

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI JİPS KONSANTRASYONLARINDA *Gypsophila eriocalyx* Boiss.'İN
EKOFİZYOLOJİK VE ANATOMİK ADAPTASYONLARI

AYŞEGÜL ÇAYCI

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

SAMSUN
2019

Her hakkı saklıdır.

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI

Ayşegül ÇAYCI tarafından hazırlanan “Farklı Jips Konsantrasyonlarında *Gypsophila eriocalyx* Boiss.’in Ekofizyolojik ve Anatomik Adaptasyonları” adlı tez çalışması .../.../20.. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Erkan YALÇIN
Biyoloji Anabilim Dalı

İkinci Dr. Öğr. Üyesi Adnan AKÇİN

Danışman Amasya Üniversitesi
Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

Jüri üyeleri

Başkan Prof. Dr. Gülcan ŞENEL
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Biyoloji Anabilim Dalı

Üye Prof. Dr. Erkan YALÇIN
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Biyoloji Anabilim Dalı

Üye Prof. Dr. Coşkun GÜLSER
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Üye Dr. Öğr. Üyesi Adnan AKÇİN
Amasya Üniversitesi
Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

Üye Dr. Öğr. Üyesi Rena HÜSEYİNOĞLU
Giresun Üniversitesi
Şebinkarahisar Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu

Yukarıdaki sonucu onaylarım. .../.../20..

.....

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

.06./08/2019

İMZA

Ayşegül ÇAYCI



Anneme, Babama ve Abime,

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI JİPS KONSANTRASYONLARINDA *GYPHOPHILA ERIOCALYX* BOISS.'İN EKOFİZYOLOJİK VE ANATOMİK ADAPTASYONLARI

Ayşegül ÇAYCI

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Erkan YALÇIN

İkinci Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Adnan AKÇİN

Bu çalışmanın amacı jipsli topraklarda yetişen endemik jipsofil bir tür olan *Gypsophila eriocalyx* Boiss.' in doğal olarak yetiştiği topraklarda değişen jips konsantrasyonlarına bağlı olarak ortaya çıkan ekofizyolojik ve anatomik farklılıklarını belirlemektir. Bunun için bitkinin yetiştiği 5 farklı lokasyondan ilkbahar ve yaz aylarında 13 adet toprak ve bitki örneği alınmıştır. Toprak örneklerinde gravimetrik metotla jips konsantrasyonu belirlenmiştir. Toprak jips analiz sonuçlarına göre düşük (%0-38), orta (%42-65) ve yüksek (%74-87) jips konsantrasyonunda yetişen bitki yaprak örneklerinde K, Ca, Mg ve S konsantrasyonları ile prolin miktarları tespit edilmiştir. Elde edilen verilerin istatistiki analiz sonuçları, toprak jips konsantrasyonu arttıkça bitkide prolin miktarının düştüğünü göstermektedir. Bitki yaprak örneklerinde K konsantrasyonu; Ca, Mg ve S element konsantrasyonlarına göre değişen toprak jips içeriklerinde ve farklı mevsimlerde daha yüksek çıkmıştır. Anatomik sonuçlar, taksonun kök, gövde ve yaprak anatomik özelliklerinin farklı toprak jips konsantrasyonlarından etkilendiğini göstermektedir.

Ağustos 2019, 54 sayfa

Anahtar Kelimeler: Adaptasyon, anatomi, edafik, ekofizyolojik, *Gypsophila*, jips, jipsofil, prolin

ABSTRACT

Master' s Thesis

ECOPHYSIOLOGICAL AND ANATOMICAL ADAPTATIONS OF *GYPSOPHILA ERIOCALYX* BOİSS. IN THE DIFFERENT GYPSUM CONCENTRATIONS

Ayşegül ÇAYCI

Ondokuz Mayıs University
Graduate School of Sciences
Department Of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Erkan YALÇIN

Co-Supervisor: Asst. Prof. Dr. Adnan AKÇİN

The aim of this study is to determine bearing ecophysiological and anatomical differences related to changing gypsum concentrations of *Gypsophila eriocalyx* Boiss. which is an endemic gypsophile species naturally grows in the soils. For this purpose, 13 soil and plant samples were taken from 5 different locations in which the plant grows, in the spring and summer months. Gypsum concentration in soil samples was determined by gravimetric method. According to soil gypsum analysis results, K, Ca, Mg and S concentrations and proline contents were determined in plant leaf samples growing in low (0-38%), medium (42-65%) and high (74-87%) gypsum concentrations. The results of the statistical analysis of the data demonstrate that the amount of proline in the plant decreases as soil gypsum concentration increases. K concentration in plant leaf samples were higher in different seasons in soil gypsum contents varying according to Ca, Mg and S element concentrations. Anatomical results indicate that the root, stem and leaf anatomical properties of the taxon are affected by different soil gypsum concentrations.

August 2019, 54 pages

Key Words: Adaptation, anatomy, edaphic, ecophysiology, *Gypsophila*, gypsum, gypsophile, proline

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinden tezin son aşamasına gelene kadar çalışmalarım esnasında fikirleriyle beni yönlendirdikleri, destekledikleri, karşılaştığım sorunların çözümünde yardımcı oldukları için değerli danışmanlarım Prof. Dr. Erkan YALÇIN ve Dr. Öğr. Üyesi Adnan AKÇİN'e teşekkür ederim.

Tezimin araştırma kısmında analizleri yapmamda yardımlarını esirgemedikleri ve bilgi birikimleriyle katkıda bulunarak büyük emeği geçen Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm Başkanı Prof. Dr. Coşkun GÜLSER'e teşekkürlerimi sunarım.

Anatomi kısmıyla ilgili değerli bilgilerini paylaştıkları ve çalışmamıza olan katkılarından dolayı Doç. Dr. Tülay AYTAS AKÇİN'e çok teşekkür ederim.

Anatomik ölçümlerin yapılması için mikroskop ve görüntüleme sistemi kullanmama izin verdikleri için Biyoloji Bölüm Başkanı Prof. Dr. Gülcan ŞENEL' e ve cihaz kullanımında yardımcı oldukları ve vakitlerini ayırdıkları için Araş. Gör. Şenay SÜNGÜ ŞEKER'e teşekkürü borç bilirim.

Bu tez çalışması PYO.FEN.1904.18.017 nolu Bilimsel Araştırma Projesi olarak Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından desteklenmiştir.

Haziran 2019, Samsun

Ayşegül ÇAYCI

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
KISALTMALAR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
2.1. Çalışma Alanı.....	11
2.2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Jips Analizi.....	14
2.3. Bitki Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması.....	17
2.4. Bitki Örneklerinde Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg) ve Potasyum (K) Miktarlarının Belirlenmesi.....	18
2.5. Bitki Örneklerinde Kükürt (S) Miktarının Belirlenmesi.....	18
2.6. Bitki Örneklerinde Prolin Analizi.....	19
2.7. Bitki Örneklerinde Anatomik Farklılıkların Belirlenmesi.....	21
2.8. Verilerin İstatistiksel Analizi.....	22
3. BULGULAR.....	23
3.1. Yapraklardaki Prolin İçeriği.....	23
3.2. Yapraklarda Ca (%), Mg (%), K (%) ve S (%) Konsantrasyonları.....	24
3.3. Kök Anatomisi.....	26
3.4. Gövde Anatomisi.....	30
3.5 Yaprak Anatomisi.....	35
4. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	39
5. KAYNAKLAR.....	44
ÖZGEÇMİŞ.....	54

KISALTMALAR

A	Absorbans
°C	Santigrat
Ca	Kalsiyum
CaCO₃	Kalsiyum karbonat
CaO_x	Kalsiyum oksalat
CaSO₄.2H₂O	Kalsiyum sülfat
C₂H₂O₄	Oksalik asit
C₂O₄	Oksalat
cm	Santimetre
ds/m	Desisimens/metre
g	Gram
g/L	Gram/litre
g/mol	Gram/mol
IUCN	Uluslararası Doğayı Koruma Birliği
K	Potasyum
kg	Kilogram
kg/m²	Kilogram/metre kare
L	Litre
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
mg/kg	Miligram/kilogram
mg/L	Miligram/litre
mm	milimetre
Mpa	Megapascal
µg	Mikrogram
µm	Mikrometre
µmol	Mikromol
N	Azot
nm	Nanometre
P	Fosfor
ppm	Milyonda bir
S	Kükürt
SO₄	Sülfat
SPSS	Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Çalışma alanının haritası.....	12
Şekil 2.3. <i>Gypsophila eriocalyx</i> Boiss.' in farklı mevsimlerde arazideki görünümü a. İlkbahar, b. Yaz.	17
Şekil 3.1. Farklı mevsim ve topraktaki düşük (%0-38), orta (%42-65) ve yüksek (%74-87) jips konsantrasyonlarında yaprakların prolin miktarlarındaki değişim. Barların üzerindeki harfler ortalamaya ait Duncan fark gruplarını ifade etmektedir.	24
Şekil 3.2. Farklı mevsim ve topraktaki jips konsantrasyonunda yaprakların Ca, Mg, K ve S miktarlarındaki değişim. Barların üzerindeki harfler ortalamaya ait Duncan fark gruplarını ifade etmektedir.	25
Şekil 3.3. <i>Gypsophila eriocalyx</i> Boiss. kök enine kesiti (Mayıs ayında toplanan orta jips konsantrasyonuna sahip örneklerden), Drz: Druz, Ks: Ksilem	28
Şekil 3.4. <i>Gypsophila eriocalyx</i> Boiss. kök enine kesiti, (Ağustos ayında toplanan düşük jips konsantrasyonuna sahip örneklerden), Drz: Druz, Pe: Periderm, Tr: Trake, Özık: Öz ışınları kristalleri	28
Şekil 3.5. <i>Gypsophila eriocalyx</i> Boiss. gövde enine kesiti, (Mayıs ayında toplanan düşük jips konsantrasyonuna sahip örneklerden), Sk: Sklerenkima, K: Korteks	33
Şekil 3.6. <i>Gypsophila eriocalyx</i> Boiss. gövde enine kesiti, (Ağustos ayında toplanan orta jips konsantrasyonuna sahip örneklerden), K: Korteks, Drz: Druz .	33
Şekil 3.7. <i>Gypsophila eriocalyx</i> Boiss. yaprak enine kesiti, (Mayıs ayında toplanan orta jips konsantrasyonuna sahip örneklerden), Drz: Druz, İd: İletim demeti	38
Şekil 3.8. <i>Gypsophila eriocalyx</i> Boiss. yaprak enine kesiti, (Ağustos ayında toplanan orta jips konsantrasyonuna sahip örneklerden), Drz: Druz	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Toprak ve bitki örneklerinin toplandığı lokalite ve koordinatlar.....	15
Çizelge 2.2. 100 ppm stok çözeltisinden prolin standartlarının hazırlanması için kullanılan çözelti miktarları	20
Çizelge 3.2. Yapraklarda prolin ($\mu\text{mol prolin/g kurubitki}$), Ca (%), Mg (%), K (%) ve S (%) konsantrasyonlarındaki değişimin şansa bağlı faktöriyel deneme sonuçları.	24
Çizelge 3.3. Kök anatomisine ait verilerin nonparametrik çok değişkenli varyans analizi	27
Çizelge 3.4. Kök anatomik özelliklerin düşük (%0-38), orta (%42-65) ve yüksek (%74-87) jips konsantrasyonlarına ait verilerin ortalaması	29
Çizelge 3.5. Gövde anatomisine ait verilerin nonparametrik çok değişkenli varyans analizi	31
Çizelge 3.6. Gövde anatomik özelliklerin düşük (%0-38), orta (%42-65) ve yüksek (%74-87) jips konsantrasyonlarına ait verilerin ortalaması	34
Çizelge 3.7. Yaprak anatomisine ait verilerin nonparametrik çok değişkenli varyans analizi	35
Çizelge 3.8. Yaprak anatomik özelliklerin düşük (%0-38), orta (%42-65) ve yüksek (%74-87) jips konsantrasyonlarına ait verilerin ortalaması	37

1. GİRİŞ

Bitkiler, büyümelerini ve gelişmelerini devam ettirebilmek için olumsuz koşullara uyum sağlayarak doğadaki çevresel ve biyolojik kökenli stres faktörlerine karşı bazı savunma mekanizmaları geliştirmektedirler (Yang vd, 1990). Bitkiler kuraklık, radyasyon, tuzluluk, düşük ve yüksek sıcaklık gibi abiyotik stres koşullarında fizyolojik ve metabolik değişikliklerle tepki vererek büyüme ve gelişmelerinin etkilenmesini azaltırlar (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Boscaiu vd, (2008) 'ne göre stres koşullarına adapte olan bitkiler vardır. Tuzlu topraklarda yaşayan bitkiler (halofit), kurak topraklarda yaşayan bitkiler (kserofit) ve jipsli topraklarda yaşayan bitkiler (jipsofitler), maruz kaldıkları olumsuz çevresel koşullarına rağmen yaşamlarını sürdürebilirler.

Edafik faktör; bitkinin büyüdüğü, mineral besinlerini ve su kaynağının çoğunu elde ettiği substratla ilgilidir ve toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini içerir (Rajakaruna, 2004). Toprak koşulları, bitki türlerinin yayılışını kısıtlayabilir ve edafik olarak endemik bitki türleri için güçlü fenotipik seçim yapılmasına neden olabilir. Edafik endemiklerin, belirli bir toprak tipiyle dağılımları mekansal olarak sınırlandırılmıştır. Ekstrem toprak tipleri uzmanlaşmış endemik türlere ev sahipliği yaparlar ve dünyanın bitki biyoçeşitliliğinin önemli bir kısmına katkıda bulunarak biyolojik çeşitlilik sıcak noktalarının ve koruma hedeflerinin bir parçası olarak kabul edilirler (Muller vd, 2017). Bockheim, (2005)' e göre edafik endemizm, bir türün belirli bir toprak taksonuna güçlü bir şekilde bağlı olduğu ve başka hiçbir yerde bulunmadığı bir durumdur. Toprak endemizmi kavramı, özel toprak tiplerinin takson zenginlikleridir. Endemik dağılım modellerinin temel nedeni, endemiklerin lokalize olduğu toprak tiplerinin dokusu ve kimyasal bileşimine uyum sağlamasıdır. İklimsel ve edafik faktörlerin yanı sıra yeni populasyonların oluşmasını etkileyen ve populasyonun gen havuzunda bulunan endemik taksonlar kritik öneme sahiptir (Kruckeberg ve Rabinowitz, 1985).

Ekstrem şartlara sahip topraklara (serpantin, jips, tuzlu, karstik topraklar) adaptasyon gösteren bitkiler, endemik çeşitliliğe önemli ölçüde katkıda bulunurlar (Aguirre-Liguori vd, 2014). Jipsli topraklarda yaşayan jipsofiller ve tuzlu topraklarda yaşayan halofitler gibi edafik endemikler, farklı toprak tiplerine özgü olma özelliğiyle sınırlı dağılışı gösteren bölgelerde bulunan bitkilerdir ve toprak

endemiklerinin çevresel koşullara adaptasyonu, bu habitatlardaki belirli bitki topluluklarının varlıklarını sınırlandırmaktadır. Toprak endemiklerinin dağılımı, bitkilerin uzmanlığı, stres toleransı ve rekabet edebilirliği ile ilgilidir. (Soriano vd, 2014). Özel substratlara adapte olma yeteneği, cinsin filogenetik evrimi sırasında bu substratlarla ilişki kurmuş populasyonlarına avantaj sağlamaktadır. Bununla birlikte, bu tolerans, kurak ortamlara veya iyonik dengesizliklere sahip substratlara adaptasyonun daha genel bir açıklaması olabilir (Salmerón-Sánchez vd, 2013). Diğer elementler ile N elementinin eksikliği tarihsel olarak jipsofilliğin bir nedeni olduğu düşünülmektedir (Merlo vd, 2019). Meyer, (1986)' e göre sadece jipsli topraklarda yaşayabilen bitkiler jipsofillerdir ve jipsofiller genellikle sınırlı dağılış gösteren ve tehdit altındaki türlerden oluşur. Çevresel stres hem fiziksel hem de kimyasal kısıtlamalardan kaynaklanmaktadır. Kurak iklim koşullarında, jipsli toprakların sınırlı su tutması, mekanik kararsızlık, plastisite, uyum eksikliği, yapısal bozulma ve kök büyümesini engelleyen düşük gözeneklilik göstermektedir (Llinares vd, 2015). Hidro-fiziksel ve mekanik özellikler, bitki yaşamını desteklemede jipsli toprakların fiziksel sınırlamalarının temelidir. SO_4^{2-} birikimi, dünya çapında tarımsal verimliliği sınırlayan temel iyonik stres türlerinden biridir (Ruiz vd, 2003). Jipsli toprakların kimyasal olarak olumsuz özelliği, bitkiler için toksik olabilen yüksek sülfat iyon konsantrasyonuna sahip olması ve kalsiyumun topraktaki diğer iyonlarla değişimi nedeniyle toprağı kuvvetli bir şekilde besin yönünden fakirleştirmesidir. Bu gibi stresli koşullar, jipsli topraklarda ağaçların büyümesini önemli ölçüde önler ve bu nedenle bitki örtüsü, esas olarak strese dayanıklı çalılardan, otsu tek yıllık ve çok yıllık bitkilerden oluşur. (Palacio vd, 2007). Çok yıllık bitki/çalılık yapısı, mevsimsel kuraklık stresinin şiddetli olduğu bölgelerdeki yarı kurak steplerin karakteristik özelliğidir (Meyer, 1986).

Substrat temelli faktörler, kurak alanlarda bitki büyümesi üzerinde en yüksek etkiye sahiptir; toprak neminin eksikliği, substratın fiziksel ve kimyasal etkilerini hafifleterek organik madde birikimini önler. Bu nedenle, edafik olarak kısıtlanmış floralar kurak bölgelerde yaygın olarak görülür (Moore ve Jansen, 2007). Tür bakımından zengin jipsofilik floralar Chihuahuan Çölü (en az 200 tür), Somali ve Etiyopya (en az 50 tür), Türkiye (en az 40 tür) ve İspanya (en az 40 tür)' da yayılış göstermektedir (Moore vd, 2014). 400 mm'nin altında yıllık yağış miktarı olan kurak veya yarı kurak bölgelerin özelliği olan jipsli topraklar, bitki komünitelerinin

kurulması ve gelişimi için olumsuz bir habitata temsil eder (Boscaiu vd, 2013a). Türkiye’de jipsli topraklar genellikle Oligo-Miyosen yaşlı olup (Akpulat, 2003), Sivas (Gürün), Kayseri, Erzincan, Malatya (Darende), Ankara (Ayaş, Beypazarı, Polatlı, Acıkır), Eskişehir (Sivrihisar), Çankırı-Çorum arasında, Afyon (Emirdağ), Çanakkale (Ezine), Denizli, ve Trakya illerinde yayılış göstermektedir (Özdeniz vd, 2016). İç Anadolu bölgesinde yaklaşık 1.5 milyon hektarlık alanda bulunan tuzlu ve sodik topraklar, bitki büyümesini sınırlayıcı özelliklere sahiptir (Yıldız vd, 2017). İç Anadolu’da jipsli ve marnlı topraklarda, Akdeniz kaynaklı *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb). Holmboeve *Quercus pubescens* Willd. ormanlarının bozulmasının ardından antropojenik jipsli step vejetasyonu gelişmiştir (Akman vd, 1994; Aydoğdu vd, 1994).

Jipsli topraklar genellikle organik madde bakımından fakirdir; yüzey katmanları için %0.4 ile %1 arasında, yüzey altı katmanlarında % 0.2 'den az organik madde ile çok düşük seviyede azot ve fosfor içerir (Iqbal vd, 2016). Kerey ve Erkal, (2014)'e göre jips, kimyasal çökel kayadır ve kimyasal çökel kayalar, tuzlu suların buharlaşması, doygun eriyiklerin çökmesi, bazı kimyasal maddelerin uygun ortamlarda bir araya gelerek birleşmesiyle oluşurlar. Jips genelde kalker, kil ve marn gibi toprak tabakalarıyla birarada bulunur. Kayaç, hidratlı kalsiyum sülfat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) bileşimindedir. Kayaç, yapısına su aldığı jips mineraline dönüşür ve tersi olarak suyun buharlaşması sonucunda ise alçı taşı oluşur (Korkmaz vd, 2012). Kalsiyum sülfat jips haline dönüşürken hacmi %33 artarken boyu ise %10 oranında artar (Özel, 2005).

Gypsisoller (jipsli topraklar) genellikle kurak veya yarı kurak bölgelerde bulunur ve bölgesel toprak koşullarına adapte olmuş gibi görünen edafik olarak kısıtlanmış bitki türlerini muhafaza ederler (Bresowar ve McGlaughlin, 2015). Türler iklimle ilgili stres faktörlerine hem fenotipik plastisite hem de bölgesel/yerel adaptasyon yoluyla yanıt verebilir (Rajakaruna, 2017). “Stres gradyan hipotezi” (SGH), türler arasında kolaylaştırma ve rekabetin öneminin, abiyotik stresin dereceleri boyunca ters yönde değişmesi gerektiğini, abiyotik stres arttıkça rekabet üzerinde kolaylaştırmanın önemini artmasını öngörmektedir (Cruz vd, 2008). Çeşitli anatomik ve fizyolojik mekanizmalar, türlerin daha az rekabetle karşılaştığı habitatlarda topluluk kurmasını sağlar (Soriano vd, 2014).

Jips, sülfat minerallerinin en yaygın olanıdır (Günay, 2002). Jipsli toprakların elektrik iletkenliği genellikle 3 dS/m 'in altındadır (Moore vd, 2014). Jipsli topraklar ozmotik potansiyeli ve iyonik toksisiteyi önemli ölçüde artırmaz (Herrero vd, 2009). Jips, kalsiyum ve sülfatın toprak çözeltisindeki konsantrasyonunu ve dolayısıyla toprak çözeltisindeki tuzluluğu nispeten önemli bir bölümünü de tamponlar (Amirjani, 2010). Birçok çöl toprağında ve yarı kurak toprakta, jips ve karbonatlar bir veya daha fazla horizontda iç içe geçmiş durumdadır. Yağışın etkisiyle toprak yüzeyinde bulunan jips ve karbonat çözünür. Bununla birlikte, toprakta önemli miktarda jips birikir birikmez Ca^{+2} ve SO_4^{-2} iyonları, $CaCO_3$ ' ün çözünürlüğünü azaltır ve çökeler. Bu nedenle, bir toprakta ne kadar fazla jips olursa, daha az çözünür $CaCO_3$ oluşur (Schaetzl ve Anderson, 2005). Verheye ve Boyadgiev, (1997)' e göre jips orta derecede çözünürlüğe sahiptir (25 °C' de, 0.1 MPa basınçta ve saf suda 2.6 g / L). Jips tabakası toprak yüzeyine yakın ya da toprak yüzeyinde bulunduğu meydana gelen bir çeşit yağış şekli olan çığ, jipsin yıkanıp yer değiştirmesi işleminde önemli bir rol oynamaktadır (Alphen ve Rios Romero, 1975). Jips tortul ana materyallerden gelişen topraklarda çok yaygın bir mineral kükürt kaynağıdır (Khan vd, 2013). Tiyofor (Thiophores) olarak bilinen sülfür biriktiren bitkiler, yapraklarında aşırı kükürt (S) konsantrasyonlarını biriktirme kabiliyetine sahiptir ve sıklıkla kalsiyum (Ca) da biriktirirler. Bu akümülatörlerden biri genellikle yarı kurak veya çöl yaşam alanlarını işgal eden jipsofillerdir (Robson, 2017). Geniş yayılışlı jipsofiller genellikle S, Ca veya Mg gibi bileşiklerin 'akümülatörleri' olarak kabul edilir ve oldukça geçirgen özelliğinden dolayı yapraklarındaki yüksek konsantrasyonları (çoğu bitki türü için toksik) tolere edebilmektedir. %20-30' un üzerindeki toprak jips içeriği genellikle çoğu bitki türü için toksik olarak kabul edilir. Bitki yapraklarındaki S ortalama konsantrasyonu %0,2' den küçüktür ancak geniş yayılışlı jipsofillerde %3 ile %6 arasındaki konsantrasyonlarda da yayılış göstermektedir (Palacio vd, 2014a). Son araştırmalar sülfatın (SO_4^{2-}) bitkinin vasküler sisteminde taşınması, yapraklarda asimilasyonu ve S içeren bileşiklerin geri dönüşümünün kuraklık stres sinyali ve tepkisi ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Capaldi vd, 2015). Yapraklara taşınan aşırı SO_4^{2-} vakuolde saklanır ve bitki metabolizması için büyük bir S rezervi oluşturur (Capaldi vd, 2015). Canlılar için temel bir makro besin olan ve bir protein bileşeni olan S, abiyotik stres reaksiyonlarda önemli bir indirgeyicidir (Capaldi vd, 2015). Sülfür biyolojik

sistemlere toprak kabuğu ve toprakta bulunan S' ten dahil olur (Prasad ve Singh Shivay, 2018).

Kalsiyum sülfat fosfor, potasyum ve magnezyum gibi ana bitki besin maddelerinin yarayırlılığını bozar (Chesworth, 2008). Jipsli topraklarda yetişen bitkiler, toksik sitozolik Ca^{+2} ve SO_4^{2-} seviyelerinin birikmesine karşı hassastır ve bu koşulları tolere etmek için hücresel düzeyde düzenleyici mekanizmalar kullanmalıdır (Robson, 2017). Jips kurak mevsimde artan buharlaşma sonucu kılcal hareketle yukarıya doğru çıkar ve agregat halinde birikir ve çöl gülleri olarak adlandırılır (Günay, 2002). Çöl gülleri olarak bilinen rosette şeklindeki jips birikimleri taşların altında meydana gelir (Chesworth, 2008). Çöl güllerinin oluşumu genellikle daha ince bünyeli topraklarla ilişkilendirilir ve jips içerikleri %15 civarında değişir (Verheye ve Boyadgiev, 1997). Jips, toprakta kil dispersiyonunu önleyerek fazla çözünen tuzlara karşı antagonistik olarak kabul edilir (Herrero ve Porta, 2000).

Kalsiyum, sayısız biyolojik fonksiyon için önemli bir element olmasına rağmen, sitoplazmada yüksek konsantrasyonlarda toksiktir (Moore vd, 2014). Kalsiyum oksalat (CaOx) kristalleri bitki tarafından endojen olarak üretilen oksalik asit ($C_2H_2O_4$) ile çevresel olarak türetilmiş kalsiyum arasındaki reaksiyondan oluşur (Viñas ve Jiménez, 2016). CaOx kristalleri, yaprak, gövde, kök, çiçek, meyve, tohum dahil olmak üzere (polen hariç) farklı bitki dokularında meydana gelir (Meriç, 2008). Birçok yazar hücre içindeki kristal oluşumunun genetik kontrol altında olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle kristallerin şeklinin, konumunun takson için spesifik olduğunu ve bu durumun da taksonomik bir karakter olarak ifade edilebileceğini belirtmişlerdir (Konyar vd, 2014). Kalsiyum oksalat içeriği bitki yaşına, bitki çeşitliliğine, gelişim koşullarına, gelişim evresine, toprak tipine, mevsime ve iklime bağlı olarak değişir. Bu kristaller, palizat parankima hücrelerinde kloroplastın zarar görmesini engellemek için güneş ışığını yansıtabilir (Chairiyah vd, 2016). Kalsiyum oksalat kristalleri bitkinin hemen hemen tüm kısımlarında mevcut olabilir. Bu kristaller, epidermis, korteks, floem, ksilem ve öz gibi belirli dokularda bulunabildiği gibi bitkinin bütün kısımlarında da bulunabilir (Munuswamy vd, 2016). CaOx kristalleri, bitkilerde çözünmeyen kalsiyum tuzunun en sık görülen şeklidir (İlarslan vd, 2001). Bu tür kristallerin oluşumu kalsiyum seviyesindeki değişikliklerle ilişkilidir. Kalsiyum içeriği yükseldiğinde, druz kristal sayısı ve büyüklüğü hızla artar. Kalsiyum seviyeleri düştüğünde ise druz kristallerinin sayısı

ve büyüklüğü azalır. Kalsiyum, bitkide kullanım için kristallerden salınır. Ca, hücre çeperi sentezi için önemli bir bileşendir ve orta lamellerin oluşumu için gereklidir. Ayrıca, bazı enzimlerin aktivasyonu ve stabilizasyonu ile de ilgilidir. Önemli anormallikler bitkilerde Ca eksikliğinden kaynaklanır. Ca eksikliği, zar ve organellerde hasara, hücre duvarındaki değişikliklere ve mitotik anormalliklere neden olur (Meriç, 2008). Yüksek konsantrasyonlarda kalsiyumun serbest olması hücreler için toksiktir. Bu nedenle bitkiler, oksalat veya kalsiyumu gidermek için kalsiyum oksalat kristal oluşumunu indükleyebilir. Işık, kuraklık, sıcaklık, toprak, pH, iyon konsantrasyonu, ağır metaller ve herbivorluk gibi çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler, bitkilerde kristallerin yerini, boyutunu ve diğer özelliklerini etkileyebilir (Khan ve Siddiqi, 2014). Oksalatın bitki için kimyasal olarak toksik olmaması ancak hücrelerde ozmotik basınç düzenlemesi için bir problem teşkil etmemesini gerektirir. Kalsiyum oksalat kristallerinin aşırı oksalik asidi detoksifiye etmenin bir yolu olduğu öne sürülmesine rağmen, birçok bitkinin yüksek konsantrasyonlarda çözünür ve serbest oksalik asit içermesi, oksalik asidin bitki dokuları için özellikle toksik olmadığını göstermektedir. Savunma mekanizması olarak kristal içeren bitkilerin yenmesinden kaynaklanan ağız tahrişi ve yanma hissinden dolayı yiyecek aramada herbivorlara karşı cesaret kırıcı olabilir. Dar ve geniş yayılışa sahip jipsofil bitkiler çoğunlukla Ca-oksalat bantlarına sahiptir. Ca-oksalat kristalleri aşırı Ca' un detoksifikasyonunu sağlar (Franceschi ve Horner, 1980). Birçok tür, kalsiyumu, tiyofor ve jipsovaglar dahil olmak üzere, az miktarda çözünür Ca oksalat biyo-mineralleri oluşturmak üzere oksalat ($C_2O_4^{2-}$) ile birlikte çökeltirek düzenler (Robson, 2017). Bitki dokularında kalsiyum oksalat kristallerinin oluşumu, farklı kalsiyum konsantrasyonlarına bağlı düzenlenmesinin birincil görüldüğü çeşitli önemli bitki fonksiyonlarıyla ilişkilidir. Bitkilerin, Ca oksalat kristallerinin büyüklüğünün ve sayısında yaptığı çeşitli düzenlemelerle, Ca'un farklı toprak konsantrasyonlarındaki değişimlerine cevap verdiğini göstermektedir (Palacio vd, 2014a).

Çetik, (1985)' e göre genel anlamda kuraklık, bitki için toprakta suyun yetersiz bulunması olsa da bu durum yağışın yıl içindeki dağılışındaki dengesizlik, toprağın yapısı, toprak üzerindeki bitki örtüsünün cinsi, buharlaşan suyun oranı gibi pek çok faktöre bağlıdır. Anjum vd, (2011)' ne göre kuraklık, bitkinin büyümesini ve gelişmesini engelleyen en önemli çevresel strestir. Kuraklığa adaptasyon sağlayan

türler, suyu verimli kullanarak su kaybını azaltırlar. Stres koşulları altında, bitki hücreleri su kaybını önleme ve büyüme sürdürme yeteneğine sahiptir. Bitkiler genellikle bu streslere, prolin gibi stres azaltıcı ajanlar üreterek tepki verir. Bu çözücüler bitki metabolizmalarını etkilemeden yüksek konsantrasyonlarda birikebilir. Prolin seviyesinin yüksek olması ve hücrelerde fazla birikmesi, bitkilerin hücre içindeki ozmotik dengeyi sürdürme yeteneklerini geliştirerek strese karşı tolerans göstermelerine yardımcı olur. Turgorun ozmotik ayarlama ile tuz stresinin zararlı etkilerini en aza indirebilmesi fizyolojik adaptasyonların önemini göstermektedir (Chutipaijit vd, 2009). Prolin birikmesi, hücrelerin zarar görmesini azaltmak için su eksikliği durumunda strese karşı bitkilerin oluşturduğu ilk tepkidir. Kuraklık altında, su stresine karşı cevap olarak prolin birikmesi ile ozmotik ayarlama gerçekleşir. Bir ozmolit olan prolin, dehidrasyon koşulları altında proteinleri, membranları ve diğer makromoleküler yapıları doğrudan stabilize ederek ozmoprotektanlar olarak işlev görürler (Vicentea vd, 2004; Ábrahám vd, 2010). Böylece hücreyi, reaktif oksijen türleri olarak oksidatif strese karşı korur (Boscaiu vd, 2013b). Prolin, yapısal sağlamlığı ile karakterize edilen bir amino asittir ve birincil metabolizmada etkili bir şekilde çalışan temel bir bileşiktir. Bir ozmotik ajan olarak hareket ederek hücreyi hasardan korur. Ozmolitler düşük moleküler ağırlıklı, yüksek oranda çözünür organik moleküllerdir. En yaygın ozmolit olan prolin, birçok bitki türünde, artan tuzluluğa paralel olarak birikir ve tuz stresinin güvenilir bir biyokimyasal belirteci olarak kabul edilir (Boscaiu vd, 2013b). Jipsli topraklardaki tuz stresi sodyum tuzlarından değil kalsiyum sülfattan kaynaklanır (Llinares vd, 2015). Prolinin hücre içindeki artışı (normalin 100 katı kadar), biyotik ve abiyotik stres faktörleri karşısında birçok bitkide yaygın bir fizyolojik cevaptır. Bitkilerde, diğer aminoasitlere oranla daha fazla olan prolin birikiminin, tuzluluk, kuraklık, sıcaklık değişimi, ağır metal gibi olumsuz çevre koşullarına bağlı olarak meydana geldiği de bildirilmiştir (Verbruggen ve Hermans, 2008; Bates vd, 1973). Prolin konsantrasyonu bitkinin ve yaprağın yaşına, yaprağın konumuna bağlı olarak değişir (Verbruggen ve Hermans, 2008). Biyotik strese maruz kalan çeşitli bitkilerde de prolin birikimi bildirilmiş ve prolinin koruyucu rolü, bitkilerin olumsuz koşullara maruz kaldığında toleransını arttırmasıdır (Boscaiu vd, 2009). Prolin'in protein yapılarını korumak için protein çevresinde güçlü H-bağlı su oluşumunu ve serbest radikallerin temizleyicileri gibi diğer mekanizmaları aktive ettiği bildirilmiştir (Chutipaijit vd, 2009). Ozmolitler, metabolizmayı bozmadan hücre su potansiyelini düşürebildiklerinden, uyumlu

çözücüler olarak adlandırılırlar. Bu çözücüler normal hücrel metabolizmaya katılırlar, ancak ozmotik stres sırasındaki konsantrasyonları, normal hücrel seviyenin üzerine çıkabilir (Murakeözy vd, 2003). Tuza toleranslı bitkilerde tuza karşı, ozmoregülasyon (gliserin ve prolin), antioksidanlar (enzimatik ve enzimatik olmayan ajanlar), iyon homeostazı ve hormonal sistemler gibi çeşitli savunma mekanizmaları vardır (Cha-Um ve Kirdmanee, 2010). Ozmolitlerin rolü, bitki türleri, çeşitleri arasında ve hatta aynı bitkideki farklı bölmeler arasında değişmektedir (Iqbal vd, 2016).

Yüksek prolin seviyeleri, tuzluluğa karşı daha yüksek toleransla ilişkilendirilmiş olup buna karşın prolin içerikleri ile tuz toleransı arasında pozitif bir ilişki göstermeyen örnekler de vardır (Soriano vd, 2014). Prolin birikiminin ozmotik stresi azalttığı yapılan çalışmalar sonucu bildirilmiştir (Verbruggen ve Hermans, 2008; Bates vd, 1973).

Caryophyllaceae familyası, yaklaşık 12 500 tür içeren angiospermlerin başlıca soylarından biridir (Hernández-Ledesma vd, 2015). *Caryophyllaceae* familyasının Türkiye'de 35 cinsi ve yaklaşık 500 türü vardır (Davis, 1965-1985). 43'ü endemik olan yetmiş dört *Gypsophila* türü Türkiye'de bulunmaktadır (Armağan ve Özgökçe, 2018). *Gypsophila* türleri tek yıllık, iki yıllık veya çok yıllık olarak bulunmaktadır. *Gypsophila* türlerinde bitkiler tüysüz, çok sık guddeli, yapraklar mızrak şeklinde ince, nadiren geniştir. Çiçekler çok sayıda, küçük ve bileşik salkım şeklindedir. Brakteler yeşil, brakteol mevcut değildir, kaliks çan, konik, nadiren boru şeklinde dişlidir ve genelde kalsiyum oksalat kristalleri bulunur. Petaller 5 tanedir ve renkleri beyazdan pembe renge kadar değişiklik gösterir. 10 stamen ve 2 stil bulunur. (Davis, 1965-1985). Türkiye Florası'nda *Gypsophila eriocalyx* Boiss. İran-Turan fitocoğrafyası bölgesinde bulunan, çok yıllık, odunsu, 15-20 cm köke sahip bir endemik türdür. Yaprakları 10-30 × 0.5-2.5 mm, tüysüz, etli ve şeritsidir. Brakteler ince, mızrak şeklindedir. Çiçek sapı 0.5-5 mm. Kaliks çan şeklinde, 2-2.5 mm. Petalleri 3-4 mm, şeritsi-dikdörtgensel; çiçekleri beyaz renkli, sık, birçok çiçeğe sahip, yoğun tüylü kimoza ile karakterize edilir (Davis, 1965-1985). Bazı *Gypsophila* türlerinin, soğuğa, kuraklığa, tuzluluğa ve topraktaki yüksek bor içeriğine karşı dirençli olması, zorlayıcı çevre koşullarında bu türlerin yaşayabildiklerini göstermektedir (Kavas ve Yorgancılar, 2016). IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) kriterlerine göre Türkiye'nin bilhassa

tehdit altındaki doğal bitki taksonlarının yer aldığı Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı'nda *Gypsophila eriocalyx* Boiss. LR (lc) (LR: Tehdit altında, lc: En az endişe verici) kategorisinde değerlendirilmektedir (Ekim vd, 1989).

Gypsophila'nın çok yıllık otsu türü, toprağa derinlemesine nüfuz eden kazık köke sahiptir. Bu bitkiler toprak kaymasını, su kaybını ve drenaj sorunlarının önüne geçmektedirler (Kavas, 2012). *Gypsophila* cinslerine ait tüm taksonlar genellikle “Çöven, Çögen, Çeğen, Dişi çöven, Çöven otu ve Helva kökü, Tarla çöveni, Helva çöveni, Şark çöveni” olarak bilinir ve halk tarafından farklı amaçlar için kullanılır (Korkmaz ve Özçelik, 2011a). Çöven otu Haziran-Temmuz aylarında beyaz çiçekler açan, çok yıllık, kazık köklü, otsu bir bitkidir. Türk Çöveni beş ayrı *Gypsophila* türünden elde edilmektedir. *Gypsophila eriocalyx* Boiss. de bu türlerden biridir (Öztürk vd, 2010). Avrupa'da, *Gypsophila* türleri yaygın olarak “Bebeğin Nefesi” olarak bilinir. *Gypsophila* kelimesi için “soaproot” veya “soapworth” terimleri kullanılır (Korkmaz ve Özçelik, 2011a). Çöven içeriğinde saponin (bir çeşit glikozit) sebebiyle birçok alanda faydalanılmaktadır (Özçelik ve Yıldırım, 2011). İkincil metabolit olan saponinler, bitkinin büyüme ve üreme evrelerinde rol oynamazlar fakat etkili antimikrobiyal özelliğiyle bitkiyi otçul böceklerden ve toprak altında olumsuz etkileyebilecek canlılardan koruyarak bitkinin hayatta kalmasını sağlar (Poslu, 2006). *Gypsophila* taksonlarının köklerindeki saponin miktarı %4 ile %25 arasında değişmektedir (Korkmaz ve Özçelik, 2014). Köklerinin ekonomik açıdan önemli olması sebebiyle bu endemik bitkiler Türkiye'de biyolojik zenginlik kaynağıdır. Fakat ekonomik gereksinim gereği halk tarafından bilinçsizce toplanmaları, endemik *Gypsophila* cinsine ait türlerin popülasyonlarının bozulmasına neden olmakla birlikte, nesilleri yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır (Koyuncu vd, 2008). Ayrıca jipsli topraklarda hayvan otlatılması, komünitenin homojenleşmesine ve endemik türlerin azalmasına neden olmaktadır (Damschen vd, 2012). Çöven erozyonlu ve step alanların ıslahında, konutların ısı izolasyonunda, sabun ve likörlerin üretiminde, öksürük ve solunum sistemleri rahatsızlıklarında, film emülsiyonlarında, kimyasal temizleyicilerde, köpürtücü olarak yangın söndürücü maddelerin içeriğinde, kıvam kazandırıcı ve gevreklik kazandırıcı olarak helva (tahin, koz) ve lokum (saray, paşa) üretimlerinde, yün ve ipek ağartıcı olarak beyazlatmada, gypsogenin bileşiğini içermesinden dolayı gösterdiği antifungal özelliğiyle Çin'de alternatif tıpta kullanılan şifalı bitki cinsindedir. Bunların dışında

ilaç, gıda ürünü, temizlik ürünü, buketleri süslemek amaçlı dekoratif kullanım, park ve bahçelerin süslemesinde kullanılabilmesi nedeniyle, ziraatçıların, gıdacıların, kimyacıların, eczacıların, peyzajcıların, tekstilci ve kuyumcuların ilgi alanı içerisindedir (Özçelik ve Yıldırım, 2011; Pazır vd, 2013; Kołodziej vd, 2018; Öztürk vd, 2010; Korkmaz ve Özçelik, 2011b).

Jipsli ortam bitkiler için en önemli stres faktörü ise, toprakta jips içeriği daha yüksek olan bölgelerde bulunan bitkilerde daha yüksek ozmolit seviyelerinin tespit edilmesi beklenen bir durumdur (Iqbal vd, 2016). Bitkilerde prolin amino asidinin belirlenmesi, fizyolojik durumun değerlendirilmesi ve bitkilerde stres toleransını anlamak için faydalı bir yöntemdir (Carillo vd, 2008).

Caryophyllaceae familyasına ait birçok cinste ve *Gypsophila* cinsine ait çok yıllık türlerin kök ve gövdelerinde oldukça fazla kalsiyum oksalat kristali tespit edilmiştir (Ataşlar ve Ocak, 2017).

Bu çalışmada başlıca amaç; endemik jipsofil bir tür olan *Gypsophila eriocalyx* Boiss.' in doğal olarak yetiştiği toprakların farklı jips konsantrasyonları ile ekofizyolojik ve anatomik uyum mekanizmalarını ortaya koymaktır. Bu sebeple kuraklığın daha az hissedildiği Mayıs ve şiddetli kuraklığın yaşandığı Ağustos aylarında, yapraklarındaki prolin, kalsiyum, magnezyum, kükürt ve potasyum miktarlarının değişimi ve taksonun kök, gövde ve yaprak kısımlarında meydana gelebilecek anatomik farklılıkları belirlenmeye çalıştık.

Bu araştırmada sınınamaya çalıştığımız hipotezler şöyle sıralanmaktadır;

1- Toprağın düşük jips konsantrasyonunda bitki yaprakları yüksek konsantrasyonda, jips konsantrasyonu arttıkça daha düşük konsantrasyonda prolin içerecektir. Bu durum jipsin kuraklık stresini giderici etkisi olduğunu gösterecektir.

2- Jipsofil bitkilerde jipsofilliğin göstergesi olarak her koşulda gerek mevsimsel gerekse farklı jips konsantrasyonlarında K elementlerinin konsantrasyonu Ca, Mg, S elementlerinden yüksek çıkmaktadır.

3- Mevsimsel kuraklık ve topraktaki jips konsantrasyonuna bağlı olarak yaprak, gövde, kök anatomisinde önemli değişiklikler olacaktır.

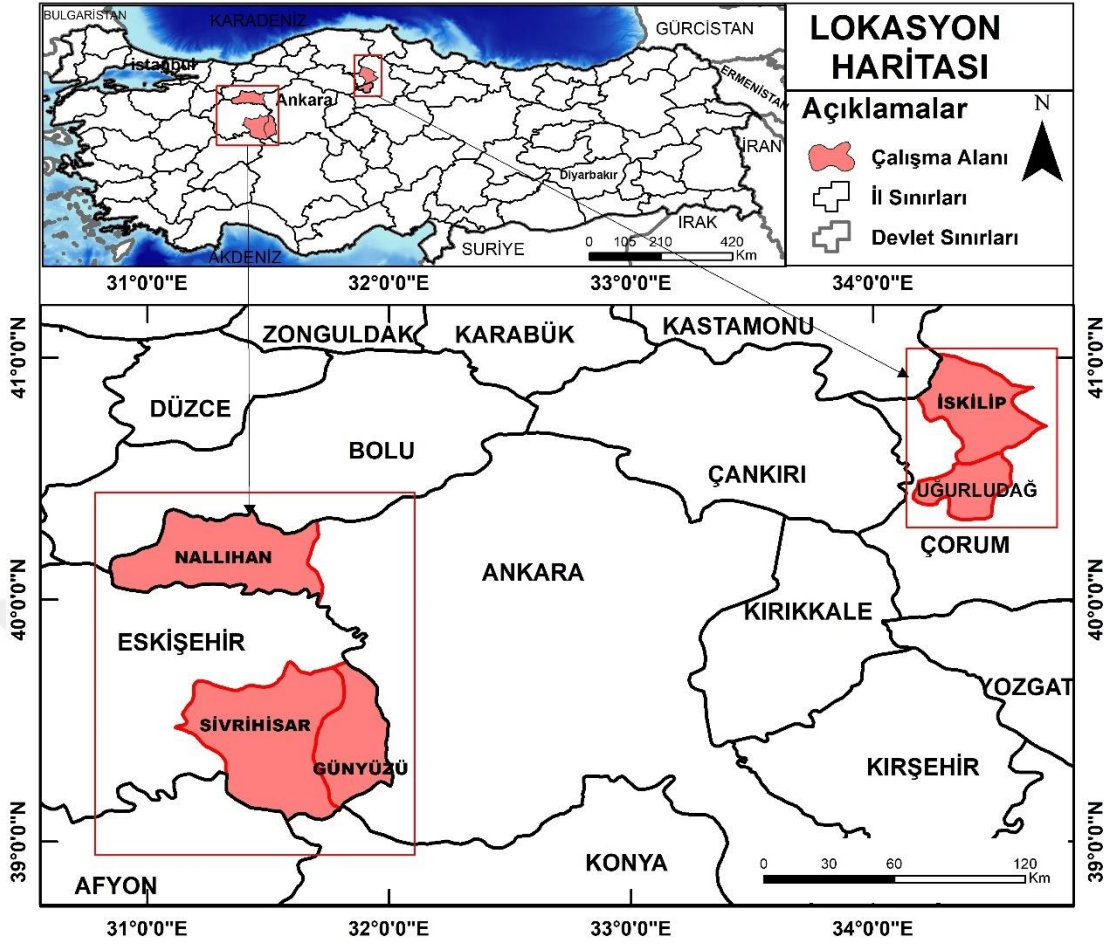
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın materyalini Çorum, Ankara ve Eskişehir il sınırlarında jipsli topraklarda yayılış gösteren geniş yayılışlı jipsofil endemik takson *Gypsophila eriocalyx* Boiss.' e ait bitki örnekleri ile yetiştirme yerinden alınan toprak örnekleri oluşturmaktadır.

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanının sınırları Çorum, Ankara ve Eskişehir illeridir. Araştırma sahası olarak seçilen yerler Çorum iline bağlı İskilip (40.73°E, 34.47°B) ve Uğurludağ (44.4°E, 34.4°B) ilçe sınırları, Ankara iline ait Nallıhan (40.19 °E, 31.35 °B) ilçesi sınırları, Eskişehir iline ait Sivrihisar (39.45°E, 31.53°B) ve Günyüzü (39.38 °E, 31.81 °B) ilçeleri sınırlarıdır (Şekil 2.1.).

İskilip ilçe merkezi, İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak Bölümü sınırları içerisindedir ve Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü sınırları içinde toprakları bulunup her iki bölüm arasında geçiş özelliği gösterir (Ertürk vd, 1977). Karadeniz Bölgesi ili olan Çorum'un Uğurludağ ilçesi İç Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır (Yazıcı, 2002). İç Anadolu Bölgesi'nin Karadeniz Bölgesi ile temasta olan kısımları geçit iklimi ve geçit florası özelliği gösterir. İç Anadolu'nun çizilen sınırları içerisinde iklim ve florasının jeomorfolojisine uygun olduğu belirtilmiştir. (Çetik, 1985). Şahin (2004)'e göre Çorum'un iklim tipi, İç Anadolu'nun yarı kurak-karasal iklim tipi arasındadır ve Karadeniz etkisi kıyı arkasında kalan yerlerin kış soğuklarının kendini göstermesiyle geçiş iklim özelliği gösterir. İç Anadolu Bölgesi'nin doğal bitki örtüsü olan step formasyonunun, orman alt sınırıyla olan ilişkisi kuzeyde Ankara ilinden başlamakta, batıda Ayaş, Beypazarı ve Nallıhan ilçeleriyle birlikte Eskişehir'e kadar yayılış göstermektedir. Step alanlarının yayılışı geçmiş ve günümüzle karşılaştırıldığında geçmişte daha dar bir alanı kaplarken günümüzde ise antropojen etkilerle genişleyerek bugünkü durumuna gelmiştir (Yazıcı, 2002).



Şekil 2.1. Çalışma alanının haritası

Etrafı dağlarla (kuzeyde Karadeniz dağları, güneyde Toroslar) çevrili düzlüklerden oluşan İç Anadolu Bölgesi'nde tamamen karasal iklim özellikleri görülür. Yaz mevsimi sıcak (ortalama sıcaklık 20-22°C) ve kurak, kış mevsimi soğuk (0 ile -3°C) ve yağışlı geçer. Günlük ve mevsimlik sıcaklık farkları belirgin olarak görülür ve kış yağışları kar şeklinde düşer. Yağışlar en fazla ilkbaharda, en az ise yaz mevsimindedir. Şiddetli buharlaşma ve yetersiz düşen yıllık yağışlar (350-500 mm) sonucu yarı kurak şartlar oluşmaktadır (Yazıcı, 2002). İç Anadolu'da flora ve vejetasyonunun gelişimi ve bitkilerin yaşamını sınırlayan en önemli dış faktör sudur. Bu sebeple yıllık yağış miktarlarının azlığı ve yıl içinde dağılış şekilleri burada kurakçıl bir floranın oluşmasına neden olmaktadır (Çetik, 1985).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre 2012-2018 yılları arasında Günyüzü ilçesinde aylık minimum sıcaklık Haziran ayında en düşük 2016 yılında 7.2 °C, en yüksek 2018 yılında 10.9 °C ölçülmüştür. Ağustos ayında ise en düşük 2016 yılında 9.4 °C, en yüksek 2018 yılında 12.4 °C ölçülmüştür. Sivrihisar ilçesinde aylık

minimum sıcaklık Haziran ayında en düşük 2014 yılında 7.3 °C, en yüksek 2015 yılında 10.2 °C ölçülmüştür. Ağustos ayında ise en düşük 2017 yılında 9.6 °C, en yüksek 2013 yılında 14.4 °C ölçülmüştür. 1988-2018 yılları arasındaki verilere göre Nallıhan ilçesinde aylık minimum sıcaklık Haziran ayında en düşük 2000 yılında 4.3 °C, en yüksek 2010 yılında 12.2 °C ölçülmüştür. Ağustos ayında ise en düşük 2012 yılında 7.12 °C, en yüksek 2007 yılında 15.3 °C ölçülmüştür. 2012-2018 yılları arasında İskilip ilçesinde aylık minimum sıcaklık Mayıs ayında en düşük 2017 yılında 6.1 °C, en yüksek 2013 yılında 11.3 °C ölçülmüştür. Ağustos ayında ise en düşük 2014 yılında 13.1 °C, en yüksek 2016 yılında 15.3 °C ölçülmüştür. 2014-2018 yılları arasında Uğurludağ ilçesinde aylık minimum sıcaklık Mayıs ayında en düşük 2017 yılında 4.6 °C, en yüksek 2014 yılında 7.3 °C ölçülmüştür. Ağustos ayında ise en düşük 2015 yılında 12.3 °C, en yüksek 2016 yılında 13.9 °C ölçülmüştür.

2012-2018 yılları arasındaki verilere göre Günyüzü ilçesinde aylık maximum sıcaklık Haziran ayında en düşük 2016 yılında 30.6 °C, en yüksek 2013-14 yıllarında 36.4 °C ölçülmüştür. Ağustos ayında ise en düşük 2013 yılında 35.2 °C, en yüksek 2014 yılında 38.4 °C ölçülmüştür. Sivrihisar ilçesinde aylık maximum sıcaklık Haziran ayında en düşük 2015 yılında 26.6 °C, en yüksek 2013 yılında 35.8 °C ölçülmüştür. Ağustos ayında ise en düşük 2013 yılında 33.2 °C, en yüksek 2014 yılında 36.3 °C ölçülmüştür. 1988-2018 yılları arasındaki verilere göre Nallıhan ilçesinde aylık maximum sıcaklık Haziran ayında en düşük 2005 yılında 32.2 °C, en yüksek 2007 yılında 38.4 °C ölçülmüştür. Ağustos ayında ise en düşük 1996 yılında 34.0 °C, en yüksek 2010 yılında 40.8 °C ölçülmüştür. 2012-2018 yılları arasında İskilip ilçesinde aylık maximum sıcaklık Mayıs ayında en düşük 2016 yılında 27.6 °C, en yüksek 2015 yılında 33.1 °C ölçülmüştür. Ağustos ayında ise en düşük 2013 yılında 35.2 °C, en yüksek 2014 yılında 39.2 °C ölçülmüştür. 2014-2018 yılları arasında Uğurludağ ilçesinde aylık maximum sıcaklık Mayıs ayında en düşük 2016 yılında 27.0 °C, en yüksek 2015 yılında 31.6 °C ölçülmüştür. Ağustos ayında ise en düşük 2015 yılında 35.3 °C, en yüksek 2014 yılında 37.6 °C ölçülmüştür.

Aylık ortalama nispi nem verilerinin ortalaması Günyüzü ilçesinde Haziran ayında % 58.1 iken Ağustos ayında % 45.7 ölçülmüştür. Sivrihisar ilçesinde Haziran ayında % 55, Ağustos ayında % 45.6 ölçülmüştür. 1988-2018 yılları arasındaki verilere göre Nallıhan ilçesinde Haziran ayında % 56.4, Ağustos ayında ise % 55.7 ölçülmüştür. 2012-2018 yılları arasında İskilip ilçesinde Mayıs ayında % 59, Ağustos

ayında ise % 45.7 ölçülmüştür. 2014-2018 yılları arasında Uğurludağ Mayıs ayında % 61.8, Ağustos ayında ise % 48.2 ölçülmüştür.

Aylık toplam yağış ortalaması Günyüzü ilçesinde Haziran ayında 36.4 mm=kg/m² iken Ağustos ayında 20.3 mm=kg/m² ölçülmüştür. Sivrihisar ilçesinde Haziran ayında 51.6 mm=kg/m², Ağustos ayında 30 mm=kg/m² ölçülmüştür. 2005-2018 yılları arasındaki verilere göre Nallıhan ilçesinde Haziran ayında 45.4 mm=kg/m², Ağustos ayında ise 10.1 mm=kg/m² ölçülmüştür. 1988-2012 manuel ölçüm verilerine göre ise Haziran ayında 18.9 mm=kg/m², Ağustos ayında ise 8.6 mm=kg/m² ölçülmüştür. 2012-2018 yılları arasında İskilip ilçesinde Mayıs ayında 61.8 mm=kg/m², Ağustos ayında ise 24.1 mm=kg/m² ölçülmüştür. 2014-2018 yılları arasında Uğurludağ Mayıs ayında 73.8, Ağustos ayında ise 28.2 mm=kg/m² ölçülmüştür.

2.2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Jips Analizi

Çizelge 2.1’de belirtilen lokasyonlardan yüzey toprak örnekleri 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Laboratuvara getirilen toprak örnekleri havada kurutulup tahta tokmakla öğütüldükten sonra 2 mm’lik elekten geçirilerek analizlere hazır hale getirilmiştir. Toprak örneklerinin jips miktarları Artieda vd (2006)’ ne göre belirlenmiştir. Hava kurusu 20 g toprak hassas terazide tartılmış, darası alınan petri kaplarına konularak 70°C’deki etüvde 3 gün kurutulmuştur. Etüvden alınan örnekler oda sıcaklığında 5 dakika soğutulduktan sonra tekrar tartılmıştır. Aynı petri kapları 90°C’de etüve yerleştirilip 48 saat bekletildikten sonra, çıkarılıp oda sıcaklığında 5 dakika soğutulduktan sonra tekrar tartılmıştır. Elde edilen veriler aşağıdaki formülde yerleştirilerek toprak örneğinin % jips konsantrasyonları gravimetrik olarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Jips} = \frac{WS-WF}{WS-WT} \times 669$$

Formülde;

ws = 70°C’deki petri ve toprak ağırlığı

wf = 90°C’deki petri ve toprak ağırlığı

wt = petri kabının ağırlığı

Çizelge 2.1. Toprak ve bitki örneklerinin toplandığı lokalite ve koordinatlar

No	Alındığı Yer	% Jips (Mayıs)	% Jips (Ağustos)	Yükseklik (m)	GPS Koordinatı	Tarih
1	Uğurludağ Yolu Kumçeltiği Köyü, Çorum	74.85	65.36	550	N 40 35 35 E 34 33 45	19.05.2018- 12.08.2018
2	Uğurludağ Yolu Kumçeltiği Köyü, Çorum	51.42	48.67	595	N 40 34 59 E 34 32 07	19.05.2018- 12.08.2018
3	Kırköy Köyü, Uğurludağ, Çorum	46.33	40.90	505	N 40 34 38 E 34 29 04	19.05.2018- 12.08.2018
4	Uğurludağ Yolu, Eskiçelttek Köyü, Uğurludağ, Çorum	42.92	28.19	542	N 40 33 12 E 34 26 51	19.05.2018- 12.08.2018
5	Kırköy Köyü, Uğurludağ, Çorum	44.76	42.36	703	N 40 32 22 E 34 28 53	19.05.2018- 12.08.2018
6	Kırköy Köyü, Uğurludağ, Çorum	65.25	53.74	639	N 40 33 29 E 34 28 38	19.05.2018- 12.08.2018
7	Kırköy Köyü, Uğurludağ, Çorum	45.07	42.39	558	N 40 34 16 E 34 28 23	19.05.2018- 12.08.2018
8	Kılıçdere Köyü, İskilip-Çorum	37.22	35.47	639	N 40 39 14 E 34 33 21	19.05.2018- 12.08.2018

Çizelge 2.1. (devam)

9	Çorum- Çankırı Yolu, Hacıbey Köyü, Çorum	65.76	60.49	593	N 40 35 03 E 34 36 42	19.05.2018- 12.08.2018
10	Demirci Merkez mah. Sivrihisar, Eskişehir	38.93	24.62	884	N 39 33 48 E 31 48 28	07.06.2018- 11.08.2018
11	Demirci Merkez mah. Sivrihisar, Eskişehir	87.44	70.48	785	N 39 35 45 E 31 47 11	07.06.2018- 11.08.2018
12	Yazır mah. Günyüzü Yolu, Günyüzü- Eskişehir	75.20	73.32	793	N 39 25 39 E 31 49 28	07.06.2018- 11.08.2018
13	Çayırhan mah. Ankara- Nallıhan Yolu	16.58	10.57	765	N 40 06 17 E 31 43 32	07.06.2018- 11.08.2018

2.3. Bitki Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Araştırma materyali olarak, Çorum, Ankara ve Eskişehir il sınırları (Çizelge 2.1.) içerisinde ilkbahar dönemi (Mayıs ve Haziran 2018), yaz dönemi (Ağustos 2018) olacak şekilde (Şekil 2.3.), endemik *Gypsophila eriocalyx* Boiss. taksonuna ait kök, gövde, yaprak örnekleri alınmıştır. Her lokaliteden alınan vejetatif bitki kısımları polietilen poşetler içerisinde üzerlerine toplandıkları tarih, yükseklik, koordinatları yazılarak etiketlenmiş ve laboratuvara getirilmiştir.

Bitki örneklerinin teşhisleri Türkiye Florası (Davis, 1965-1985)' na göre yapılmıştır. Bitki örneklerinin anatomik yapıları için, kök, gövde ve yapraklar %70' lik etil alkolde fikse edilerek çalışılmak üzere cam kavanozlarda saklanmıştır. Farklı jips konsantrasyonlarına sahip topraklardan toplanan yaprak örnekleri 60°C' de etüvde kurutulup ve öğütülüp kimyasal analizlere hazır hale getirilmiştir.

Bitki örnekleri yetiştikleri toprakların jips konsantrasyonlarına göre düşük (%0-38), orta (%42-65) ve yüksek (%74-87) olarak üç grup halinde sınıflandırılmıştır. Her bir gruba ait prolin ($\mu\text{mol prolin/g kuru bitki}$), kükürt (%), kalsiyum (%), magnezyum (%) ve potasyum (%) analizleri üç tekrarlı olarak yapılmıştır.



a

b

Şekil 2.3. *Gypsophila eriocalyx* Boiss.' in farklı mevsimlerde arazideki görünümü a. İlkbahar, b. Yaz.

2.4. Bitki Örneklerinde Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg) ve Potasyum (K) Miktarlarının Belirlenmesi

Kalsiyum (%), magnezyum (%) ve potasyum (%) miktarları Kacar ve İnal (2008)' a göre atomik absorpsiyon spektrofotometre (AAS) ile belirlenmiştir. Kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örneğinden 0.5 g tartılıp porselen kül kabına konulmuştur. Bitki örneği sülfürik asit-etil alkol çözeltisi ile ıslatılmış (genel olarak her 1 g örnek için 1 mL çözelti yeterlidir) ve yakılmıştır. 500-550 °C deki kül fırınında kül gri renkli olduğunda çıkarılmış ve soğumaya bırakılmıştır. Az miktarda arı su ile ıslatılan küle 4 mL 3 N HCl çözeltisi ilave edilmiş, porselen kaplar sıcak pleyt üzerine bırakılmış ve 10-15 dakika sonra kül çözeltileri 100 mL' lik ölçü balonuna aktarılmıştır. Ölçü balonu arı su ile derecesine tamamlanmıştır. Ca, Mg, K ölçümleri Perkin Elmer A400 atomik absorpsiyon spektrofotometre (AAS) ile belirlenmiştir.

0.5 g bitki örneği yakılmış ve 100 mL' ye tamamlanmış ve Ca, Mg ve K belirlenmesi bu çözeltide yapılmıştır.

Bitkide toplam Ca, Mg ve K (mg kg^{-1}) = $A_1 \times F$ formülüyle hesaplanmıştır.

Formülde;

A_1 = Tanık çözeltisine göre düzeltilmiş bitki çözeltisine ait AAS'deki okuma için standard kurveden bulunan Ca, Mg ve K miktarı, mg L^{-1} ,

$$F = (100/0.5) \times (100/10) = 2000$$

Bitkide toplam Ca, Mg ve K (%) = Ca, Mg ve K (mg kg^{-1}) / 10000 eşitliği kullanılarak dönüştürülmüştür.

2.5. Bitki Örneklerinde Kükürt (S) Miktarının Belirlenmesi

Kükürt (%) miktarı Kacar ve İnal (2008)' a göre belirlenmiştir. Kalsiyum (%), magnezyum (%) ve potasyum (%) miktarları ölçülürken hazırlanan bitki çözeltisinden alınan 10 mL alikot 25 mL'lik ölçü balonuna konur. Ölçü balonuna 5 mL 2N amonyum asetat çözeltisi (Amonyum asetat çözeltisi, 2 N: İçinde bir miktar arı su bulunan 1000 mL' lik ölçü balonunda 0.25 g çam sakızı çözülür. Soğuduktan sonra ölçü balonu arı su ile derecesine tamamlanır. Bulanıklık görülürse süzülür.) ilave edilir. Bu durumda ölçü balonundaki çözeltinin pH'sı yaklaşık 5.0 olmalıdır. Sonra küçük huni yardımıyla 1 g özel olarak hazırlanmış baryum klorür (Baryum klorür, kristal. Baryum klorür kristalleri, BaCl_2 , 0.50 mm' lik (35 mesh) elekten

gececek ve 0.25 mm' lik (60 mesh) elek üzerinde kalacak şekilde parçalanır.) ilave edilir ve hemen 1 dakikada çalkalanır, ölçü balonuna 1 mL çam sakızı çözeltisi (%25) ilave edilir ve tekrar çalkalanır. Ölçü balonu arı su ile derecesine tamamlanır. 5 dakika sonra türbit çözeltinin ışık absorpsiyonu 430 nm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede belirlenir. Kükürt için standart kurve (eğri) belirlemek için; örneğin yakıldığı yöntem ile sadece kimyasal maddeler kullanılarak hazırlanan tanık arı su ile 100 mL'ye tamamlanır. Aynen örnekte kullanılan miktarda olmak üzere bir seri 25 mL'lik ölçü balonuna tanık çözeltisi ilave edilir. Üzerine standart kükürt çözeltisinden 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 ve 3.0 mL konur. Bu çözeltiler sırasıyla kükürt konsantrasyonları 0, 2, 4, 6, 8, 10 ve 12 mg L⁻¹ olan standart çözeltileri oluşturacaklardır. Hesaplama 0.5 g bitki örneği yakılmış ve 100 mL' ye tamamlanmıştır. Bu bitki çözeltisinden alınan 10 mL alikotta ve 25 mL' lik ölçü balonunda turbidite oluşturulmuştur.

Bitkide toplam S (mg kg⁻¹) = S_t × F formülüyle hesaplanmıştır.

Formülde;

S_t = Tanık çözeltisine göre düzeltilmiş bitki çözeltisine ait spektrofotometredeki okuma için standart kurveden bulunan S miktarı, mg L⁻¹

$$F = (100/0.5) \times (25/10) = 500$$

Bitkide toplam S (%) = S (mg kg⁻¹) / 1000 eşitliği kullanılarak dönüştürülmüştür.

2.6. Bitki Örneklerinde Prolin Analizi

Bitki örneklerinin prolin içerikleri Bates vd (1973)' ne göre belirlenmiştir. Bitki örneklerinde prolin konsantrasyonunu belirlemek için kullanılacak çözeltiler aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

%3 Sülfosalisilik asit: 3 g sülfosalisilik asit 100 mL balonda saf su ile çözünür.

Glasiyel asetik asit: Konsantre glasiyel asetik asit

Fosforik asit: Konsantre fosforik asit

Ninhidrin: Ninhidrin z.A=2.2-Dihydroxydan-1.3 dion; Ninhidrin GR=2.2-dihydroxy-1.3-indandione Formül:C₉H₆O₄ FW= 178.15 g/mol siyah poşete sarılıp ışık almaması sağlanmıştır. Ninhidrin çözeltisi örnek sayısına göre hazırlanmıştır. 40

mL Ninhidrin çözeltisi için (6:3:1 oranında), 1 g ninhidrin; 24 mL glasiyel asetik asit (6 kısım), 12 ml saf su (3 kısım), 4 ml fosforik asit (1 kısım) içerisinde biraz ısıtılarak çözülmüştür. Alüminyum folyo ile sarılarak ışık alması engellenmiştir. Günlük kullanım için her işlemde yeniden hazırlanmıştır. Her analiz işleminde yetecek kadar hazırlanmıştır.

Saf toluen %100'lük 3 mL

L-Prolin: Formül=C₅H₉NO₂ FW= 115.13 g/mol (Saf madde olduğu için direkt istenilen miktar alınır formül kullanılmaz)

L-Prolin standartları: 500 ppm stok prolin çözelti için 0.05 g prolin 100 mL balon içerisinde 100 mL %3'lük sülfosalisilik asit ile çözülür. 500 ppm stok prolin çözeltisinden 2 mL alınır 8 ml %3'lük sülfosalisilik asit ilave edilerek 10 mL 100 ppm stok hazırlanır. 100 ppm stok prolin çözeltisinden sırasıyla 0.0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.6, 1.8, 2.0 ppm 'lik standart prolin çözeltileri 10 mL cam tüpte %3'lük sülfosalisilik asit ile hazırlanmıştır.

Çizelge 2.2. 100 ppm stok çözeltisinden prolin standartlarının hazırlanması için kullanılan çözelti miktarları

L-Prolin, (ppm)	100 ppm stoktan 10 mL'lik cam tüpe eklenecek μ L	10 mL standart elde etmek için eklenecek %3'lük sülfosalisilik asit (mL)
0.0	0.0	10.0
0.1	10.0	9.990
0.2	20.0	9.980
0.4	40.0	9.960
0.6	60.0	9.940
0.8	80.0	9.920
1.0	100.0	9.900
1.2	125.0	9.875
1.6	150.0	9.850
1.8	175.0	9.825
2.0	200.0	9.800

Sırasıyla 0.0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.6, 1.8, ve 2.0 ppm standart çözeltilerini hazırlamak için, 100 ppm' lik stok çözeltiden çizelge 2.2.'de belirtilen miktarda (mL) alınarak 10 mL'lik cam tüpe konuldu ve 10 mL' ye tamamlanacak şekilde %3' lük sülfosalisilik asit (mL) ilave edildi. Karışımdan 10 mL'lik cam tüpe 2 mL alınarak üzerine 2 mL glasiyel asetik asit ve 2 mL ninhidrin çözeltisi konuldu.

Örneklerin kapağı kapatılarak 100 °C’ de su banyosunda 1 saat bekletildi. Örnekler buz içeren köpükte 5 dk bekletilerek sonlandırıldı. Örnekler çok soğuk olmamalı oda sıcaklığında olmalıdır. Tüplere 4 mL toluen konuldu, iyice çalkalandı. Üst kısımda oluşan süpernatant cam tüpe alınarak 520 nm ayarlı spektrofotometrede blank (0.0 ppm)’a karşı okundu.

Bu hazırlıklardan sonra bitki örneklerinde prolin analizine geçilmiştir. 10 mL’lik cam tüpe 0.1 g kuru yaprak örneği ve 10 mL %3’ lük sülfosalisilik asit ekledikten sonra cam tüplerin kapakları kapatıldı. KUDOS marka SK2210HP model ultrasonik banyo cihazında yarım saat süre örnekler homojenize olana kadar bekletildi ve filtre kağıdı ile süzüldü. Temiz filtrattan 2 mL alındı 10 mL’lik cam tüpe konuldu. Üzerine 2 mL glasiyel asetik asit ve 2 mL ninhidrin ayırıcı çözeltisi konur. Örnekler 100 °C’ de su banyosunda 1 saat bekletilir. Reaksiyon oda sıcaklığına ayarlı bir buz banyosunda 5 dk bekletilerek sonlandırılır. Örnekler çok soğuk olmamalı oda sıcaklığında olmalıdır. Tüplere 4 mL toluen konur, iyice çalkalanır. Üst kısımda oluşan süpernatant cam tüpe alınarak 520 nm ayarlı spektrofotometrede blank (0.0 ppm)’a karşı okundu.

Bitki örneklerinin spektrofotometrede okunan absorbans değerlerinden ppm olarak tespit edilen prolin konsantrasyonları µg prolin/ mL’ ye karşılık gelmektedir. Buradan hareketle Bates vd (1973)’ ne göre aşağıdaki formül kullanılarak µmol prolin/g kurubitki ağırlığı cinsinden prolin konsantrasyonları şeklinde ifade edilmiştir.

$$\text{Prolin miktarı (µmol prolin/ g kuru bitki)} = \frac{[(\mu\text{g prolin/mL} / \text{eklenen mL toluen}) / 115.5 \mu\text{g}/\mu\text{mol}]}{(\text{g analiz edilen kuru bitki örneği}) / 5}$$

2.7. Bitki Örneklerinde Anatomik Farklılıkların Belirlenmesi

Çizelge 2.1. 'de belirtilen yerlerden alınan ve laboratuvara getirilen bitki örneklerinin kök, gövde ve yaprak kısımları %70' lik etil alkol içeren kavanozlara konulup etiketlendi. Anatomik farklılıkların belirlenmesi için düşük jips konsantrasyonunun bulunduğu 13 numaralı yerden, orta jips konsantrasyonunun bulunduğu 2 numaralı yerden, yüksek jips konsantrasyonunun bulunduğu 11 numaralı yerden alınan ve üç grup halinde sınıflandırılan bitki örneklerinin kök, gövde kısımlarından enine kesitler, yapraklarından enine ve yüzeysel kesitler el ile alındı. Preparatlar gliserin ile hazırlandı ve Zeiss Axio Lab A1 mikroskobu ve Zeiss AxioCam 105 görüntüleme

sistemi ile incelenerek 50 tekrarlı olacak şekilde fotoğrafları çekildi. Hazırlanan preparatlarda kökte periderma dokusu kalınlığı, periderma hücre eni, periderma hücre boyu, korteks dokusu kalınlığı, korteks hücre eni, korteks hücre boyu, trake çapı ve druz çapı, gövdede epidermis hücre eni, epidermis hücre boyu, korteks dokusu kalınlığı, sklerenkima doku kalınlığı, sklerenkima hücre eni, sklerenkima hücre boyu, parankima hücre eni, parankima hücre boyu, ksilem dokusu kalınlığı, trake çapı, öz hücresi eni, öz hücresi boyu, korteks druz çapı, öz druz çapı ve yapraklarda epidermis hücre eni, epidermis hücre boyu, palizat parankima hücre eni, palizat parankima hücre boyu, sünger parankima hücresi eni, sünger parankima hücresi boyu, ksilem kalınlığı, floem kalınlığı, druz çapı ile birlikte yaprakların yüzeylerinden alınan kesitler ile stoma eni, stoma boyu mikrometre (μm) cinsinden ölçülmüştür.

2.8. Verilerin İstatistiksel Analizi

Yapraklardaki element analizleri (Ca, Mg, S ve K) ile prolin konsantrasyonlarının değişiminin toprak % jips içeriği SPSS version 20.0 (IBM, 2011) paket programı yardımıyla yapılmıştır. Yapraklardaki element analizleri (Ca, Mg, S ve K) ile prolin konsantrasyonlarının değişiminin toprak % jips içeriği ve farklı aylara göre değerlendirilmesi iki yönlü tek değişkenli varyans analizi ile yapılmıştır. Verilerin normal dağılımını tespit etmek için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmış ve verilerin $P > 0.05$ koşulunu sağlayarak normal dağıldığı görülmüştür. Bağımsız değişken olarak aylar ve toprak jips konsantrasyonu (%) seçilmiştir. Varyans analizi ile elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıkların tespitinde Duncan çoklu karşılaştırma testine göre fark grupları tespit edilmiştir.

Yaprak, gövde ve kök anatomik verileri Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildiğinde normal dağılmadığı görülmüştür. Bu verilerin istatistiksel karşılaştırmalarında non parametrik çok değişkenli varyans analizi (Anderson, 2001) kullanılmıştır. Bağımsız değişken olarak aylar ve toprak jips konsantrasyonu (%) seçilmiştir. Varyans analizi ile elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıkların tespitinde ikili permütasyon karşılaştırmasına (pairwise permutation comparison) göre fark grupları tespit edilmiştir.

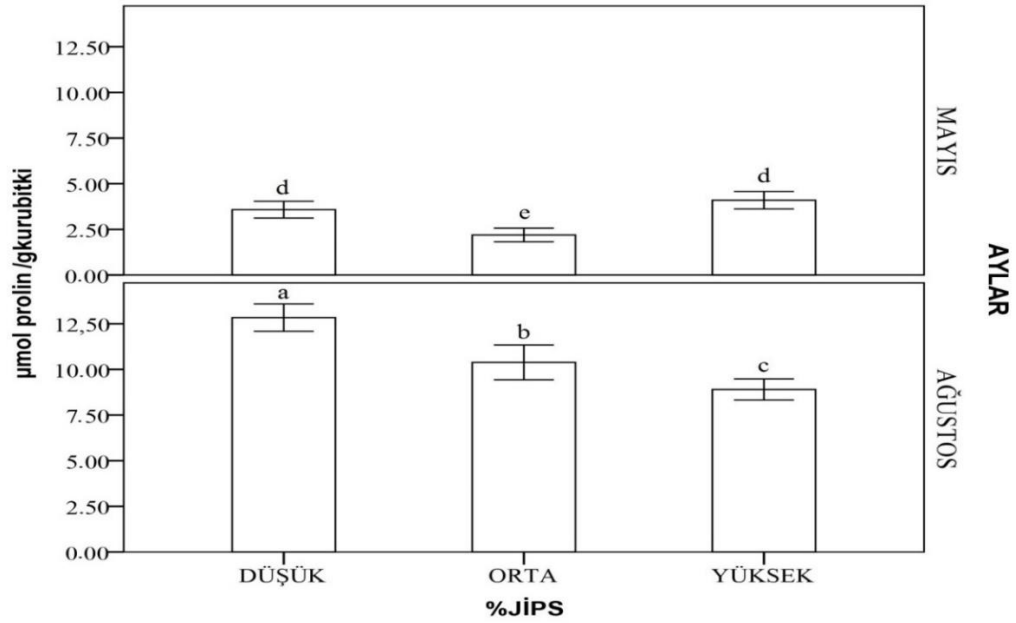
3. BULGULAR

3.1. Yapraklardaki Prolin İçeriği

Yaprak örneklerinde bitkinin yetiştiği toprakların düşük (%0-38), orta (%42-65) ve yüksek (%74-87) jips konsantrasyonlarına göre prolin değerleri ($\mu\text{mol/g}$ kurubitki) Şekil 3.1.'de verilmiştir.

Şekil 3.1.'de görüldüğü gibi, *Gypsophila eriocalyx* Boiss. için aylar bakımından karşılaştırdığımızda bütün toprak jips konsantrasyonlarında Ağustos ayı ortalaması Mayıs ayındakinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum bize Ağustos ayının kurak mevsim olması ve ozmotik stresin oluşması ile jipsten kaynaklı değil mevsimsel olarak kuraklık kaynaklı olduğunu göstermektedir. Mevsimsel olarak prolin miktarı Mayıs ayında en fazla, düşük ve yüksek jips konsantrasyonlarında, en düşük prolin miktarı ise orta jips konsantrasyonunda, Ağustos ayında ise jips konsantrasyonu arttıkça prolin miktarının azaldığı görülmektedir. Prolin kuraklığın fazla olduğu ayda (Ağustos) yüksektir. Ağustos ayında prolin miktarının düşük toprak jips konsantrasyonunda en yüksek, yüksek toprak jips konsantrasyonunda en düşük olduğu bulunurken, Mayıs ayında düşük toprak jips konsantrasyonunda en yüksek, orta jips konsantrasyonunda en düşük olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.2.'de görüldüğü gibi prolin miktarındaki değişim aylara, topraktaki jips konsantrasyonuna (%) ve aylar ile toprak jips konsantrasyonu etkileşimlerinde istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Ca, Mg konsantrasyonları aylara, topraktaki jips konsantrasyonuna (%) bağlı olarak istatistiksel olarak önemli çıkmıştır, aylar ile toprak jips konsantrasyonu etkileşimlerinde ise istatistiksel olarak çok önemli çıkmıştır. K konsantrasyonu, topraktaki jips konsantrasyonu (%), aylar ile toprak jips konsantrasyonu etkileşimlerinde istatistiksel olarak önemli çıkmıştır fakat aylar bakımından istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. S konsantrasyonu, aylar arasında, aylar ile toprak jips konsantrasyonu (%) etkileşimlerinde istatistiksel olarak çok önemli, topraktaki jips konsantrasyonunun değişimine göre de önemli çıkmıştır.



Şekil 3.1. Farklı mevsim ve topraktaki düşük (%0-38), orta (%42-65) ve yüksek (%74-87) jips konsantrasyonlarında yaprakların prolin miktarlarındaki değişim. Barların üzerindeki harfler ortalamaya ait Duncan fark gruplarını ifade etmektedir.

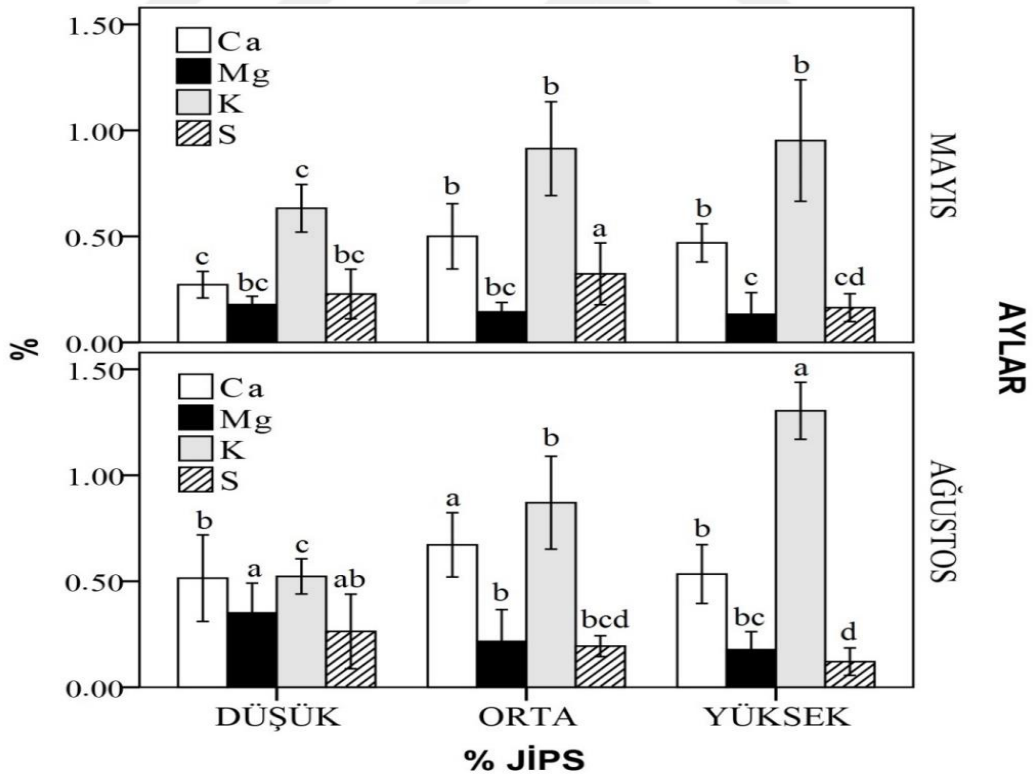
Çizelge 3.2. Yapraklarda prolin (µmol prolin/g kurubittki), Ca (%), Mg (%), K (%) ve S (%) konsantrasyonlarındaki değişimin şansa bağlı faktöriyel deneme sonuçları.

Kaynak	Model	Tip III Kareler Toplamı	df	Ortalamanın Karesi	F	Önemlilik
Prolin	AYLAR	412.54	1	412.54	1600.31	0.01*
	% JİPS	22.15	2	11.07	42.96	0.01*
	AYLAR* %JİPS	26.99	2	13.49	52.36	0.01*
Ca	AYLAR	0.11	1	0.11	35.47	0.01*
	% JİPS	0.11	2	0.05	17.32	0.01*
	AYLAR* %JİPS	0.02	2	0.01	3.74	0.05**
Mg	AYLAR	0.04	1	0.04	24.55	0.01*
	% JİPS	0.04	2	0.02	11.55	0.01*
	AYLAR* %JİPS	0.01	2	0.01	3.96	0.04**
K	AYLAR	0.02	1	0.02	3.39	0.09
	% JİPS	0.91	2	0.45	78.18	0.01*
	AYLAR* %JİPS	0.18	2	0.09	15.97	0.01*
S	AYLAR	0.01	1	0.01	4.55	0.05**
	% JİPS	0.04	2	0.02	11.77	0.01*
	AYLAR* %JİPS	0.02	2	0.01	4.89	0.02**

* $P < 0.01$: önemli, ** $P < 0.05$: çok önemli

3.2. Yapraklarda Ca (%), Mg (%), K (%) ve S (%) Konsantrasyonları

Şekil 3.2.'de görüldüğü gibi toprakta artan jips konsantrasyonuna bağlı olarak K konsantrasyonu hem Mayıs hem Ağustos aylarında diğer elementlerin konsantrasyonlarından yüksektir. K konsantrasyonu en yüksek değere Ağustos ayında yüksek toprak jips konsantrasyonunda, en düşük değere ise Mayıs ve Ağustos aylarında düşük toprak jips konsantrasyonlarında ulaşmıştır. Ca elementi toprakta artan jips konsantrasyonuna bağlı olarak hem Mayıs hem Ağustos aylarında K'dan sonra ikinci sırada yüksek olarak tespit edilmiştir. Artan kuraklığın etkisiyle Ağustos ayında orta derecede jips içeren topraklarda Ca konsantrasyonu en yüksek iken, en düşük Mayıs ayında düşük toprak jips konsantrasyonunda bulunmuştur. Mg elementi Ağustos ayında düşük toprak jips konsantrasyonunda en yüksek, Mayıs ayında yüksek jips konsantrasyonunda ise daha en düşüktür. Mayıs ayında orta dercede jips içeren topraklarda S konsantrasyonu en yüksek iken, Ağustos ayında yüksek toprak jips konsantrasyonunda en düşük düzeyde bulunmuştur.



Şekil 3.2. Farklı mevsim ve topraktaki jips konsantrasyonunda yaprakların Ca, Mg, K ve S miktarlarındaki değişim. Barların üzerindeki harfler ortalamaya ait Duncan fark gruplarını ifade etmektedir.

3.3. Kök Anatomisi

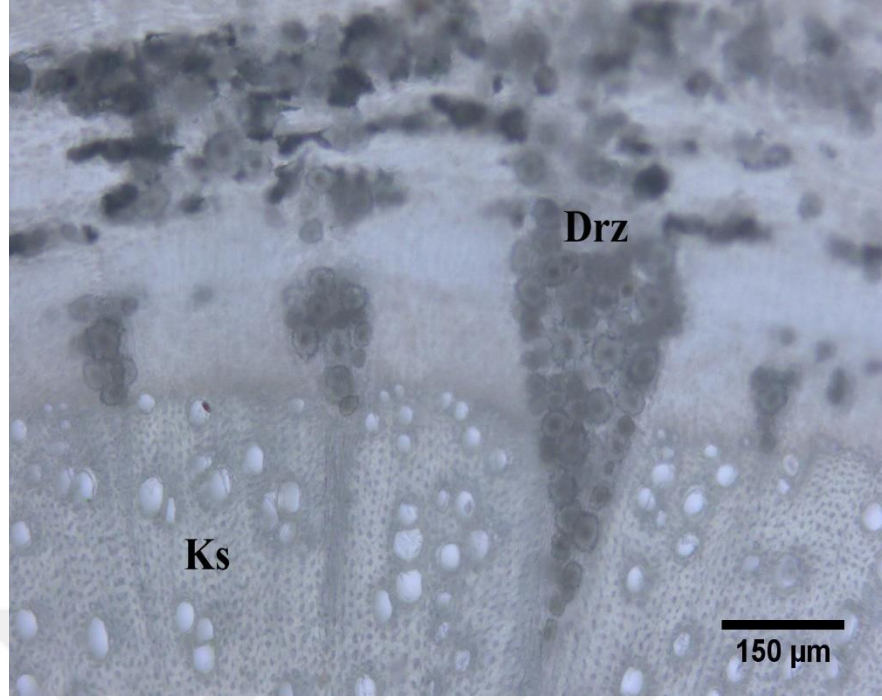
Gypsophila eriocalyx Boiss. kökünde druz çapı, korteks doku kalınlığı, korteks hücre boyu, periderma kalınlığı topraktaki jips konsantrasyonuna (%) bağı olarak aylara göre farklılık göstermiş olup bu farklılık istatistiksel olarak önemli çıkmıştır (Çizelge 3.3). Korteks hücre eni de topraktaki jips konsantrasyonuna (%) göre Mayıs ve Ağustos aylarında önemli farklılık gösteren diğer bir özelliktir. Periderma hücre boyunda istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemişken periderma hücre boyu aylara ve topraktaki jips konsantrasyonuna (%) göre farklılık göstermiştir. Trake çapındaki farklılık, aylar bakımından istatistiksel olarak önemli olmamakla beraber, topraktaki jips konsantrasyonuna (%) ve aylar ile toprak jips konsantrasyonu etkileşimlerinde istatistiksel olarak önemli çıkmıştır.

Elde edilen bulgulara göre Mayıs ayında orta jips konsantrasyonunda druz çapı (Şekil 3.3) en büyük (58.05 μm) bulunmuştur. Ağustos ayında druz çapı (Şekil 3.4) büyüklükleri açısından jips miktarlarına göre önemli bir değişim tespit edilmemiştir. Korteks doku kalınlığı Ağustos ayında düşük jips seviyelerinde en fazla (1188.06 μm) ölçülmüştür. Mayıs ayında druz çapı farklı jips seviyelerinde benzer değerler göstermiştir. Korteks hücre boyu Ağustos ayında düşük jips konsantrasyonunda en uzundur (38.43 μm). Mayıs ayında ise jips miktarlarına göre önemli bir değişim yoktur. Korteks hücre eni Ağustos ayında yüksek ve Mayıs ayında düşük jips seviyelerinde en fazladır (29.15-29.14 μm). Diğer jips miktarlarında önemli bir değişim yoktur. Periderma hücre boyu Ağustos ayı orta ve Mayıs ayında düşük jips konsantrasyonlarında en yüksektir (32,90-30.71 μm). Periderma hücre eni Mayıs ayında yüksek jips seviyelerinde en fazla boyuttadır (29.20 μm). Periderma kalınlığı Mayıs ayında orta jips konsantrasyonunda en fazla ölçülmüştür (167.90 μm). Trake çapı Ağustos ayında ve Mayıs ayında düşük jips konsantrasyonlarında en uzun (48.85 μm) olarak ölçülmüştür (Çizelge 3.4).

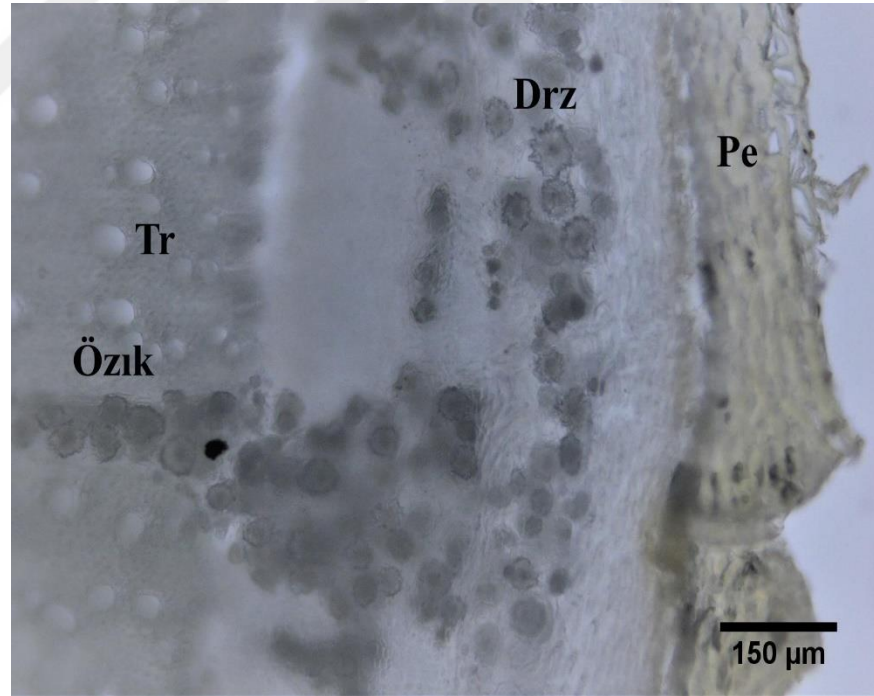
Çizelge 3.3. Kök anatomisine ait verilerin nonparametrik çok değişkenli varyans analizi

Özellikler (µm)	Model	Kareler Toplamı	df	Ortalamanın Karesi	F	Önemlilik
Druz çapı	AYLAR	1337.48	1	1337.48	9.25	0.01*
	% JİPS	11478.48	2	5739.24	39.72	0.01*
	AYLAR* %JİPS	13102.24	2	6551.12	45.34	0.01*
Korteks doku kalınlığı	AYLAR	5854617.45	1	5854617.45	830.65	0.01*
	% JİPS	4424150.53	2	2212075.26	313.85	0.01*
	AYLAR* %JİPS	14779722.35	2	7389861.17	1048.48	0.01*
Korteks hücre boyu	AYLAR	2280.97	1	2280.97	21.84	0.01*
	% JİPS	2941.51	2	1470.75	14.08	0.01*
	AYLAR* %JİPS	1438.43	2	719.21	6.88	0.01*
Korteks hücre eni	AYLAR	486.38	1	486.38	5.25	0.02**
	% JİPS	2538.82	2	1269.41	13.72	0.01*
	AYLAR* %JİPS	2385.32	2	1192.66	12.89	0.01*
Periderma hücre boyu	AYLAR	205.29	1	205.29	2.20	0.13
	% JİPS	1472.88	2	736.44	7.89	0.01*
	AYLAR* %JİPS	2802.64	2	1401.32	15.03	0.01*
Periderma hücre eni	AYLAR	856.12	1	856.12	8.38	0.01*
	% JİPS	1114.19	2	557.09	5.45	0.01*
	AYLAR* %JİPS	136.28	2	68.14	0.66	0.50
Periderma kalınlığı	AYLAR	67116.54	1	67116.54	17.76	0.01*
	% JİPS	84333.60	2	42166.80	11.16	0.01*
	AYLAR* %JİPS	65482.04	2	32741.02	8.66	0.01*
Trake çapı	AYLAR	11.77	1	11.77	0.08	0.76
	% JİPS	13425.21	2	6712.60	50.85	0.01*
	AYLAR* %JİPS	849.56	2	424.78	3.21	0.04**

* $P < 0.01$: önemli, ** $P < 0.05$: çok önemli



Şekil 3.3. *Gypsophila eriocalyx* Boiss. kök enine kesiti (Mayıs ayında toplanan orta jips konsantrasyonuna sahip örneklerden), Drz: Druz, Ks: Ksilem



Şekil 3.4. *Gypsophila eriocalyx* Boiss. kök enine kesiti, (Ağustos ayında toplanan düşük jips konsantrasyonuna sahip örneklerden), Drz: Druz, Pe: Periderm, Tr: Trake, Özık: Öz ışınları kristalleri

Çizelge 3.4. Kök anatomik özelliklerin düşük (%0-38), orta (%42-65) ve yüksek (%74-87) jips konsantrasyonlarına ait verilerin ortalaması

Özellikler (µm)	% JİPS					
	Mayıs			Ağustos		
	Düşük	Orta	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek
Druz çapı	31.62 ±11.41 cd	58.05 ±21.57 a	30.77 ±7.36 d	38.50 ±10.67 b	35.25 ±7.30 bc	34.03 ±7.03 c
Korteks doku kalınlığı	286.72 ±11.87 e	515.92 ±149.45 bc	479.32 ±21.16 c	1188.06 ±117.06 a	410.29 ±34.26 d	521.79 ±66.97 b
Korteks hücre boyu	26.78 ±8.63 b	23.79 ±8.94 b	25.90 ±12.39 b	38.43 ±11.68 a	26.98 ±8.28 b	27.61 ±10.63 b
Korteks hücre eni	29.14 ±7.46 a	25.92 ±11.30 ab	24.71 ±10.74 b	26.44 ±10.89 ab	16.55 ±2.21 c	29.15 ±11.49 a
Periderma hücre boyu	30.71 ±8.00 a	25.83 ±9.11 b	21.59 ±9.37 c	23.82 ±11.44 bc	32.90 ±9.76 a	26.37 ±9.89 b
Periderma hücre eni	24.65 ±10.65 ab	24.90 ±10.06 ab	29.20 ±12.59 a	23.14 ±11.29 b	20.30 ±4.84 b	25.16 ±9.38 a
Periderma kalınlığı	148.70 ±28.63 b	167.90 ±52.09 a	110.43 ±27.02 d	84.62 ±14.34 e	134.23 ±29.81 c	118.44 ±131.56 cd
Trake çapı	44.24 ±12.19 a	31.25 ±8.51 c	35.45 ±8.61 b	48.85 ±17.49 a	31.45 ±7.33 c	31.82 ±11.68 c

Veriler, standart ortalama ölçümlerinin ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Ortalamaların yanındaki farklı harfler ikili permütasyon karşılaştırmasına göre fark gruplarını ifade etmektedir (n=50).

3.4. Gövde Anatomisi

Çizelge 3.5.'de görüldüğü gibi *Gypsophila eriocalyx* Boiss. gövdesinde epidermis hücre eni aylar ile toprak jips konsantrasyonu (%) etkileşimlerinde istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Epidermis hücre boyunda ise istatistiksel olarak önemli farklılık çıkmamıştır. Korteks druz çapı, korteks dokusu kalınlığı, ksilem dokusu kalınlığı, öz hücre boyu, sklerenkima doku kalınlığında aylara, topraktaki jips konsantrasyonuna (%) ve aylar ile toprak jips konsantrasyonu etkileşimlerinde istatistiksel olarak önemli farklılık tespit edilmiştir. Öz hücre eni, aylar ile toprak jips konsantrasyonu etkileşimlerinde istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Aylar ile toprak jips konsantrasyonu etkileşimlerinde istatistiksel olarak çok önemli farklılık gösteren bir diğer özellik öz druz çapıdır. Parankima hücre boyu ve sklerenkima hücre boyu ise aylara, topraktaki jips konsantrasyonuna (%) ve aylar ile toprak jips konsantrasyonu etkileşimlerinde istatistiksel olarak önemli olmayan anatomik özelliklerdir. Parankima hücre eni, aylar ve aylar ile toprak jips konsantrasyonu etkileşimlerinde ve topraktaki jips konsantrasyonu (%) bakımından istatistiksel olarak çok önemli farklılık göstermiştir. Sklerenkima hücre eni bakımından aylar ve aylar ile toprak jips konsantrasyonu etkileşimlerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmişken, bu özellik topraktaki jips konsantrasyonu (%) bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Trake çapının topraktaki jips konsantrasyonu (%) ve aylar ile toprak jips konsantrasyonu etkileşimlerinde istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, gövde epidermis hücre boyunda seçilen bağımsız değişkenlere göre önemli bir değişim bulunmamıştır. Epidermis hücre eninin Mayıs ayında orta jips seviyesinde en fazla (29.08 μm) olduğu belirlenmiştir. Bu özellik Ağustos ayı için farklı jips seviyelerinde benzer değerler göstermiştir. Korteks doku kalınlığı (Şekil 3.5) Mayıs ayında düşük ve orta jips miktarlarında belirgin olarak en fazla olarak (1603.75 μm) ölçülmüştür. Korteks druz çapı büyüklüğü (Şekil 3.6) Ağustos ayı düşük jips konsantrasyonunda belirgin olarak en fazla (161.28 μm) ölçülmüştür. Gövdede ksilem doku kalınlığı Mayıs ayında düşük jips içeriğinde en fazla (2827.74 μm) seviyedeydi. Öz hücresi druz çapı, Mayıs ayında düşük jips seviyelerinde en fazla iken (39.16 μm), öz hücresi eni, en büyük olarak Ağustos ayında yüksek konsantrasyonda (35.59 μm) ölçülmüştür. Öz hücresi boy uzunluğunun, öz hücresi enine benzer şekilde Ağustos ayında yüksek jips miktarında

en fazla olduğu (43.26 μm) tespit edilmiştir. Parankima hücre boylarının ve enlerinin uzunluklarında aylar bakımından jips konsantrasyonlarındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Sklerenkima dokusu Mayıs ayında orta jips seviyesinde en kalındır (205.10 μm). Sklerenkima hücre boyu bakımından aylara göre jips konsantrasyonlarındaki fark önemli çıkmamıştır. Sklerenkima hücre eni Ağustos ayında düşük jips miktarında en uzundur (36.09 μm). Mayıs ayında ise bu özellik farklı jips seviyelerinde benzer değerler göstermiştir. Trake çapının Mayıs ayında düşük jips konsantrasyonunda en fazla olduğu (36.49 μm) belirlenmiştir (Çizelge 3.6).

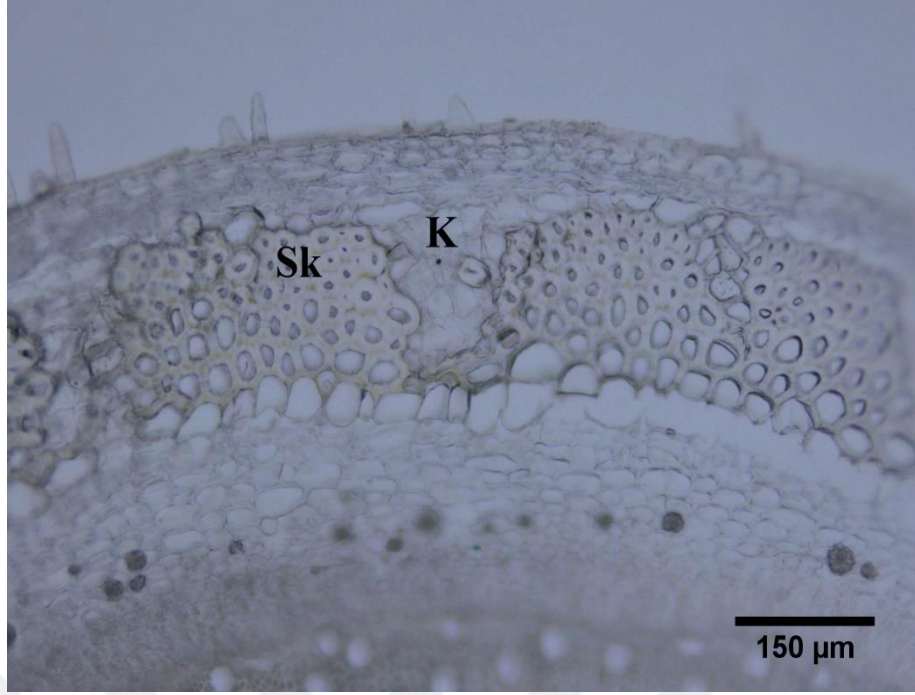
Çizelge 3.5. Gövde anatomisine ait verilerin nonparametrik çok değişkenli varyans analizi

Özellikler (μm)	Model	Kareler Toplamı	df	Ortalamanın Karesi	F	Önemlilik
Epidermis hücre eni	AYLAR	233.44	1	233.44	3.20	0.07
	% JİPS	206.65	2	103.32	1.41	0.24
	AYLAR* %JİPS	1438.33	2	719.16	9.87	0.01*
Epidermis hücre boyu	AYLAR	5.44	1	5.44	0.05	0.81
	% JİPS	96.73	2	48.36	0.48	0.61
	AYLAR* %JİPS	35.14	2	17.57	0.17	0.83
Korteks druz çapı	AYLAR	170659.15	1	170659.15	446.17	0.01*
	% JİPS	291858.41	2	145929.20	381.52	0.01*
	AYLAR* %JİPS	308864.37	2	154323.18	403.23	0.01*
Korteks doku kalınlığı	AYLAR	22224438.74	1	22224438.74	4132.38	0.01*
	% JİPS	25910452.58	2	12955226.29	2408.87	0.01*
	AYLAR* %JİPS	26982705.48	2	13491352.74	2508.56	0.01*
Ksilem doku kalınlığı	AYLAR	56689826.88	1	56689826.88	2663.07	0.01*
	% JİPS	64021256.87	2	32010628.43	1503.73	0.01*
	AYLAR* %JİPS	85669418.14	2	42834709.07	2012.21	0.01*
Öz hücre boyu	AYLAR	910.57	1	910.57	12.19	0.01*
	% JİPS	1000.67	2	500.33	6.70	0.01*
	AYLAR* %JİPS	6570.57	2	3285.28	44.01	0.01*
Öz hücre eni	AYLAR	124.69	1	124.69	1.46	0.22
	% JİPS	206.06	2	103.03	1.21	0.29
	AYLAR* %JİPS	9178.91	2	4589.45	53.97	0.01*
Öz druz çapı	AYLAR	283.53	1	283.53	4.74	0.03**
	% JİPS	1423.63	2	711.81	11.90	0.01*
	AYLAR* %JİPS	493.32	2	246.66	4.12	0.02**

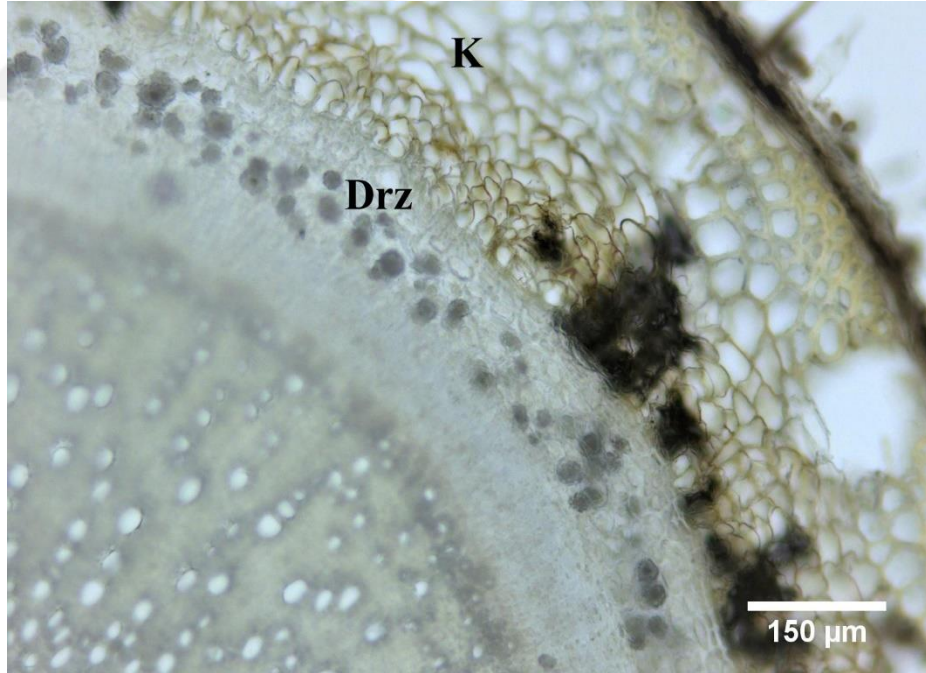
Çizelge 3.5. (devam)

Parankima hücre boyu	AYLAR	226.63	1	226.63	2.39	0.12
	% JİPS	35.44	2	17.72	0.18	0.82
	AYLAR* %JİPS	48.04	2	24.02	0.25	0.77
Parankima hücre eni	AYLAR	509.49	1	509.49	4.32	0.03**
	% JİPS	1691.43	2	845.71	7.18	0.01*
	AYLAR* %JİPS	738.88	2	369.44	3.13	0.04**
Sklerenkima doku kalınlığı	AYLAR	82222.06	1	82222.06	584.84	0.01*
	% JİPS	333004.53	2	166502.26	1184.32	0.01*
	AYLAR* %JİPS	333316.56	2	166658.28	1185.43	0.01*
Sklerenkima hücre boyu	AYLAR	121.38	1	121.38	1.17	0.27
	% JİPS	433.07	2	216.53	2.10	0.12
	AYLAR* %JİPS	378.63	2	189.31	1.83	0.15
Sklerenkima hücre eni	AYLAR	828.20	1	828.20	8.07	0.01*
	% JİPS	476.84	2	238.42	2.32	0.10
	AYLAR* %JİPS	5803.23	2	2901.61	28.30	0.01*
Trake çapı	AYLAR	165.58	1	165.58	3.33	0.06
	% JİPS	5687.42	2	2843.71	57.29	0.01*
	AYLAR* %JİPS	1778.29	2	889.14	17.91	0.01*

* $P < 0.01$: önemli, ** $P < 0.05$: çok önemli



Şekil 3.5. *Gypsophila eriocalyx* Boiss. gövde enine kesiti, (Mayıs ayında toplanan düşük jips konsantrasyonuna sahip örneklerden), Sk: Sklerenkima, K: Korteks



Şekil 3.6. *Gypsophila eriocalyx* Boiss. gövde enine kesiti, (Ağustos ayında toplanan orta jips konsantrasyonuna sahip örneklerden), K: Korteks, Drz: Druz

Çizelge 3.6. Gövde anatomik özelliklerin düşük (%0-38), orta (%42-65) ve yüksek (%74-87) jips konsantrasyonlarına ait verilerin ortalaması

Özellikler (µm)	% JİPS					
	Mayıs			Ağustos		
	Düşük	Orta	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek
Epidermis hücre boyu	26.01 ±8.84 a	27.78 ±8.44 a	27.88 ±9.82 a	26.63 ±11.38 a	26.74 ±8.27 a	27.49 ±12.38 a
Epidermis hücre eni	24.51 ±7.06 bc	29.08 ±11.49 a	21.87 ±9.55 bc	23.07 ±5.55 bc	21.80 ±7.60 c	25.30 ±8.64 ab
Korteks doku kalınlığı	1603.75 ±175.33 a	553.12 ±24.34 b	215.59 ±18.61 d	219.59 ±7.02 d	325.22 ±18.31 c	194.58 ±14.27 e
Korteks druz çapı	161.28 ±44.49 a	23.31 ±8.20 c	31.25 ±8.25 b	23.07 ±5.64 c	25.95 ±9.90 c	23.71 ±7.03 c
Ksilem doku kalınlığı	2827.74 ±321.50 a	553.12 ±24.34 d	952.18 ±145.45 b	495.73 ±31.01 e	745.12 ±30.80 c	483.97 ±26.46 f
Öz hücresi druz çapı	39.16 ±9.52 a	34.61 ±6.72 bc	32.52 ±8.01 cd	35.85 ±6.17 b	30.45 ±7.55 d	34.17 ±7.95 bc
Öz hücresi eni	35.59 ±11.21 b	37.19 ±7.53 ab	23.24 ±10.16 d	31.61 ±8.22 c	28.36 ±8.72 c	39.92 ±8.96 a
Öz hücresi boyu	33.15 ±9.34 b	33.55 ±8.29 b	26.96 ±7.75 c	33.13 ±7.41 b	27.74 ±7.60 c	43.26 ±10.90 a
Parankima hücre boyu	33.88 ±10.34 a	34.07 ±7.25 a	33.22 ±9.97 a	32.80 ±9.63 a	31.21 ±10.28 a	31.95 ±10.43 a
Parankima hücre eni	30.62 ±11.11 a	23.00 ±8.92 b	31.95 ±11.09 a	31.76 ±10.93 a	29.97 ±11.77 a	31.66 ±11.03 a
Sklerenkima doku kalınlığı	81.14 ±15.19 c	205.10 ±13.26 a	62.96 ±8.37 d	55.64 ±8.12 e	86.81 ±14.87 c	107.43 ±8.90 b
Sklerenkima hücre boyu	22.39 ±8.77 a	24.73 ±10.40 a	27.04 ±12.43 a	22.39 ±9.19 a	25.34 ±9.60 a	22.61 ±10.08 a
Sklerenkima hücre eni	22.01 ±9.83 c	24.32 ±7.96 c	31.62 ±11.20 b	36.09 ±9.81 a	27.67 ±11.64 bc	24.16 ±9.86 c
Trake çapı	36.49 ±6.24 a	32.40 ±6.88 b	21.13 ±8.92 e	28.63 ±7.19 c	31.84 ±5.93 b	25.09 ±6.68 d

Veriler, standart ortalama ölçümlerinin ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Ortalamaların yanındaki farklı harfler ikili permütasyon karşılaştırmasına göre fark gruplarını ifade etmektedir (n=50).

3.5 Yaprak Anatomisi

Gypsophila eriocalyx Boiss. yapraklarında aylar, toprak jips konsantrasyonu (%), aylar ve toprak jips konsantrasyonu (%) etkileşimi bakımından druz çapı, epidermis hücre eni, epidermis hücre boyu, floem kalınlığı, ksilem kalınlığı, palizat parankima hücrelerinin eni, palizat parankima hücrelerinin boyu, stoma hücrelerinin eni, stoma hücrelerinin boyu, sünger parankima hücresi eni, sünger parankima hücre boyu istatistiksel olarak önemli çıkmıştır (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7. Yaprak anatomisine ait verilerin nonparametrik çok değişkenli varyans analizi

Özellikler (μm)	Model	Kareler Toplamı	df	Ortalamannın Karesi	F	Önemlilik
Druz çapı	AYLAR	294657.42	1	294657.42	184.59	0.01*
	% JİPS	280416.85	2	140208.42	87.83	0.01*
	AYLAR* %JİPS	261329.30	2	130664.65	81.85	0.01*
Epidermis hücre boyu	AYLAR	196690.44	1	196690.44	397.88	0.01*
	% JİPS	384932.25	2	192466.12	389.34	0.01*
	AYLAR* %JİPS	392516.52	2	196258.26	397.01	0.01*
Epidermis hücre eni	AYLAR	166515.95	1	166515.95	435.84	0.01*
	% JİPS	353750.10	2	176875.05	462.95	0.01*
	AYLAR* %JİPS	314742.57	2	157371.28	411.90	0.01*
Floem kalınlığı	AYLAR	7249.03	1	7249.03	61.76	0.01*
	% JİPS	11386.12	2	7249.03	61.76	0.01*
	AYLAR* %JİPS	10553.86	2	5276.93	44.96	0.01*
Ksilem kalınlığı	AYLAR	63375.50	1	63375.50	232.37	0.01*
	% JİPS	125833.61	2	62916.80	230.68	0.01*
	AYLAR* %JİPS	136204.12	2	68102.06	249.70	0.01*
Palizat parankiması hücre eni	AYLAR	432402.36	1	432402.36	185.63	0.01*
	% JİPS	989447.08	2	494723.54	212.38	0.01*
	AYLAR* %JİPS	1122592.13	2	561296.06	240.96	0.01*
Palizat parankiması hücre boyu	AYLAR	1543100.26	1	1543100.26	168.14	0.01*
	% JİPS	3604802.44	2	1802401.22	196.39	0.01*
	AYLAR* %JİPS	6090448.10	2	3045224.05	331.81	0.01*
Stoma boyu	AYLAR	2580338.40	1	2580338.40	741.86	0.01*
	% JİPS	1539486.12	2	769743.06	221.30	0.01*
	AYLAR* %JİPS	1310088.44	2	655044.22	188.33	0.01*
Stoma eni	AYLAR	1480184.37	1	1480184.37	1885.98	0.01*
	% JİPS	719342.35	2	359671.17	458.27	0.01*
	AYLAR* %JİPS	714487.03	2	357243.51	455.18	0.01*

Çizelge 3.7. (devam)

Sünger	AYLAR	1218056.22	1	1218056.22	16.27	0.01*
parankiması	% JİPS	2274892.93	2	1137446.46	15.20	0.01*
hücre boyu	AYLAR* %JİPS	2537075.30	2	1268537.65	16.95	0.01*
Sünger	AYLAR	343604.59	1	343604.59	403.64	0.01*
parankiması	% JİPS	671274.04	2	335637.02	394.28	0.01*
hücre eni	AYLAR* %JİPS	742650.42	2	371325.21	436.21	0.01*

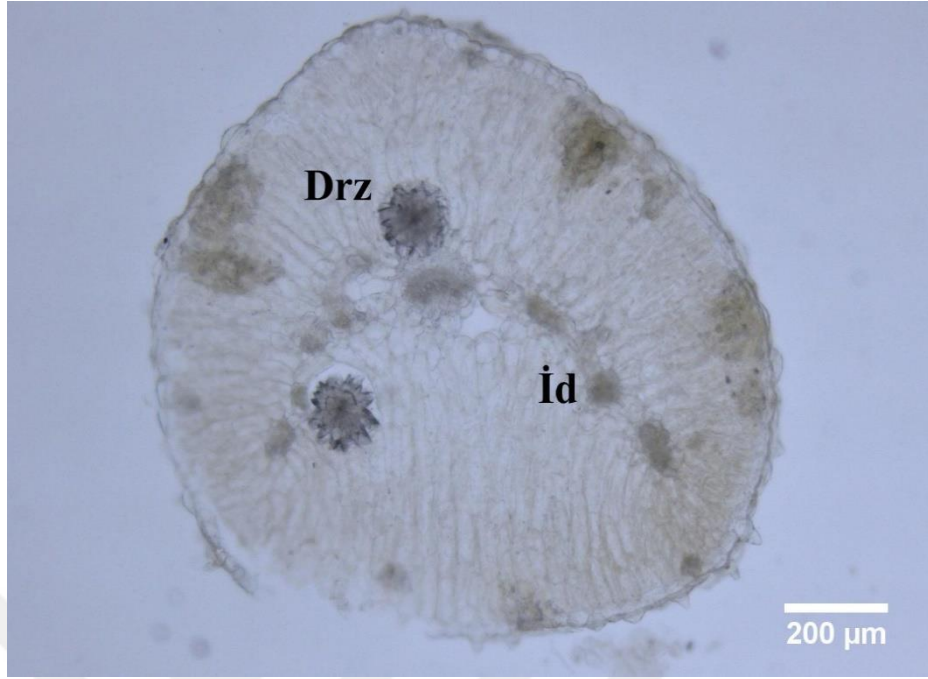
* $P < 0.01$: önemli, ** $P < 0.05$: çok önemli

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre druz çapı (Şekil 3.7), Mayıs ayında orta jips konsantrasyonunda en fazla (207.64 μm) olarak bulunmuştur. Ağustos ayında diğer jips konsantrasyonlarında druz çapı (Şekil 3.8) büyüklüklerinde önemli bir değişim yoktur. Yine benzer şekilde epidermis hücre eninin Mayıs ayında orta jips seviyesinde en uzun (166.53 μm) olduğu tespit edilmiştir. Epidermis hücre boyu bakımından en yüksek değerlerin (179.54 μm) Mayıs ayında orta jips seviyesinde olduğu görülmektedir. Yapraktaki floem kalınlığı Mayıs ayında orta jips içeriğinde en fazla (57.95 μm) olarak ölçülmüştür. Ksilem kalınlığının da, floem kalınlığı ile benzer özellik gösterdiği belirlenmiştir. Palizat parankima hücreleri eninin, Mayıs ayında orta jips seviyesinde en kalın boyuta (284.24 μm) ulaştığı görülmektedir. Palizat parankima hücreleri eninin farklı jips konsantrasyonlarında değişiklik göstermesine rağmen, Mayıs ayında orta jips konsantrasyonunda belirgin bir şekilde büyük olduğu tespit edilmiştir. Palizat parankima hücrelerinin boyunun (617.74 μm) en büyük olduğu ay Mayıstır. Bu değer orta jips seviyesinde olduğu dikkati çekmektedir. Yapraklardaki stoma boyunun Mayıs ayında orta ve düşük derecelerde jips miktarlarında en uzun (329.17-321,08 μm) olduğu tespit edilmiştir. Stoma eninin de stoma boyuna benzer özellik gösterdiği görülmektedir. Mayıs ayı orta ve düşük jips seviyelerinde stoma eni en büyük (242.62-231.76 μm) iken, diğer jips miktarlarında stoma eni dikkat çekecek şekilde küçük olarak bulunmuştur. Yapraktaki sünger parankima hücre boyu Mayıs ayında orta jips içeriğinde en fazlaydı (425.06 μm). Sünger parankima hücre eni ise, Mayıs ayında orta jips seviyesinde 234.09 μm uzunluk ile, diğer gruplardan dikkat çekecek şekilde büyüktür (Çizelge 3.8.).

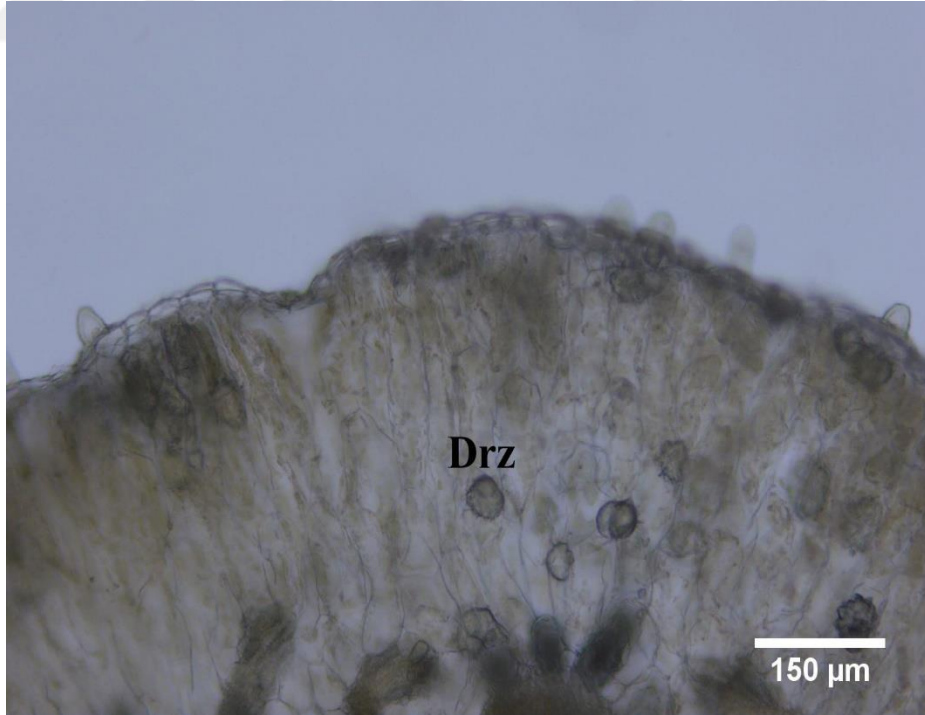
Çizelge 3.8. Yaprak anatomik özelliklerin düşük (%0-38), orta (%42-65) ve yüksek (%74-87) jips konsantrasyonlarına ait verilerin ortalaması

Özellikler (µm)	% JİPS					
	Mayıs			Ağustos		
	Düşük	Orta	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek
Druz çapı	63.58 ±20.89 c	207.64 ±78.45 a	109.64 ±35.06 b	61.92 ±28.25 c	65.12 ±19.99 c	65.78 ±23.63 c
Epidermis hücre eni	26.69 ±10.42 b	166.53 ±42.99 a	23.34 ±8.86 c	22.57 ±8.62 c	27.85 ±11.61 b	24.78 ±6.86 bc
Epidermis hücre boyu	22.00 ±8.09 d	179.54 ±50.47 a	32.15 ±9.26 b	26.74 ±8.55 cd	26.17 ±11.67 cd	27.14 ±7.58 c
Floem kalınlığı	30.41 ±12.60 b	57.95 ±9.94 a	34.74 ±9.57 b	30.84 ±11.99 b	31.49 ±10.24 b	31.27 ± 10.28 b
Ksilem kalınlığı	31.87 ±10.01 b	120.88 ±32.73 a	32.66 ±11.04 b	32.10 ±10.24 b	31.55 ±11.47 b	34.54 ±10.30 b
Palizat parankima hücre eni	37.53 ±7.88 d	284.24 ±116.53 a	28.10 ±7.36 e	45.61 ±9.33 b	35.31 ±10.18 d	41.15 ±9.45 c
Palizat parankima hücre boyu	97.25 ±20.09 c	617.74 ±229.19 a	69.83 ±13.84 d	144.19 ±31.06 b	71.50 ±14.79 d	138.80 ±27.44 b
Stoma boyu	32.10 ±5.25 a	32.91 ±7.06 a	34.53 ±2.77 c	6.36 ±11.41 b	30.26 ±5.00 d	34.41 ±6.79 cd
Stoma eni	23.17 ±3.60 a	24.26 ±5.69 a	30.02 ±5.75 b	29.31 ±6.10 bc	26.31 ±6.89 c	27.34 ±6.90 c
Sünger parankima hücre boyu	50.63 ±17.36 b	425.06 ±669.41 a	40.43 ±13.37 c	41.06 ±10.47 c	37.88 ±10.27 c	54.87 ±12.18 b
Sünger parankima hücre eni	27.37 ±9.87 c	234.09 ±68.19 a	29.24 ±8.74 c	27.19 ±10.49 c	25.71 ±9.74 c	34.74 ±8.80 b

Veriler, standart ortalama ölçümlerinin ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Ortalamaların yanındaki farklı harfler ikili permütasyon karşılaştırmasına göre fark gruplarını ifade etmektedir (n=50).



Şekil 3.7. *Gypsophila eriocalyx* Boiss. yaprak enine kesiti, (Mayıs ayında toplanan orta jips konsantrasyonuna sahip örneklerden), Drz: Druz, İd: İletim demeti



Şekil 3.8. *Gypsophila eriocalyx* Boiss. yaprak enine kesiti, (Ağustos ayında toplanan orta jips konsantrasyonuna sahip örneklerden), Drz: Druz

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Jips konsantrasyonuna göre prolin miktarı aylar bakımından karşılaştırıldığında Ağustos ayı ortalaması Mayıs ayından daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi Ağustos ayının kurak mevsim olması ve ozmotik stresin oluşmasıdır. Sonuçlarımıza göre jips kaynaklı değil mevsimselliğin neden olduğu kuraklık kaynaklı prolin yüksekliği meydana geldiğini görmekteyiz. Prolin biyosentezinin, toprakta yüksek jips konsantrasyonunun varlığı ile değil, su açığı tarafından tetiklendiği sonucuna varılmıştır. Bunun nedeni olarak su stresi ve iyonik toksisitenin bir araya gelmesiyle jipsli topraklarda yaşayan bitkilerin neden şiddetli kuraklık dönemlerinde yüksek prolin seviyelerine sahip olduğu açıklanmıştır (Boscaiu vd, 2013a). Boscaiu vd, (2013b) 'nin yapmış olduğu çalışmaya göre *Juncus maritimus* Lam. örneklerinde yaz ve sonbahar aylarında stres kaynaklı prolin birikimi belirlenmeye çalışılmıştır. Halofitik bitki türü olan *J. maritimus*' da ortalama prolin içerikleri sonbaharda belirgin bir şekilde artmış, ancak en yüksek prolin değerleri tuzun en az ve kuraklığın en fazla olduğu alandan alınan bitkilerde kaydedilmiştir. Bitkilerde prolin konsantrasyonu, farklı mevsimlerde toplanan örnekler arasında kuvvetli bir şekilde değişkenlik gösterirken, daha yüksek sıcaklıkların ve yağmur eksikliğinin yaşandığı yılın en stresli dönemi olan yaz aylarında genellikle yüksek seviyelerde tespit edilmiştir (Boscaiu vd, 2013b). Mouri vd, (2012) *Ammophila arenaria* (L.) Link türünün genç ve olgun yapraklardaki prolin konsantrasyonu mevsimsel olarak kış ve ilkbahar ile karşılaştırıldığında, yaz ve sonbahar mevsimlerinde belirgin bir artış göstermiştir.

Hipotezimize göre jips ozmotik stres oluşturur ve buna bağlı olarak prolin içeriği yükselir fakat sonuçlarımız bunun tam tersini göstermiştir. Jips konsantrasyonu yükseldikçe prolin konsantrasyonu azalmaktadır. Araştırmamıza göre jipsin ozmotik stres oluşturmadığı görülmektedir. Ozmotik stres oluşturmadığı gibi ozmotik stresi giderici özelliğinin olduğunu çalışma sonuçları bize göstermektedir. Bu sonuçlara göre çalışma başlangıcında kurduğumuz hipotezi “topraktaki jips konsantrasyonu osmotik stresi azaltır ve bitki dokularında buna bağlı olarak prolin konsantrasyonu azalır” şeklinde revize ediyoruz. Jipsli toprakların geçirgenliği nedeniyle suyu az miktarda tutabileceği ve kurak peryotta bitkilerde su ihtiyacının oluşabileceği ileri sürülmüştür (Guerrero-Campo vd, 1999; Herrero ve Porta, 2000). Ancak jipsli topraklar yaz aylarında civardaki diğer

topraklarla karşılaştırıldığında, su içeriğinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. (Meyer ve García-Moya, 1989; Aragón vd, 2009). Jipsli toprak içeriğini oluşturan $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 40°C civarındaki sıcaklıklarda sahip olduğu ilk su molekülünü serbest bırakma özelliği gösterir (Freyer ve Voigt, 2003; Gil ve Ramos, 2011). Jips minerali yapısında tuttuğu kristal halindeki su ile kuraklığın şiddetli olduğu şartlar altında yaşam için kritik olan yeni bir su kaynağını işaret eder. Kristalleşme suyu, özellikle yaz aylarında sığ köklü bitkilerin kullandığı suyun %70-90'ını oluşturduğu için önemli bir su kaynağını temsil eder. Kristalleşme suyu jips ağırlığının %20,8'ini oluşturabildiğinden, özellikle yaz aylarında organizmalar için uygun bir temel ana su kaynağıdır. Bitkilerin jipsten kristalize su moleküllerini elde etmeleri iki mekanizma ile gerçekleşmektedir. Birincisi toprağın ısınması ile pasif alım yoluyla ikincisi ise toprak kimyasındaki değişimler ile aktif ekstraksiyon yoluyla mümkün olmaktadır (Palacio vd, 2014b). Boscaiu vd, (2013a)' nin araştırmasına göre, jips en önemli stres faktörü olsaydı, toprakta jips içeriği daha yüksek olan bölgelerde bulunan bitkilerde daha yüksek prolin seviyelerinin tespit edilmesi beklenirdi fakat çalışma sonuçlarında tam tersi çıkmıştır. Bu sonuçlar bizim çalışmamızla uygunluk göstermektedir. Llinares vd, (2015)' nin jipsofil ve jipsovag türler ile yaptığı araştırmasına göre su stresi jips habitatlarında ana çevresel stres faktörüdür ve topraktaki jips yüzdesi bitkilerde stres yanıtlarının aktivasyonunda herhangi bir rol oynamamaktadır. Iqbal vd, (2016)' ne göre jipsli topraklarda gelişen bitkiler su içeriğinin dağılımındaki belirgin düzensizlikten etkilenmektedir. Yüksek miktarda jips olan topraklarda, nem sadece yüzey tabakasında homojendir, yüzeyin 10-15 cm' nin altında su, 10-20 cm' lik kanallarla sınırlandırılır ve toprakların diğer kısımları kuru olur. Bu nedenle su stresi, jipsli bölgelerdeki bitkiler için önemli bir sınırlayıcı faktördür.

Duvigneaud ve Denaeyer (1966) yaptıkları çalışmada jipsofil bitki türlerinin yaprak besin elementi konsantrasyonları genellikle Ca, Mg ve S, K' dan yüksek çıkmıştır. Ülkemizde de Bölükbaşı vd, (2016) yaprak besin elementi konsantrasyonları üzerine yapmış olduğu çalışmada jipsofil türlerden *Gypsophila eriocalyx* Boiss. ve *Gypsophila parva* Barkoudah, hariç diğer jipsofillerde Ca, Mg ve S, K' dan daha düşük konsantrasyonda bulunmuştur. Birçok jips substrat uzmanı, farklı yaprak kimyasal bileşimi göstererek, toprakta fazla bulunan elementlerin birikmesini tolere etme kabiliyetine sahiptir (Palacio vd, 2007). Escudero vd, (2015)'

ne göre jipsofil türlerin yaprak besin elementi konsantrasyonları genellikle Ca, Mg ve S, K'dan düşük çıkmıştır. Bitkilerde kuraklık koşullarında ozmotik potansiyeli azaltarak ozmotik uyum yeteneğinin oluşumunda anahtar rol oynar ve bitkilerin kuraklık stresini tolere etme kabiliyetini geliştirir. Ayrıca bitkilerde kök uzamasını artırarak hücre zarı stabilitesini korur. Kuraklık direncini arttırmak için yeterli bir K kaynağı gereklidir. Yüksek K bitkilerde savunma bileşiklerinin sentezi ile patojenlere karşı bitkinin korunmasını sağlamaktadır (Wang vd, 2013). Araştırmamıza göre K, diğer elementlerden (Ca, Mg ve S) yüksek çıkmıştır ve sonuçlarımız hipotezimizi desteklemektedir.

Bütün bitki formları kalıcı ve geçici çevresel değişkenlere karşı gövde anatomik yapılarında değişikliğe uğrar. Farklı stres koşullarına karşı ksilem elemanlarında, trakelerde (çap, sayı gibi) değişiklik göstererek cevap verir (Schweingruber ve Börner, 2018). Bitkiler, stoma kapanması da dahil olmak üzere, farklı zamanlarda ortaya çıkan, su seviyesinin değişebilir seviyelerine dayanmak için kök büyüme oranında değişiklik, yaprak ve yaprak sapındaki modifikasyonlar ve ksilem anatomisinde değişiklikler gibi çeşitli tepkiler göstermektedir (Eugenio vd, 2014). Bitkiler tarafından alınan suyun %90'ından fazlası yapraktan terleme ile kaybedildiği göz önüne alındığında, suyun önemi belirgin hale gelir. Suyun tüm fizyolojik süreçlerdeki önemi dikkate alındığında su, çoğu zaman bitki büyümesini en çok sınırlayan faktördür (Fonti vd, 2009). Su mevcudiyeti hücrelerin büyüklüğü için kritik rol üstlenir. Hücrelerin genişlemesi, hücre genişleme fazı sırasında su temini ile ilişkilendirilir. Bitkiler su stresine absisik asit üreterek yanıt vererek ksilem iletken hücrelerin büyüklüğünün kontrol altına alınmasında rol oynamaktadır. Ayrıca iletken elemanların çaplarında meydana gelen küçük artışlar hidrolik iletkenlikte büyük kazanımlara neden olmaktadır (Olano vd, 2012).

Bitkiler mezofil, vasküler doku, stoma yoğunluğu, epidermis kalınlığı ve kütikül kalınlığı gibi kısımlarında değişiklik göstererek farklı çevresel koşullara tolerans kazanırlar. Şeker kamışı bitkilerinde yapılan çalışmaya göre toprağa tarımsal alçı uygulaması sonrasında yaprak epidermisinde kalınlaşma meydana gelmiştir. Kurakçıl ortamların etkilerini kısmen azaltmak için su kaybını önlemek adına olumlu bir özellik olabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca floemde kalınlaşma tespit edilmiştir ve floemde kalınlaşmanın oluşması fotoasimilatların köke

translokasyonunu sağlamasının yanında floemin gelişimi için önemli bir faktör olabileceği bildirilmiştir (Figueiredo vd, 2015).

Kök anatomik sonuçlarına göre korteks doku kalınlığı ve korteks hücre boyu Ağustos ayında düşük jips konsantrasyonunda en fazla bulunmuştur. Bu sonuç, araştırılan bitkinin kurak şartlar altında geliştirmiş olabileceği anatomik adaptasyonlardan biri olabilir. Değişik bitki türleriyle yapılan daha önceki araştırmalar, yüksek tuzluluk ve kuraklık gibi farklı ekolojik koşullar altında korteks tabaka sayısında genellikle bir artış olduğunu ortaya koymuştur (Hajibagheri vd, 1985; Boughalleb vd, 2009). Bizim sonuçlarımız da, kurak şartlar altında korteks tabakasının kalınlığında bir artış olduğunu kanıtlar niteliktedir. Kozlowski (1997), stres koşulları altında kökte bulunan trake çapının genellikle azaldığını bildirmiştir. Büyük trake çapına sahip bitkilerin daha hızlı su akışı sağlaması açısından kök ve gövdeye bir avantaj sağladığı bilinmektedir. Dar trakelerin mevcut olması durumunun kurak habitatlarda yetişen bitkilerdeki enbolizm riskini azalttığı da tespit edilmiştir (Huang ve Redmann 1995, Hameed vd, 2010). Verilerimize göre, trake çapının hem Mayıs, hem de Ağustos ayında düşük jips konsantrasyonlarında en büyük olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuç, araştırılan bitkide düşük jips konsantrasyonunun trake çapı üzerinde çok önemli bir strese sebep olmadığına bir göstergesi olabilir. Kök anatomik verilerinin değerlendirilmesi sonucu, kökte tespit edilmiş olan druzların çapının Mayıs ayının orta jips konsantrasyonunda en fazla olduğu görülmüştür. Kozlowski (1997), tuzluluk şartları altında kalsiyum oksalat kristallerinin sayısında bir artış olduğunu bildirmiştir. Grigore ve Toma (2008) da kalsiyum oksalat kristallerindeki bu artışın, tuzlu şartlar altında toksik iyonların difüzyonu için fizyolojik bir bariyer olduğunu öne sürmüştür.

Gövde anatomisinden elde edilen sonuçlara göre korteks doku kalınlığı ve korteksde bulunan druzların çapı Mayıs ayında düşük jips konsantrasyonunda en fazla olarak bulunmuştur. Ksilem kalınlığı da benzer şekilde Mayıs ayında düşük jips konsantrasyonunda daha yüksektir. Elde edilen bu veriler korteks kalınlığının stres koşullarındaki artışla beraber azaldığını gösteren Boughalleb vd, (2009) sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Druz çapının ise jips konsantrasyonlarından ve kuraklıktan çok fazla etkilenmediği görülmektedir. Gövdede bulunan trake çaplarının Mayıs ayının düşük jips konsantrasyonunda en fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durum gövde

iletim demetlerinde de jips ve kuraklığın çok fazla etkili olmadığını gösterir niteliktedir.

Yaprak anatomik özelliklerine göre ksilem ve floem kalınlığı Mayıs ayında orta jips konsantrasyonunda en fazladır. İletim demetlerinin boyutundaki artışın özellikle kurak şartlara adaptasyonda önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir (Hameed vd, 2010). Bu olay *Kandelia candel* (L.) Druce ve *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. gibi farklı bitki türlerinde de kanıtlanmıştır (Hwang ve Chen 1995; Baloch vd, 1998). Elde ettiğimiz veriler iletim demetlerinin Mayıs ayında kurak şartlara adaptasyon açısından daha fazla etkilendiğini ortaya koymaktadır. Yaprak mezofil tabakasında palizat ve sünger parankima hücrelerinin enindeki ve boyundaki artışın da yine Mayıs ayının orta jips konsantrasyonunda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Daha önce yapılan araştırmalar stres koşulları altında yaprak mezofil kalınlığının arttığını bildirmektedir (Debez vd, 2006; Boughalleb vd, 2009). *Gypsophila eriocalyx* Boiss.' in yapraklarında bulunan druzların da Mayıs ayının orta jips konsantrasyonunda yüksek olması Hajibagheri vd, (1983)'nin belirttiği gibi yapraktan su kaybının önlenmesinde etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak hipotezlerimiz ile bulduğumuz sonuçları karşılaştırdığımızda,

- 1- Toprakta jips konsantrasyonu arttıkça prolin miktarı düşmüştür. Bu durum bize jipsin ozmotik strese neden olmadığını ve prolin yüksekliğinin kuraklıktan kaynaklanan mevsimselliğin sebep olduğunu göstermektedir.
- 2- Toprakta değişen jips konsantrasyonlarında genel olarak jipsofil bitki yapraklarında olduğu gibi K konsantrasyonu Ca, Mg ve S 'ten yüksek çıkmıştır.
- 3- Mevsimsel kuraklık ve topraktaki jips konsantrasyonuna bağlı olarak *Gypsophila eriocalyx* Boiss.' in kök, gövde ve yaprak anatomisinde önemli değişiklikler olmuştur.

5. KAYNAKLAR

- Ábrahám, E., Hourton-Cabassa, C., Erdei, L. and Szabados, L. 2010. Methods for determination of proline in plants. *Methods in Molecular Biology*, 639, 317-31.
- Aguirre-Liguori, J. A., Scheinvar E. and Eguiarte L. E. 2014. Gypsum soil restriction drives genetic differentiation in *Fouquieria shrevei* (Fouquieriaceae). *American Journal of Botany*, 101:4, 730–736.
- Akman, Y., Quezel, P., Aydoğdu, M., Ketenoglu, O., Kurt, L. and Evren, H. 1994. Aphytosociological research on the steppe vegetation of the Yapraklı mountains (Çankırı, Turkey). *Ecologia Mediterranea*, XX:314, 1-7.
- Akputat, H. A. 2003. Sivas ili jipsli alanların florası. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 165, Sivas.
- Alphen, J. G. ve Rios Romero, F. 1975. *Jipsli topraklar karakteristikleri ve amenajmanı hakkında kısa bilgiler*. (Çev: E. Akgül ve M. Büyükduman) Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Muhtelif Yayınlar Serisi, 5, Gürsoy Matbaası (Orijinal eserin yayın tarihi, 1971), Ankara.
- Amirjani, M. R. 2010. Effect of salinity stress on growth, mineral composition, proline content, antioxidant enzymes of soybean. *American Journal of Plant Physiology*, 5:6, 350-360.
- Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26, 32–46.
- Anjum, S. A., Xie, X., Wang, L., Saleem, M. F., Man, C. and Lei, W. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*, 6:9, 2026-2032.
- Aragón, C. F., Méndez, M. and Escudero, A. 2009. Survival costs of reproduction in a short-lived perennial plant, live hard, die young. *American Journal of Botany*, 96, 904–911.
- Armağan, M. and Özgökçe, F. 2018. Anatomical, palynological, morphological, karyological, and ecological investigations on *Gypsophila davisii*. *Anatolian Journal of Botany*, 2:1, 39-45. doi:10.30616/ajb.379122
- Artieda, O., Herrero, J. and Drohan P. J. 2006. Refinement of the differential water loss method for gypsum determination in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 70:6, 1932-1935.
- Ataşlar, E. and Ocak, A. 2017. Anatomy and micromorphology of the endemic *Gypsophila osmangaziensis* (Caryophyllaceae) and taxonomic contributions for the genus *Gypsophila*. *Phytotaxa*, 331:1, 084–092.

- Aydoğdu, M., Akman, Y., Quezel, P., Barbero, M., Ketenoglu, O. and Kurt, L. 1994. Syntaxonomic analysis of gypsaceous vegetation of the surrounding area between Ayaş-Polatlı and Beypazarı (Ankara, Turkey). *Ecologia Mediterranea*, XX :314, 9-19.
- Baloch, A. H., Gates, P. J. and Baloch, G. M. 1998. Anatomical changes brought about by salinity in stem, leaf and root of *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh (thale cress). *Sarhad Journal Agriculture*, 14:131–142.
- Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207.
- Bockheim, J.G. 2005. Soil endemism and its relation to soil formation theory. *Geoderma* 129, 109 – 124.
- Bölükbaşı, A., Kurt, L. and Palacio, S. 2016. Unravelling the mechanisms for plant survival on gypsum soils: an analysis of the chemical composition of gypsum plants from Turkey. *Plant Biology*, 18, 271–279.
- Boscaiu, M., Bautista, I., Lidón, A., Llinares, J., Lull, C., Donat, P., Mayoral, O. and Vicente, O. 2013a. Environmental-dependent proline accumulation in plants living on gypsum soils. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35, 2193–2204. doi: 10.1007/s11738-013-1256-3
- Boscaiu, M., Lull, C., Lidon, A., Bautista, I., Donat P. and Mayoral O. 2008. Plant responses to abiotic stress in their natural habitats. *Bulletin UASVM Horticulture*, 65:1, 53-8.
- Boscaiu, M., Lull, C., Llinares, J., Vicente, O. and Boira, H. 2013b. Proline as a biochemical marker in relation to the ecology of two halophytic *Juncus* species. *Journal of Plant Ecology*, 6:2, 177–186.
- Boscaiu, M., Mora, E., Fola, O., Scridon, S., Llinares, J. and Vicente, O. 2009. Osmolyte accumulation in xerophytes as a response to environmental stress. *Bulletin UASVM Horticulture*, 66:1.
- Boughalleb, F., Denden, D. and Tiba, B. B. 2009. Anatomical changes induced by increasing NaCl salinity in three fodder shrubs, *Nitraria retusa*, *Atriplex halimus* and *Medicago arborea*. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31:947–960.
- Bresowar, G. E. and McLaughlin, M. E. 2015. Morphological and genetic discrepancies in populations of *oreocarya paradoxa* and *O. revealii*: The impact of edaphic selection on recent diversification in the colorado plateau. *American Journal of Botany*, 102:10, 1647 – 1658.
- Capaldi, F. R., Gratão, P. L., Reis, A. R., Lima, L. W. and Azevedo, R. A. 2015. Sulfur metabolism and stress defense responses in plants. *Tropical Plant Biology*, 8, 60–73. doi:10.1007/s12042-015-9152-1

- Carillo, P., Mastrolonardo, G., Nacca, F., Parisi, D., Verlotta, A. and Fuggi, A. 2008. Nitrogen metabolism in durum wheat under salinity: accumulation of proline and glycine betaine. *Functional Plant Biology*, 35, 412–426.
- Cha-Um, S. and Kirdmanee, C. 2010. Effect of glycinebetaine on proline, water use, and photosynthetic efficiencies, and growth of rice seedlings under salt stress. *Turkish Journal of Agriculture Forestry*, 34, 517-527.
- Chairiyah, N., Harijati, N. and Mastuti, R. 2016. Variation of calcium oxalate (CaOx) crystals in porang corms (*Amorphophallus muelleri* Blume) at different harvest time. *American Journal of Plant Sciences*, 7, 306-315.
- Chesworth, W. (Editor) 2008. *Encyclopedia of soil science*. Springer, 302, Berlin.
- Chutipaijit, S., Cha-Um, S. and Sompornpailin, K. 2009. Differential accumulations of proline and flavonoids in indica rice varieties against salinity. *Pakistan Journal of Botany*, 41:5, 2497-2506.
- Cruz, M., Romao, R. L., Escudero, A. and Maestre, F.T. 2008. Where do seedlings go? A spatio-temporal analysis of seedling mortality in a semi-arid gypsophyte. *Ecography* 31, 720730. doi:10.1111/j.0906-7590.2008.05299.x
- Çetik, A. R. 1985. Türkiye vejetasyonu 1, İç Anadolu'nun vejetasyonu ve ekolojisi. Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Yayınları, 14-58, Konya.
- Damschen, E. I., Harrison, S., Ackerly, D. D., Fernandez-Going, B. M. and Anacker, B. L. 2012. Endemic plant communities on special soils: early victims or hardy survivors of climate change? *Journal of Ecology*, 100, 1122–1130. doi: 10.1111/j.1365-2745.2012.01986.x
- Davis, P. H. (editor) 1965-1985. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh University Press, 1-9, Edinburgh.
- Duvigneaud, P. and Denaeyer-De Smet, S. 1966. Accumulation du soufre dans quelques espèces gypsophiles d'Espagne. *Bulletin de la Société de Botanique de Belgique*, 99, 263–269.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z. ve Adıgüzel, N. 1989. *Türkiye bitkileri kırmızı kitabı (eğrelti ve tohumlu bitkiler)* Türkiye Tabiatını Koruma Derneği ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Yayınevi, 57, Türkiye.
- Ertürk, M., Doğanay, H. ve Güner, İ. 1977. İskilip'te yaylacılık. Bolu'da yaylalar ve yaylacılık. Ankara Üniversitesi, D.T.C.F. Yay. No:272, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 8, 109.
- Escudero, A., Palacio, S., Maestre, T. F. and Luzuriaga L. A. 2015. Plant life on gypsum: A review of its multiple facets. *Biological Reviews*, 90, 1–18. doi: 10.1111/brv.12092.

- Eugenio, M., Olano, J. M. and Fonti, P. 2014. Disentangling the effects of ontogeny and environmental factors on xylem anatomy in a semiarid chamaephyte. *Journal of Arid Environments*, 104,1-8.
- Figueiredo, P. A. M., Lisboa, L. A. M., Viana, R. S., Assumpção, A.C.N. and Magalhães, A.C. 2015. Morphophysiological parameters of sugarcane leaf in response to the residual effect of agricultural gypsum on the ratoon. *Científica*, 43:2, 126–134.
- Fonti, P., Arx, G., García-González, I., Eilmann, B., Sass-Klaassen, U., Gärtner, H. and Eckstein, D. 2009. Studying global change through investigation of the plastic responses of xylem anatomy in tree rings. *New Phytologist*, 185, 42–53. doi: 10.1111/j.1469-8137.2009.03030.x
- Franceschi, V. R. and Horner, H. T. 1980. Calcium oxalate crystals in plants. *Botanical Review*, 46, 361–427.
- Freyer, D. and Voigt, W. 2003. Crystallization and phase stability of CaSO₄ and CaSO₄ – based salts. *Monatshefte für Chemie*, 134, 693–719.
- Gil, C. and Ramos, J. J. 2011. Los suelos yesíferos (gypsisoles) en España. *Diversidad vegetal de las yeseras ibéricas* (In J. F. Mota, P. Sanchez and J. S. Guirado), ADIF-Mediterráneo Asesores Consultores, 33–50, Almería.
- Guerrero-Campo, J., Alberto, F., Maestro-Martínez, M., Hodgson, J. and Montserrat-Martí, G. 1999. Plant community patterns in a gypsum area of NE Spain. II. Effects of ion washing on topographic distribution of vegetation. *Journal of Arid Environments*, 41, 411–419.
- Günay, G. 2002. Gypsum karst, Sivas, Turkey. *Environmental Geology*, 42, 387–39. doi:10.1007/s00254-002-0532-0
- Grigore, M. N. and Toma, C. 2008. Ecological anatomy investigation related to some halophyte species from Moldavia. *Plant Biology*, 53:23–30.
- Hajibagheri, M. A., Hall, J. L., Flowers, T. J. 1983. The structure of the cuticle in relation to cuticular transpiration in leaves of the halophyte *Suaeda maritima* (L.) Dum. *New Phytologist*, 94:125–131.
- Hajibagheri, M. A., Yeo, A. R., Flowers, T. J. 1985. Salt tolerance in *Suaeda maritima* (L.) Dum.: fine structure and ion concentrations in the apical region of roots. *New Phytologist*, 99:331–343.
- Hameed, M., Ashraf, M., Naz, N. and Al-Qurainy, F. 2010. Anatomical adaptations of *Cynodon dactylon* (L.) Pers., from the salt range Pakistan, to salinity stress. I. Root and stem anatomy. *Pakistan Journal of Botany*, 42:279–289.

- Hernández-Ledesma, P., Berendsohn, W.G., Borsch, T., Mering, S.V., Akhiani, H., Arias, S., Castañeda-Noa, I., Eggli, U., Eriksson, R., Flores-Olvera, H., Fuentes-Bazán, S., Kadereit, G., Klak, C., Korotkova, N., Nyffeler, R., Ocampo, G., Ochoterena, H., Oxelman, B., Rabeler, R. K., Sanchez, A., Schlumpberger, B.O. and Uotila, P. 2015. A taxonomic backbone for the global synthesis of species diversity in the angiosperm order *Caryophyllales*. *Willdenowia*, 45, 281–383.
- Herrero, J. and Porta, J. 2000. The terminology and the concepts of gypsum-rich soils. *Geoderma*, 96, 47–61.
- Herrero, J., Artieda, O. and Hudnall, W. H. 2009. Gypsum, a tricky material. *Soil Science Society of America Journal*, 73, 1757-1763
doi:10.2136/sssaj2008.0224
- Huang, J. and Redman, R. E. 1995. Response of growth, morphology and anatomy to salinity and calcium supply in cultivated and wild barley. *Canadian Journal of Botany*, 73:1859–1866.
- Hwang, Y. H. and Chen, S. C. 1995. Anatomical responses in *Kandelia candel* (L.) druce seedlings growing in the presence of different concentrations of NaCl. *Botanical Bulletin Academia Sinica*, 36:181–188.
- IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0 Armonk, NY, US: IBM Corp.
- Iqbal, N., Nazar, R. and Khan, N. A. (Editors) 2016. *Osmolytes and plants acclimation to changing environment: emerging omics technologies*. Springer, 21-28, India.
- İlarıslan, H., Palmer, R. G. and Horner, H. T. 2001. Calcium oxalate crystals in developing seeds of soybean. *Annals of Botany*, 88, 243-257.
doi:10.1006/anbo.2001.1453
- Kacar, B. ve İnal, A. 2008. *Bitki analizleri*. Nobel Yayınevi, 241-347, Türkiye.
- Kalefetoğlu, T. and Ekmekçi, Y. 2005. The effects of drought on plants and tolerance mechanisms (Review). *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18:4, 723-740.
- Kerey, İ. E. ve Erkal, T. 2014. *Sedimentoloji*. Nobel Yayınevi, 9, Ankara.
- Khan, A. S. and Siddiqi, R. 2014. Environmental factors affect calcium oxalate crystals formation in *Tradescantia pallida* (*Commelinaceae*). *Pakistan Journal of Botany*, 46:2, 477-482.
- Khan, T.O. 2013. *Soils principles, properties and management*. Springer, 142, New York.

- Kavas, M. 2012. *Gypsophila arrostii* 'nin in vitro'da bor'a tepkisinin belirlenmesi ve mikroçoğaltımı, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1, Konya.
- Kavas, M. ve Yorgancılar, M., 2016. Determination of the response of *Gypsophila arrostii* Guss. to boron under in vitro conditions. *Journal of Elementology*, 21:1, 67-76. doi: 10.5601/jelem.2015.20.2.784
- Kołodziej, B., Okoń, S., Nucia, A., Ociepa, T., Luchowska, K., Sugier, D., Gevrenova, R. and Henry, M. 2018. Morphological, chemical, and genetic diversity of *Gypsophila* L. *Turkish Journal of Botany*, 42, 257-270.
- Konyar, S., Öztürk, N. and Dane, F. 2014. Occurrence, types and distribution of calcium oxalate crystals in leaves and stems of some species of poisonous plants. *Botanical Studies*, 55, 32.
- Korkmaz, M. and Özçelik, H., 2011a. Economic importance of *Gypsophila* L., *Ankyropetalum* Fenzl and *Saponaria* L. (*Caryophyllaceae*) taxa of Turkey *African Journal of Biotechnology*, 10:47, 9533-9541.
- Korkmaz, M. ve Özçelik, H. 2011b. Türkiye'nin *Gypsophila* (*Caryophyllaceae*) taksonlarının sistematik ve morfolojik özelliklerine katkıları. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15:3, 148-160
- Korkmaz, M., Özçelik, H. ve İlhan, V. 2012. Türkiye'nin bazı *Gypsophila* L. (*Caryophyllaceae*) taksonlarının habitat özellikleri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (2): 111-125.
- Korkmaz, M. and Özçelik, H. 2014. Determining the natural *Gypsophila* L. (Coven) taxa growing in Tunceli (Turkey). *Journal of Research in Biology*, 4:1, 1220-1227.
- Koyuncu, M., Kılıç, S. B. and Güvenç, A. 2008. Soaproot yielding plants of East Anatolia and their potential in nature. *Turkish Journal of Botany*, 32: 489-494.
- Kozłowski, T. T. 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. *Tree physiology*, 17(7): 490.
- Kruckeberg, A. R. and Rabinowitz, D. 1985. Biological aspects of endemism in higher plants. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 16, 447-79.
- Llinares, J. V., Bautista, I., Donat, M. P., Lidón, A., Lull, C., Mayoral, O., Wankhade, S., Boscaiu, M. and Vicente, O. 2015. Responses to environmental stress in plants adapted Mediterranean gypsum habitats. *Notulae Scientiae Biologicae*, 7:1, 37-44. doi: 10.15835/nsb.7.1.9537
- Meriç, Ç. 2008. Calcium oxalate crystals in *Conyza canadensis* (L.) Cronq. and *Conyza bonariensis* (L.) Cronq. (*Asteraceae: Astereae*). *Acta Biologica Szegediensis*, 52:2, 295-299.

- Merlo, M. E., Garrido-Becerra, J. A., Mota, J. F., Salmerón-Sánchez, E., Martínez-Hernández, F., Mendoza-Fernández, A. and Pérez-García, F. J. 2019. Threshold ionic contents for defining the nutritional strategies of gypsophile flora. *Ecological Indicators*, 97, 247–259.
- Meyer, S. E. 1986. The ecology of Gypsophile endemism in the Eastern Mojave Desert. *Ecology*, 67:5, 1303-1313.
- Meyer, S. and García-Moya, E. 1989. Plant community patterns and soils moisture regime in gypsum grasslands of north central Mexico. *Journal of Arid Environments*, 16, 147–155.
- Moore, M. J. and Jansen, R. K. 2007. Origins and biogeography of gypsophily in the Chihuahuan Desert plant group *Tiquilia* subg. *Eddya* (*Boraginaceae*). *Systematic Botany*, 32: 2, 392–414.
- Moore, M. J., Mota, J. F., Douglas, N. A., Olvera, H. F. and Ochoterena, H. 2014. The ecology, assembly and evolution of gypsophile floras. *Plant Ecology and Evolution in Harsh Environments*, 97-128.
- Mouri, C., Benhassainia, H., Bendimereda, F. Z. and Belkhodjab, M. 2012. Seasonal variation of the content in proline and soluble sugars in oyat (*Ammophila arenaria* (L.) Link) growing in natural conditions of the Algerian western coast. *Acta Botanica Gallica: Botany Letters*, 159:1, 127–135.
- Muller, C. T., Moore, M. C., Feder, Z., Tiley, H. and Drenovsky, R. E. 2017. Phylogenetic patterns of foliar mineral nutrient accumulation among gypsophiles and their relatives in the Chihuahuan Desert ¹*American Journal Of Botany*, 104:10, 1442 – 1450.
- Munuswamy, E., Krishnan, V. and Amerjothy, S. 2016. Occurrence, type and location of calcium oxalate crystals in selected medicinal plants. *Journal of Applied and Advanced Research*, 1:4, 21–24.
- Murakeözy, É. P., Nagy, Z., Duhazé, C., Bouchereau, A. and Tuba, Z. 2003. Seasonal changes in the levels of compatible osmolytes in three halophytic species of inland saline vegetation in Hungary. *Journal of Plant Physiology*, 160, 395–401.
- Olano, J. M., Eugenio, M., Garcia-Cervigón, A., Folch, M. and Rozast, V. 2012. Quantitative tracheid anatomy reveals a complex environmental control of wood structure in continental mediterranean climate. *International Journal of Plant Sciences*, 173: 2, 137–149.
- Özçelik, H. ve Yıldırım, B. 2011. Türkiye çövenlerinin (*Gypsophila* L. ve *Ankyropetalum* Fenzl spp.) ekonomik önemi, kullanım olanakları ve korunması üzerine düşünceler. *SDÜ Orman Fakültesi*, 12, 57-61.

- Özdeniz, E., Bölükbaşı, A., Kurt, L. ve Özbey, B. G. 2016. Jipsofil bitkilerin ekolojisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4:2, 57 – 62.
- Özel, S. 2005. Hafik-Ekinli arasında (Kızılırmak çevresinde) jips karstı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Öztürk, E. S., Çapcı, A., Çalışkan, Ö. ve Anıl, H. 2010. Helva Üretiminde Kullanılan Çöven Suyundan [Çöven Otu (*Gypsophila arrostii*)] Gypsogenin' nin İzolasyonu, Saflandırılması Ve Değişik Türevlerinin Sentezi. 24. Ulusal Kimya Kongresi, 29 Haziran-2 Temmuz, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, 2010, Zonguldak
- Palacio, S., Escudero, A., Montserrat-Martí, G., Maestro, M., Rubén, M. and Albert, M. J. 2007. Plants living on gypsum: beyond the specialist model. *Annals of Botany*, 99, 333–343. doi:10.1093/aob/mcl263
- Palacio, S., Aitkenhead, M., Escudero, A., Montserrat-Martí, G., Maestro, M. and Jean Robertson, A. H. 2014a. Gypsophile chemistry unveiled: fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy provides new insight into plant adaptations to gypsum soils. *Plos One*, 9:9, e107285.
- Palacio, S., Azorín, J., Montserrat-Martí, G. and Ferrio, J. P. 2014b. The crystallization water of gypsum rocks is a relevant water source for plants. *Nature Communications*, 5, 4660. doi: 10.1038/ncomms5660
- Pazır, F., Özdikicierler, O. ve Dirim, N. 2013. Tahin helvası üretiminde çöven ekstraktı tozunun kullanılması. *Gıda*, 38:2, 95-101.
- Poslu, H. 2006. *Gypsophila eriocalyx* Boiss.'den saponin ekstraksiyonu ve kimyasal yapısının tayini. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 3, Ankara.
- Prasad, R. and Singh Shivay, Y. 2018. Sulphur in soil, plant and human nutrition. *Proceedings of the National Academy of Sciences India, Section B Biological Sciences*, 88:2, 429–434
- Rajakaruna, N. 2004. The edaphic factor in the origin of plant species. *International Geology Review*, 46, 471–478.
- Rajakaruna, N. 2017. Lessons on evolution from the study of edaphic specialization. *The Botanical Review*, 84:1, 39-78. doi: 10.1007/s12229-017-9193-2.
- Robson, T., Stevens, J., Dixon, K. and Reid, N. 2017. Sulfur accumulation in gypsum-forming thiophores has its roots firmly in calcium. *Environmental and Experimental Botany*, 137, 208-219.

- Ruiz, J. M., López-Cantarero, I., Rivero, R. M. and Romero, L. 2003. Sulphur phytoaccumulation in plant species characteristic of gypsiferous soils. *International Journal of Phytoremediation*, 5:3, 203–210. doi: 10.1080/16226510390255652
- Salmerón-Sánchez E., Martínez-Nieto M. I., Martínez-Hernández F., Garrido-Becerra J. A., Mendoza-Fernández A. J., Gil de Carrasco C., Ramos-Miras J. J., Lozano R., Merlo M. E. and Mota J. F. 2013. Ecology, genetic diversity and phylogeography of the Iberian endemic plant *Jurinea pinnata* (Lag.) DC. (*Compositae*) on two special edaphic substrates: dolomite and gypsum. *Plant Soil*. doi: 10.1007/s11104-013-1857-z
- Schaetzl, R.J. and Anderson, S. 2005. *Soils genesis and geomorphology* (Second Edition). Cambridge University Press, 04-405, United States of America.
- Schweingruber, F.H. and Börner, A. 2018. *The plant stem a microscopic aspect*. Springer, 133-141, Switzerland.
- Soriano, P., Moruno, F., Boscaiu, M., Vicente, O., Hurtado, A., Llinares, J. V. and Estrelles, E. 2014. Is salinity the main ecologic factor that shapes the distribution of two endemic Mediterranean plant species of the genus *Gypsophila*? *Plant Soil*, 384, 363–379. doi: 10.1007/s11104-014-2218-2
- Şahin, K. 2004. Çorum ovası ve yakın çevresinin iklim koşulları ile tarımsal faaliyetler arasındaki ilişkiler. *Gündüz Eğitim ve Yayıncılık*, 35, Ankara.
- Verbruggen, N. and Hermans, C. 2008. Proline accumulation in plants: a review. *Amino Acids*, 35, 753–759. doi: 10.1007/s00726-008-0061-6
- Verheye, W. H. and Boyadgiev, T. G. 1997. Evaluating the land use potential of gypsiferous soils from field pedogenic characteristics. *Soil Use and Management*, 13, 97-103.
- Vicentea, O., Boscaiu, M., Naranjoa, M. Á., Estrelles, E., Bellésa, J. M. and Soriano, P. 2004. Responses to salt stress in the halophyte *Plantago crassifolia* (*Plantaginaceae*). *Journal of Arid Environments*, 58, 463–481.
- Viñas, M. and Jiménez, V. M. 2016. Occurrence and characterisation of calcium oxalate crystals in stems and fruits of *Hylocereus costaricensis* and *Selenicereus megalanthus* (*Cactaceae: Hylocereeae*). *Micron*, 89, 21/27.
- Yang, Y., W., Newton, R. J. and Millerf, R. 1990. Salinity tolerance in Sorghum. I hole plant response to sodium chloride in *S. bicolor* and *S. halepense*. *Crop Science*, 30, 755-781.
- Yazıcı, H. 2002. İç Anadolu Bölgesi coğrafyası. Nobel Yayınevi, 12-37, Ankara.
- Yıldız, O., Altundağ, E., Çetin, B., Güner, ŞT., Sargıncı, M. and Toprak, B. 2017. Afforestation restoration of saline-sodic soil in the Central Anatolian region of Turkey using gypsum and sulfur. *Silva Fennica*, 51:1B, 1579.

Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q. and Guo, S. 2013. The critical role of potassium in plant stress response. *International Journal of Molecular Sciences*, 14, 7370-7390. doi:10.3390/ijms14047370



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ayşegül ÇAYCI
Doğum Yeri : Üsküdar
Doğum Tarihi : 28/08/1983
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu:

Lise : Namık Kemal Lisesi
Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü
Yüksek Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Tezsiz)

Yayınlar

Çaycı, A., Yalçın, E. ve Akçin, A. 2018. Jipsli topraklarda yaşayan bitkilerde adaptasyon mekanizmaları ve komünite dağılışına etkileri (Derleme). *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 1:3, 114-124.