klorofil a/b oranı ve taksonlar arasındaki varyansın p (önem) değerleri.

Takson No	Bitki Adı	Klorofil a	Klorofil b	Klorofil a/b	Toplam Klorofil
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	7,61	3,19	3,06	10,93
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	5,59	2,18	2,61	7,77
3	<i>Silene salsuginea</i>	6,47	2,67	2,50	9,14
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	8,71	14,46	4,81	23,17
5	<i>Salsola stenoptera</i>	-	-	-	-
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	8,99	2,53	3,31	11,52
7	<i>Hypericum salsugineum</i>	15,81	6,77	2,90	22,57
8	<i>Astragalus ovalis</i>	17,10	4,60	3,45	22,04
9	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>	14,98	2,66	8,70	17,63
10	<i>Ferula halophila</i>	19,27	5,10	3,78	24,37
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>	9,39	6,12	1,53	15,51
12	<i>Achillea sieheana</i>	11,36	18,52	0,61	19,88
13	<i>Onopordum davisii</i>	15,67	6,63	2,32	22,30
14	<i>Cirsium alatum ssp. pseudoreticum</i>	0,43	0,09	4,82	0,52
15	<i>Scorzonera hieraciifolia</i>	6,98	2,30	2,76	9,71
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	13,43	11,46	1,71	24,89
17	<i>Senecio salsuginea</i>	4,89	2,15	2,28	7,04
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	0,20	0,37	0,54	0,57
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	6,46	4,98	1,62	11,44
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	2,15	3,78	0,48	5,93
21	<i>Onosma halophilum</i>	17,17	22,87	1,30	40,04
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>	6,54	2,14	2,80	8,68
23	<i>Salvia halophila</i>	7,54	2,59	3,65	10,13
24	<i>Limonium anatolicum</i>	4,94	1,59	3,10	6,54
25	<i>Limonium iconicum</i>	16,62	7,88	3,28	24,50
26	<i>Limonium lilacinum</i>	4,09	1,46	2,91	5,56
27	<i>Asparagus lycaonicus</i>	7,09	1,07	6,68	8,15
28	<i>Allium vuralii</i>	5,89	1,57	3,79	7,46
29	<i>Gladiolus halophilus</i>	24,10	19,68	1,87	43,78
30	<i>Puccinellia bulbosa ssp. caesarea</i>	20,57	13,12	1,57	33,68
	<b>P-değeri</b>	0,0311*	0,1670	0,3710	0,0547

\*:0,05 Yanılma ile Önemli.



EK-2. Toprak ve Bitki analizlerine ait istatistiksel analiz sonuçları.

Çizelge 2.3. Taksonların Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Ca<sup>+2</sup> (mg/g KA) miktarları, Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>/(K<sup>+</sup>+Na<sup>+</sup>), Cl<sup>-</sup>/Toplam katyon (Cl<sup>-</sup>/TK) oranları ve bitkiler arasındaki varyansın p (önem) değerleri.

Takson No	Bitki Adı	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	Na <sup>+</sup> /Ca <sup>+2</sup>	Cl <sup>-</sup> /TK
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	55,50	2,84	32,25	30,30	9,95	1,97	0,39	6,51	9,62
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	26,25	0,31	18,75	66,80	24,05	2,07	0,43	1,06	1,05
3	<i>Silene salsuginea</i>	24,75	0,38	27,00	41,85	18,40	1,25	0,52	1,34	1,12
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	108,30	2,62	18,45	27,60	8,20	5,88	0,15	110,76	8,28
5	<i>Salsola stenoptera</i>	78,53	2,53	22,35	24,15	6,83	3,60	0,23	41,57	5,12
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	76,50	1,46	18,30	23,80	15,05	4,18	0,20	5,29	7,73
7	<i>Hypericum salsugineum</i>	3,75	0,04	8,25	25,00	14,45	0,45	0,69	0,31	0,06
8	<i>Astragalus ovalis</i>	19,65	0,37	18,90	33,18	26,85	1,16	0,48	0,79	0,66
9	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>	20,50	0,32	25,50	29,63	25,63	1,04	0,55	0,88	0,90
10	<i>Ferula halophila</i>	9,00	0,15	16,50	51,80	32,30	0,55	0,65	0,28	0,23
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>	25,50	1,31	25,50	18,80	14,30	1,00	0,50	1,78	2,62
12	<i>Achillea sieheana</i>	28,35	0,28	10,05	11,80	3,90	2,82	0,26	7,27	0,00
13	<i>Onopordum davisii</i>	14,50	0,88	30,20	49,87	29,50	0,49	0,68	0,52	1,27
14	<i>Cirsium alatum ssp. pseudocreticum</i>	19,50	1,87	17,10	37,50	20,30	1,14	0,47	0,96	3,99
15	<i>Scorzonera hieraciiifolia</i>	30,75	1,36	15,00	62,33	19,33	2,09	0,33	1,69	4,23
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	6,70	0,18	18,50	77,77	25,97	0,37	0,73	0,24	0,24
17	<i>Senecio salsuginea</i>	36,00	1,78	18,00	32,70	12,00	2,00	0,33	3,00	5,34
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	18,00	0,87	15,00	37,50	19,50	1,20	0,45	0,92	1,92
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	45,90	1,94	22,50	43,02	26,28	2,15	0,36	1,93	6,29
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	25,80	2,32	12,98	28,50	9,80	2,03	0,34	10,57	3,98
21	<i>Onosma halophilum</i>	7,20	0,18	30,75	29,95	39,00	0,25	0,81	0,19	0,21
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>	21,00	0,93	15,00	60,60	16,90	1,40	0,43	1,30	2,57
23	<i>Salvia halophila</i>	21,30	2,25	24,30	50,02	28,98	0,90	0,53	0,86	4,25
24	<i>Limonium anatolicum</i>	31,50	1,92	9,90	68,90	37,50	3,18	0,24	0,84	8,05
25	<i>Limonium iconicum</i>	28,50	1,35	14,00	22,57	9,03	2,15	0,33	3,15	4,16
26	<i>Limonium lilacinum</i>	36,75	1,59	12,75	23,65	6,40	2,85	0,27	5,65	6,05
27	<i>Asparagus lycuonicus</i>	14,25	0,99	31,50	21,65	9,80	0,52	0,67	1,58	1,49
28	<i>Allium vuralii</i>	5,25	0,06	18,00	45,80	9,80	0,31	0,77	0,56	0,07
29	<i>Gladiolus halophilus</i>	4,50	0,04	15,30	31,60	8,65	0,33	0,77	0,56	0,06
30	<i>Puccinellia bulbosa ssp. caesarea</i>	4,50	0,20	22,50	93,00	6,00	0,20	0,83	0,75	0,25
	<b>P-değeri</b>	0,0000*	0,0000*	0,0470*	0,3411	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,3923	0,2027

\*:0,05 Yanılma ile Önemli.

EK-2. Toprak ve Bitki analizlerine ait istatistiksel analiz sonuçları.

Çizelge 2.4. Taksonların organik bileşik (glukoz, fruktoz, prolin, glisinbetain, kolin-O-sülfat, kolin ve  $\beta$ -alaninbetain) miktarları ve bitkiler arasındaki varyansın p (önem) değerleri.

Takson No	Bitki Adı	Glukoz (mg/g KA)	Fruktoz (mg/g KA)	Prolin ( $\mu$ mol/g KA)	GB ( $\mu$ mol/g KA)	COS ( $\mu$ mol/g KA)	Cho ( $\mu$ mol/g KA)	$\beta$ -AB ( $\mu$ mol/g KA)
1	<i>Lepidium caespitosum</i>	255,91	155,33	43,51	4,17	0,00	7,09	0,00
2	<i>Gypsophila oblanceolata</i>	76,18	69,95	18,44	0,00	0,00	0,83	0,00
3	<i>Silene salsuginea</i>	99,04	48,31	8,04	2,10	2,74	4,38	0,00
4	<i>Kalidiopsis wagenitzii</i>	136,40	110,09	3,38	348,59	0,67	1,23	8,40
5	<i>Salsola stenoptera</i>	76,45	49,29	4,57	145,15	0,00	0,00	0,00
6	<i>Petrosimonia nigdeensis</i>	73,04	122,20	3,46	171,07	0,00	0,00	0,00
7	<i>Hypericum salsugineum</i>	199,39	231,44	15,93	9,16	11,38	7,41	0,00
8	<i>Astragalus ovalis</i>	182,82	111,88	26,56	0,00	0,00	0,73	0,00
9	<i>Sphaerophysa kotschyana</i>	136,84	86,61	23,14	0,00	0,00	21,00	0,00
10	<i>Ferula halophila</i>	176,45	223,47	7,62	92,87	0,00	14,12	0,00
11	<i>Anthemis fumariifolia</i>	315,49	240,12	43,03	0,00	0,00	14,00	28,28
12	<i>Achillea sieheana</i>	17,58	7,68	29,94	0,00	0,00	0,00	38,68
13	<i>Onopordum davisii</i>	167,57	175,73	34,14	5,29	5,44	4,98	2,18
14	<i>Cirsium alatum ssp. pseudocreticum</i>	237,88	81,08	1,73	12,86	8,58	10,24	0,00
15	<i>Scorzonera hieraciifolia</i>	175,42	140,24	34,03	2,15	1,78	4,84	0,00
16	<i>Centaurea tuzgoluensis</i>	141,71	134,72	28,40	2,10	1,69	5,01	0,00
17	<i>Senecio salsuginea</i>	132,70	140,66	12,12	0,00	0,00	0,00	0,00
18	<i>Taraxacum tuzgoluensis</i>	70,58	65,39	1,13	13,65	0,00	5,02	0,00
19	<i>Taraxacum farinosum</i>	146,89	90,73	28,99	1,10	1,07	0,75	0,09
20	<i>Taraxacum mirabile</i>	97,06	44,84	13,21	0,00	0,00	0,00	0,00
21	<i>Onosma halophilum</i>	201,48	174,88	5,28	8,34	8,59	7,31	0,00
22	<i>Verbascum pyroliforme</i>	160,57	213,77	9,18	0,00	0,00	0,00	0,00
23	<i>Salvia halophila</i>	209,15	152,55	26,02	0,00	0,00	1,12	0,00
24	<i>Limonium anatolicum</i>	86,60	44,73	27,01	0,00	64,23	0,00	26,78
25	<i>Limonium iconicum</i>	134,29	156,35	15,41	14,64	258,61	8,05	126,54
26	<i>Limonium lilacinum</i>	132,41	96,98	16,80	0,00	114,34	0,00	72,60
27	<i>Asparagus lycaonicus</i>	227,65	189,61	32,21	11,64	11,42	23,45	0,00
28	<i>Allium vuralii</i>	271,87	261,91	15,59	55,42	0,00	0,00	0,00
29	<i>Gladiolus halophilus</i>	250,33	200,86	17,67	12,52	12,95	5,52	0,00
30	<i>Puccinellia bulbosa ssp. caesarea</i>	270,72	181,68	32,55	21,35	10,68	9,80	0,00
	<b>P-Value</b>	0,0985	0,0059*	0,0000*	0,0002*	0,0000*	0,8171	0,0000*

\*:0,05 Yanılma ile Önemli.

## EK-2. Toprak ve Bitki analizlerine ait istatistiksel analiz sonuçları.

Çizelge 2.5. Farklı 3 istasyondan alınan bitkilerin bazı özelliklerindeki değişimlerin istatistiksel analiz sonuçları.

Bitkisel Özellikler	İstasyon	X	Sx	Önem Seviyesi	İstasyonlar arası ikili karşılaştırma (LSD)
Klorofil a	1	10,806	7,689	0,8185	ÖD
	2	8,506	7,533		
	3	8,931	6,493		
Klorofil b	1	4,092	2,082	0,2357	ÖD
	2	7,632	10,900		
	3	4,448	4,302		
Klorofil a/b	1	2,963	1,234	0,3451	ÖD
	2	2,522	1,826		
	3	3,509	3,190		
Toplam klorofil	1	12,696	10,848	0,5369	ÖD
	2	17,483	17,910		
	3	14,234	9,089		
Na <sup>+</sup>	1	49,964	31,164	0,0224	1 – 2* 1 – 3*
	2	23,965	27,860		
	3	30,077	21,497		
Cl <sup>-</sup>	1	2,067	1,334	0,0127	1 – 2* 1 – 3*
	2	1,007	0,967		
	3	1,175	0,865		
K <sup>+</sup>	1	20,755	7,248	0,2619	ÖD
	2	18,502	7,201		
	3	22,177	9,685		
Ca <sup>+2</sup>	1	11,082	7,971	0,0069	1 – 3*
	2	17,331	9,781		
	3	22,206	10,895		
Mg <sup>+2</sup>	1	18,691	10,962	0,0073	1 – 2* 1 – 3*
	2	45,973	25,389		
	3	42,703	26,002		
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	1	2,402	1,039	0,1477	ÖD
	2	1,411	1,560		
	3	1,655	1,350		
Na <sup>+</sup> /Ca <sup>+2</sup>	1	17,180	39,870	0,3043	ÖD
	2	10,599	42,974		
	3	2,133	2,954		
K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	1	0,328	0,123	0,0214	1 – 2* 1 – 3*
	2	0,531	0,221		
	3	0,467	0,197		
Cl <sup>-</sup> /Toplam katyon	1	6,684	6,267	0,0133	1 – 2* 1 – 3*
	2	2,480	3,689		
	3	3,126	3,052		
Prolin	1	21,756	16,535	0,0329	2 – 3*
	2	16,090	12,860		
	3	25,115	11,463		
Glukoz	1	163,681	89,465	0,4434	ÖD
	2	179,528	92,117		
	3	150,736	78,748		
Fruktoz	1	108,828	60,015	0,1538	ÖD
	2	152,959	76,850		
	3	122,543	72,680		
GB	1	51,052	125,383	0,4896	ÖD
	2	35,789	102,750		
	3	18,167	43,874		
COS	1	29,909	51,353	0,3602	ÖD
	2	3,935	7,062		
	3	23,939	82,196		
Cho	1	1,962	4,416	0,5102	ÖD
	2	4,349	4,733		
	3	6,065	14,116		
β-AB	1	21,233	31,816	0,1387	ÖD
	2	0,672	3,360		
	3	11,879	39,017		

X: Aritmetik Ortalama; Sx: Ortalamaların Standart Hatası; \*: 0,05 Yanılma ile Önemli, ÖD: Önemli değil.

## EK-2. Toprak ve Bitki analizlerine ait istatistiksel analiz sonuçları.

Çizelge 2.6. Farklı istasyonlardan alınan bazı bitkilerin özelliklerindeki mevsimsel değişimlerin istatistiksel analiz sonuçları.

Bitkisel Özellikler	Mevsim	X	Sx	Önem Seviyesi	Mevsimler arası ikili karşılaştırma (LSD)	Önem Seviyesi	İstasyonlar arası ikili karşılaştırma (LSD)
Klorofil a	İÇ	9,40246	6,24324	0,0037	İY-S*	0,9891	ÖD
	SÇ	4,60432	3,868				
Klorofil b	İÇ	4,955	7,08518	0,1513	ÖD	0,4518	ÖD
	SÇ	7,83195	6,63164				
Klorofil a/b	İÇ	2,68257	1,16333	0,0003	İY-S*	0,9666	ÖD
	SÇ	1,02105	1,95203				
Toplam klorofil	İÇ	14,4056	12,2457	0,3364	ÖD	0,6123	ÖD
	SÇ	11,2825	10,6062				
Na <sup>+</sup>	İÇ	28,9114	19,055	0,3091	ÖD	0,6699	ÖD
	SÇ	38,0591	47,133				
Cl <sup>-</sup>	İÇ	1,27854	0,804995	0,4648	ÖD	0,1179	ÖD
	SÇ	1,46	1,04934				
K <sup>+</sup>	İÇ	19,9457	8,21177	0,1497	ÖD	0,1145	ÖD
	SÇ	16,9095	6,60564				
Ca <sup>+2</sup>	İÇ	22,1486	10,4088	0,0000	İY-S*	0,0710	ÖD
	SÇ	5,73636	6,76317				
Mg <sup>+2</sup>	İÇ	44,1143	24,5186	0,0000	İY-S*	0,4683	ÖD
	SÇ	18,0545	14,0265				
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	İÇ	1,70143	1,22453	0,4890	ÖD	0,0039	1 – 2* 2 – 3*
	SÇ	1,93667	1,22083				
Na <sup>+</sup> /Ca <sup>+2</sup>	İÇ	1,79486	1,6713	0,0003	İY-S*	0,5194	ÖD
	SÇ	13,5991	18,1737				
K <sup>+</sup> /(K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> )	İÇ	0,448857	0,190723	0,2916	ÖD	0,0029	1 – 2* 2 – 3*
	SÇ	0,39619	0,157527				
Cl <sup>-</sup> /Toplam katyon	İÇ	3,75937	2,87058	0,0000	İY-S*	0,0116	2 – 3*
	SÇ	0,5599	1,20751				
Prolin	İÇ	21,1734	11,6374	0,5935	ÖD	0,0076	1 – 3* 2 – 3*
	SÇ	23,2905	18,1906				
Glukoz	İÇ	153,091	69,6328	0,0000	İY-S*	0,7187	ÖD
	SÇ	27,4972	65,5952				
Fruktoz	İÇ	135,238	62,6688	0,0000	İY-S*	0,8884	ÖD
	SÇ	28,0168	62,1113				
GB	İÇ	13,0054	40,3561	0,4224	ÖD	0,3014	ÖD
	SÇ	31,1768	123,455				
COS	İÇ	32,656	82,9906	0,1991	ÖD	0,1159	ÖD
	SÇ	9,18909	19,5243				
Cho	İÇ	3,074	5,86446	0,2539	ÖD	0,5150	ÖD
	SÇ	1,51682	2,97295				
βAB	İÇ	15,9603	41,0312	0,2057	ÖD	0,0398	1 – 2*
	SÇ	4,50909	10,1687				

X: Aritmetik Ortalama; Sx: Ortalamaların Standart Hatası; \*: 0,05 Yanılma ile Önemli, İÇ: İlk çiçeklenme dönemi, SÇ: Son çiçeklenme dönemi, ÖD: Önemli değil.

EK 3. Eylül 2007-Ekim 2008 tarihleri arasında bölgede yapılan arazi çalışmaları boyunca toplanan taksonlara ait fotoğraflar.

*Lepidium caespitosum*



*Gypsophila oblanceolata*



*Silene salsuginea*



*Kalidiopsis wagenitzii*



*Salsola stenoptera*



*Petrosimonia nigdeensis*



*Hypericum salsugineum*



*Astragalus ovalis*



*Sphorophysa kotschyana*



*Ferula halophila*



*Onopordum davisii*



*Scorzonera hieraciifolia*





*Centaurea tuzgoluensis*



*Senecio salsuginea*



*Taraxacum tuzgoluensis*



*Taraxacum farinosum*



*Taraxacum mirabile*



*Onosma halophilum*



*Verbascum pyroliforme*



*Salvia halophila*



*Limonium anatolicum*



*Limonium iconicum*



*Limonium lilacinum*



*Asparagus lycaonicus*



*Allium vuralii*



*Gladiolus halophilus*



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : FURTANA BAYSAL Gökçen  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 10.11.1979 Ankara  
 Medeni hali : Evli  
 Telefon : 0 (312) 202 12 03  
 Faks : 0 (312) 212 22 79  
 e-mail : [gbaysal@gazi.edu.tr](mailto:gbaysal@gazi.edu.tr)

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /Biyoloji Bölümü	2004
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Biyoloji Bölümü	2001
Lise	Fatih Sultan Mehmet Lisesi	1997

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2002-	Gazi Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

- 1- **G. Baysal**, R.Tıprıdamaz. "The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidative enzyme activities in two cucumber cultivars", Hacettepe Journal of Biology and Chemistry, Vol. 33 (2004), 119-129.
- 2- **G. Baysal**, R.Tıprıdamaz "Physiological and Antioxidant Response of three Cultivars of Cucumber (*Cucumis Sativus* L.) to Salinity", Turkish Journal of Biology (Basımda).

### Ulusal Kongrelerde Tebliğ ve Posterler

- 1- **G. Baysal**, R.Tıpırdamaz, Y. Ekmekçi “Tuza Toleransı Farklı İki Salatalık Genotipinde Tuz Stresinin Oransal Su Kapsamı, Toplam Klorofil Miktarı ve İnorganik İyon Miktarları Üzerine Etkisi” (Tebliğ); 17. Ulusal Biyoloji Kongresi, Adana, Haziran, 2004.
- 2- **G. Baysal**, R. Tipirdamaz, H. Duman “Tuz Gölü Çevresindeki Bazı Endemik Halofit Bitkilerin Prolin, Mineral Madde ve Fotosentetik Pigment Miktarları” (Poster) 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, Trabzon, Haziran, 2008.

### Uluslararası Kongrelerde Tebliğ ve Posterler

- 1- R. Tipirdamaz, **G. Baysal**. “The Effect of Salinity on Lipid Peroxidation and Some Antioxidant Enzyme Activities in Two Cucumber Cultivars” (Tebliğ) 3<sup>rd</sup> Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes Bursa, Türkiye,2004.
- 2- **G. Baysal Furtana**, H. Duman, R. Tipirdamaz “Seasonal Changes of inorganic and organic osmolytes content in three endemic Limonium species of Tuz Lake in Turkey” (Poster) International Conference on Plants and Environmental Pollution, Kayseri, Turkey, 2009.

### Görev Aldığı Projeler

- 1- **Projenin Adı:** *Cucumis sativus* L.’de Tuzluluğun Bazı Fizyolojik Ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkisi  
**Projeyi Destekleyen Kurum:** G.Ü. ARAŞTIRMA FONU  
**Proje No:** 05/2003-30  
**Proje Yürütücüsü:** Prof. Dr. Hayri Duman  
**Projedeki Görevi:** Araş. Gör. Gökçen Baysal

2- **Projenin Adı:** Tuz Gölü ve Çevresindeki Bazı Endemik Halofit Bitkilerin Ekofizyolojisi

**Projeyi Destekleyen Kurum:** TBAG (Temel Bilimler Araştırma Grubu)

**Proje No:** 107T200

**Proje Yürütücüsü:** Prof. Dr. Rukiye Tıyrıdamaz

**Projedeki Görevi:** Bursiyer