

**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**  
**2013-YL-007**

**YAPRAKTAN GLİSİN BETAİN VE PROLİN**  
**UYGULAMASININ TUZ STRESİ ALTINDAKİ ZEYTİN**  
**BİTKİSİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**Seçil KÜÇÜK**

**Tez Danışmanı**

**Prof. Dr. Mehmet Ali DEMİRAL**

**AYDIN**



**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**  
**AYDIN**

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Seçil Küçük tarafından hazırlanan ‘Yapraktan glisin betain ve prolin uygulamasının tuz stresi altındaki zeytin bitkisine etkilerinin incelenmesi’ başlıklı tez, 16.01.2013 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan	: Prof. Dr. M. Ali DEMİRAL	ADÜ	.....
Üye	: Prof. Dr. A. Alev KARAGÖZLER	ADÜ	.....
Üye	: Prof. Dr. Bülent OKUR	EGE Üniv.	.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans Tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun .....Sayılı kararıyla ..... tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN

Enstitü Müdürü



**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**  
**AYDIN**

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

16/01/2013

Seçil KÜÇÜK



## ÖZET

# YAPRAKTAN GLİSİN BETAİN VE PROLİN UYGULAMASININ TUZ STRESİ ALTINDAKİ ZEYTİN BİTKİSİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Seçil KÜÇÜK

Yüksek Lisans Tezi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Ali DEMİRAL

2013, 93 sayfa

Bu tezin konusu yapraktan yapılan glisin betain ve prolin uygulamasının tuz stresi altındaki zeytin bitkisinde yarattığı etkilerin değerlendirilmesidir. Bu amaçla sera şartlarında bir saksı denemesi kurulmuş, Memecik ve Gemlik zeytin çeşitlerine ait bir yaşındaki fidanlar 5 ay süre ile tuzluluk düzeyi yaklaşık  $8 \text{ dS m}^{-1}$  olan NaCl çözeltisine maruz bırakılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde ve 5 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Deneme bitkileri mikro element katkılı “Gübretaş 3-5-8” (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) gübresinin % 0.3’lük konsantrasyonda zenginleştirilmiş tuz çözeltisi ile sulanmıştır. Deneme modeli yapraktan uygulanan prolin ve glisin betainin 4 farklı düzeyini (5 mM, 10 mM, 20 mM, 40 mM) içermektedir. Kontrol uygulaması olarak distile edilmiş su kullanılmıştır. Deneme sonucunda fizyolojik olarak gelişimini tamamlamış, herhangi bir arazi olmayan yapraklardan örnekler alınmıştır. Örnekleme yapılan yapraklar fizyolojik olarak aynı yaşta ve bitki büyüme ucuna aynı uzaklıkta olanlar (yukarıdan aşağıya doğru 4., 5. ve 6. yaprak çiftleri) arasından seçilmiştir. Alınan yaprak örnekleri kapalı naylon torbalar içinde en kısa sürede laboratuvara getirilmiş, bir kez çeşme suyu ve iki kez saf sudan geçirilmiştir. Kimyasal ve biyokimyasal analizlerde kullanmak amacıyla kese kağıtlara koyulan örnekler havalandırılmalı fırınlarda 70°C de 72 saat süresince kurutulmuştur. Kurutulmuş olan örnekler daha sonra çelik değirmenlerde öğütülmüştür. Örneklerde kuru madde yüzdesi, N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Cl konsantrasyonları, (DPPH) süpürme aktivitesi, indirgeme gücü, toplam fenolik bileşikler, prolin ve glisin betain içerikleri belirlenmiştir.

Sonuçlar yapraktan uygulanan osmoprotektanların yaprak kuru madde yüzdesi ve yaprak K konsantrasyonu üzerine belirgin bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Zeytin çeşitleri yaprak Na, P, Ca ve Mg konsantrasyonları açısından farklılık

göstermiştir. Genel olarak yaprak N ve mikro element konsantrasyonları (Cl hariç) yapraktan uygulanan osmoprotektan maddelerin artan düzeylerine bağlı olarak artmıştır. Biyokimyasal parametreler ele alındığında ise: yaprakların prolin ve glisin betain içerikleri, DPPH süpürme aktivitesi ve indirgeme gücü düzeyleri toplam fenolik bileşiklere göre osmoprotektan maddelerin artan uygulama düzeyleriyle daha ilgili bulunmuştur.

**Anahtar sözcükler:** *Olea europae* L., cv. Gemlik, cv. Memecik, NaCl, osmoprotektan



**ABSTRACT**

**INVESTIGATION ON EFFECTS OF FOLIAR- APPLIED  
GLYCINEBETAINE AND PROLINE ON SALT-STRESSED OLIVE  
PLANT**

Seçil KÜÇÜK

M.Sc. Thesis, Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Ali DEMİRAL

2013, 93 pages

The aim of this thesis is to evaluate the effects of foliar-applied glycine betaine and proline on salt stressed olive plants. For this purpose one year old olive plants (cv. Gemlik and cv. Memecik) were exposed to NaCl- induced salinity (approx. 8 dS m<sup>-1</sup>) in pot culture for 5 months under greenhouse conditions. The experiment was laid out in a randomized block design with 5 replicates. The plants were irrigated with saline solution containing 0.3% liquid fertilizer “Gübretaş 3-5-8” (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) enriched with micronutrients. The experimental treatments consisted of 4 levels (5 mM, 10 mM, 20 mM, 40 mM) of foliar-applied proline and glycinebetaine. Distilled water served as the control application. At the end of the experiment physiologically mature leaves, free of damage or defects, were sampled. The leaves had the same physiological age and were situated at one-third of the distance from the apex (couples of the 4th, 5th and 6th leaves). The leaf samples were immediately transported to the laboratory in closed polyethylene bags. In order to eliminate surface contamination, leaves were carefully washed with tap water and rinsed two times with deionized water. For chemical and biochemical analysis, the samples were placed in paper bags and dried in a forced-air oven at 70°C for 72 hours. The dried leaf samples were then ground in a stainless steel mill. Dry matter percentage, N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Cl concentrations, 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH) scavenging activity, reducing power, total phenolic content, proline content and glycinebetaine content were determined in the samples.

The results showed that the foliar-applied osmoprotectants had no relevant effect on leaf dry matter percentages and leaf K concentrations of the plants. The cultivars differed in respect of leaf Na, P, Ca and Mg concentrations. In general

leaf N and leaf micronutrients concentrations (except Cl) increased with the increasing levels of the foliar-applied osmoprotectants. In terms of biochemical parameters: proline content, glycinebetaine content, DPPH scavenging activity and reducing power levels of the leaves were found more relevant with the increasing application levels of the osmoprotectants than that of total phenolic compounds contents of the leaves.

**Key words:** *Olea europae* L., cv. Gemlik, cv. Memecik, NaCl, osmoprotectant

## ÖNSÖZ

Türkiye’de en fazla zeytin ağacına sahip (yaklaşık 22.5 milyon adet) il olan Aydın’da zeytinden elde edilen verim yöreye önemli ekonomik katkı sağlamaktadır. Bölgede en yaygın çeşit Memecik olup, Gemlik çeşidine olan ilgi de giderek artmaktadır. Bitkilerde verimi sınırlayan bir faktör olan tuz stresinin olumsuz etkileri zeytin (*Olea europaea* L.) bitkisinde daha sık görülmeye başlanmıştır.

Tuz stresi altında yaşamlarını sürdüren bitkiler farklı stratejilere sahiptir. Bu stratejilerden ilki, bitki bünyesinde ozmotik potansiyeli artırarak su alımını sürdürmeye çalışmaktır. Pek çok bitkinin hücre içi ozmotik potansiyelinin düzenlenmesinde glisin betain (GB) ve prolin (PRO) gibi osmoprotektan maddelerin önemli bir rol oynadığı ve bu bileşiklerin çevresel stres faktörleri altında doğal olarak biriktirildiği bilinmektedir (Rhodes ve Hanson, 1993). Genetik mühendisliğe ek olarak bu bileşiklerin dışarıdan uygulanması stres koşulları altında verimi arttırmanın alternatif bir yolu olarak değerlendirilmektedir (Itai ve Paleg, 1982).

Bu tezin amacı; tuz stresi altındaki zeytin bitkisine yapraktan uygulanan farklı osmoprotektan maddelerin bitkide yarattığı kimyasal ve biyokimyasal değişimleri değerlendirmektir.

Çalışma konusunun belirlenmesinde, araştırmanın yürütülmesi ve değerlendirilmesi sürecinin her aşamasında yol gösterici olan, bilgi ve deneyimlerini paylaştan tez danışmanım Prof. Dr. Mehmet Ali DEMİRAL’a, ADÜ Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Biyokimya Laboratuvarı’nda çalışmama olanak sağlayan başta Prof. Dr. A. Alev KARAGÖZLER olmak üzere, analizlerde yol gösteren Doç. Dr. Deniz AKTAŞ UYGUN, Öğr. Gör. Dr. Murat UYGUN ve Arş. Gör. Rukiye YAVAŞER’e, serada ve laboratuvar çalışmalarında katkılarından dolayı Arş. Gör. Mustafa Ali KAPTAN, Arş. Gör. Zeynep KAÇAMAKLI ve laborant Ersin KARADEMİR’e, çalışmanın gerçekleşmesi için maddi destek sağlayan ADÜ Bilimsel Araştırma Fonu (Proje No: ZRF-12030)’na, hayatım boyunca yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI.....	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	ix
ÖNSÖZ.....	xi
SİMGELER DİZİNİ.....	xix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xxi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xxv
EKLER DİZİNİ .....	xxvii
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Bitkilerde Tuz Stresinin Etkileri .....	4
2.2. Osmoprotektanların Tuz Stresi Altındaki Bitkilere Etkisi .....	7
2.2.1. Glisin Betain'in Etkisi .....	7
2.2.2. Prolin'in Etkisi .....	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	12
3.1. Materyal .....	12
3.1.1. Bitki Materyali .....	12
3.1.2. Yetiştirme Ortamı.....	15
3.1.3. Besin ve Tuz Çözeltisi.....	15
3.1.4 Osmoprotektan Maddeler .....	15
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Denemenin Planlanması.....	15
3.2.2. Bitki Yetiştirme Ortamının Hazırlanması ve Fidanların Saksılara Aktarılması .....	17

3.2.3. Tuz Çözeltilisinin Bitkilere Uygulanması .....	17
3.2.4. Bitkilere Yapraktan GB ve PRO Uygulanması .....	20
3.2.5. Yaprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazır Hale Getirilmesi.....	21
3.3. Yapılan Analizler .....	21
3.3.1. Kuru Madde (%).....	21
3.3.2. Yaprak Örneklerinin Kimyasal Analizlere Hazırlanması.....	21
3.3.3. Toplam Azot İçeriğinin Belirlenmesi .....	21
3.3.4. Fosfor İçeriğinin Belirlenmesi.....	22
3.3.5. Değişebilir Sodyum, Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum İçeriğinin Belirlenmesi.....	22
3.3.6. Demir, Çinko, Mangan ve Bakır İçeriğinin Belirlenmesi .....	22
3.3.7. Bor İçeriğinin Belirlenmesi .....	22
3.3.8. Klor İçeriğinin Belirlenmesi.....	22
3.3.9. Toplam Fenolik Bileşikler, DPPH Süpürme Aktivitesi ve İndirgeme Gücü Analizleri İçin Hazırlık.....	22
3.3.10. Yaprak Örneklerinde PRO İçeriklerinin Belirlenmesi .....	23
3.3.11. Yaprak Örneklerinde GB İçeriklerinin Belirlenmesi.....	23
3.3.12. Yaprak Örneklerindeki TFB Birikiminin Belirlenmesi.....	23
3.3.13. Yaprak Örneklerindeki İG Düzeyinin Belirlenmesi.....	24
3.3.14. Yaprak Örneklerindeki DPPH Süpürme Aktivitesinin Belirlenmesi .....	24
3.3.15. Sonuçların İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi.....	24
4. BULGULAR .....	25
4.1. Glisin Betain Uygulamasının Gemlik Zeytin Çeşidinin Kimyasal İçeriğine Etkisi .....	25
4.1.1. Yaprak N İçeriğine Etkisi.....	25
4.1.2. Yaprak P İçeriğine Etkisi.....	25

4.1.3. Yaprak K İçeriğine Etkisi.....	26
4.1.4. Yaprak Na İçeriğine Etkisi.....	26
4.1.5. Yaprak Ca İçeriğine Etkisi .....	27
4.1.6. Yaprak Mg İçeriğine Etkisi .....	27
4.1.7. Yaprak Cl İçeriğine Etkisi.....	28
4.1.8. Yaprak Fe İçeriğine Etkisi.....	28
4.1.9. Yaprak Zn İçeriğine Etkisi .....	29
4.1.10. Yaprak Cu İçeriğine Etkisi.....	29
4.1.11. Yaprak Mn İçeriğine Etkisi .....	30
4.1.12. Yaprak B İçeriğine Etkisi.....	30
4.1.13. Yaprak Kuru Madde İçeriğine Etkisi .....	31
4. 2. Glisin Betain Uygulamasının Gemlik Zeytin Çeşidinin	
Biyokimyasal İçeriğine Etkisi.....	31
4.2.1. Yaprak PRO İçeriğine Etkisi.....	31
4.2.2 Yaprak GB İçeriğine Etkisi.....	32
4.2.3. Yaprak TFB İçeriğine Etkisi .....	33
4.2.4. Yaprak İG Düzeyine Etkisi .....	33
4.2.5. Yaprak DPPH Süpürme Aktivitesine Etkisi.....	34
4.3. Glisin Betain Uygulamasının Memecik Zeytin Çeşidinin Kimyasal	
İçeriğine Etkisi .....	34
4.3.1. Yaprak N İçeriğine Etkisi.....	34
4.3.2. Yaprak P İçeriğine Etkisi .....	35
4.3.3. Yaprak K İçeriğine Etkisi.....	35
4.3.4. Yaprak Na İçeriğine Etkisi.....	36
4.3.5. Yaprak Ca İçeriğine Etkisi .....	36
4.3.6. Yaprak Mg İçeriğine Etkisi.....	37

4.3.7. Yaprak Cl İçeriğine Etkisi .....	37
4.3.8. Yaprak Fe İçeriğine Etkisi.....	38
4.3.9. Yaprak Zn İçeriğine Etkisi .....	38
4.3.10. Yaprak Cu İçeriğine Etkisi .....	39
4.3.11. Yaprak Mn İçeriğine Etkisi .....	39
4.3.12. Yaprak B İçeriğine Etkisi .....	40
4.3.13. Yaprak Kuru Madde İçeriğine Etkisi .....	40
4.4. Glisin Betain Uygulamasının Memecik Zeytin Çeşidinin Biyokimyasal İçeriğine Etkisi .....	41
4.4.1. Yaprak PRO İçeriğine Etkisi .....	41
4.4.2. Yaprak GB İçeriğine Etkisi .....	41
4.4.3. Yaprak TFB İçeriğine Etkisi .....	42
4.4.4. Yaprak İG Düzeyine Etkisi .....	43
4.4.5. Yaprak DPPH Süpürme Aktivitesine Etkisi.....	43
4.5. Prolin Uygulamasının Gemlik Zeytin Çeşidinin Kimyasal İçeriğine Etkisi .....	44
4.5.1. Yaprak N İçeriğine Etkisi.....	44
4.5.2. Yaprak P İçeriğine Etkisi.....	44
4.5.3. Yaprak K İçeriğine Etkisi.....	45
4.5.4. Yaprak Na İçeriğine Etkisi .....	45
4.5.5. Yaprak Ca İçeriğine Etkisi .....	46
4.5.6. Yaprak Mg İçeriğine Etkisi .....	46
4.5.7. Yaprak Cl İçeriğine Etkisi .....	47
4.5.8. Yaprak Fe İçeriğine Etkisi.....	47
4.5.9. Yaprak Zn İçeriğine Etkisi .....	48
4.5.10. Yaprak Cu İçeriğine Etkisi .....	48



4.5.11. Yaprak Mn İçeriğine Etkisi .....	49
4.5.12. Yaprak B İçeriğine Etkisi .....	49
4.5.13. Yaprak Kuru Madde İçeriğine Etkisi .....	50
4.6. Prolin Uygulamasının Gemlik Zeytin Çeşidinin Biyokimyasal İçeriğine Etkisi .....	50
4.6.1. Yaprak PRO İçeriğine Etkisi .....	50
4.6.2. Yaprak GB İçeriğine Etkisi .....	51
4.6.3. Yaprak TFB İçeriğine Etkisi .....	52
4.6.4. Yaprak İG Düzeyine Etkisi .....	52
4.6.5. Yaprak DPPH Süpürme Aktivitesi Üzerine Etkisi .....	53
4.7. Prolin Uygulamasının Memecik Zeytin Çeşidinin Kimyasal İçeriğine Etkisi .....	53
4.7.1. Yaprak N İçeriğine Etkisi .....	53
4.7.2. Yaprak P İçeriğine Etkisi .....	54
4.7.3. Yaprak K İçeriğine Etkisi .....	54
4.7.4. Yaprak Na İçeriğine Etkisi .....	55
4.7.5. Yaprak Ca İçeriğine Etkisi .....	55
4.7.6. Yaprak Mg İçeriğine Etkisi .....	55
4.7.7. Yaprak Cl İçeriğine Etkisi .....	56
4.7.8. Yaprak Fe İçeriğine Etkisi .....	56
4.7.9. Yaprak Zn İçeriğine Etkisi .....	57
4.7.10. Yaprak Cu İçeriğine Etkisi .....	57
4.7.11. Yaprak Mn İçeriğine Etkisi .....	58
4.7.12. Yaprak B İçeriğine Etkisi .....	58
4.7.13. Yaprak Kuru Madde İçeriğine Etkisi .....	59
4.8. Prolin Uygulamasının Memecik Zeytin Çeşidinin Biyokimyasal	

İçeriğine Etkisi .....	59
4.8.1. Yaprak PRO İçeriğine Etkisi .....	59
4.8.2. Yaprak GB İçeriğine Etkisi .....	60
4.8.3. Yaprak TFB İçeriğine Etkisi .....	60
4.8.4. Yaprak İG Düzeyine Etkisi .....	61
4.8.5. Yaprak DPPH Süpürme Aktivitesi Üzerine Etkisi .....	61
5. TARTIŞMA.....	63
5.1. Osmoprotektanların Yaprakların Kimyasal İçeriği Üzerine Etkileri.....	63
5.2. Osmoprotektanların Yaprakların Biyokimyasal İçeriği Üzerine Etkileri.....	68
6. SONUÇ .....	74
KAYNAKLAR.....	77
EKLER .....	85
ÖZGEÇMİŞ.....	93

**SİMGELER DİZİNİ**

B	Bor
Ca	Kalsiyum
Cl	Klor
Cu	Bakır
dS m <sup>-1</sup>	Desisimensmetre
EC	Elektriksel İletkenlik
Fe	Demir
g	Gram
K	Potasyum
kg	Kilogram
L	Litre
µg	Mikrogram
mg	Miligram
mM	Milimol
Mn	Mangan
MPa	Megapaskal
N	Azot
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum Klorür
nm	Nanometre
P	Fosfor
Zn	Çinko
%	Yüzde
KM	Kuru Madde
GB	Glisin betain

xx

PRO	Prolin
TFB	Toplam Fenolik Bileşikler
İG	İndirgeme Gücü
DPPH	1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Bitkilerde tuz stresinin iki aşamalı tepkisi. ....	5
Şekil 2.2. Bitkilerde GB sentez mekanizması .....	8
Şekil 3.1. Denemede kullanılan Gemlik zeytin çeşidine ait genel görünüm. ....	12
Şekil 3.2. Denemede kullanılan Memecik zeytin çeşidine ait genel görünüm. ....	12
Şekil 3.3. Deneme alanına ait örnek görünüm (1). ....	16
Şekil 3.4. Deneme alanına ait örnek görünüm (2). ....	16
Şekil 3.5. Denemede kullanılan yetiştirme ortamının hazırlanışı. ....	17
Şekil 3.6. Gemlik zeytin çeşidinde saksılardan elde edilen drenaj suyunun EC'sinin zamana göre değişimi. ....	18
Şekil 3.7. Gemlik zeytin çeşidinde saksılardan elde edilen drenaj suyunun hacminin zamana göre değişimi. ....	18
Şekil 3.8. Memecik zeytin çeşidinde saksılardan elde edilen drenaj suyunun EC'sinin zamana göre değişimi. ....	19
Şekil 3.9. Memecik zeytin çeşidinde saksılardan elde edilen drenaj suyunun hacminin zamana göre değişimi. ....	19
Şekil 3.10. Osmoprotektan uygulamasına ait görünüm (1). ....	20
Şekil 3.11. Osmoprotektan uygulamasına ait görünüm (2). ....	20
Şekil 4.1. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının N içeriğine etkisi. ....	25
Şekil 4.2. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının P içeriğine etkisi. ....	26
Şekil 4.3. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının K içeriğine etkisi. ....	26
Şekil 4.4. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Na içeriğine etkisi. ....	27
Şekil 4.5. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Ca içeriğine etkisi. ....	27
Şekil 4.6. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Mg içeriğine etkisi. ....	28
Şekil 4.7. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Cl içeriğine etkisi. ....	28
Şekil 4.8. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Fe içeriğine etkisi. ....	29
Şekil 4.9. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Zn içeriğine etkisi. ....	29

Şekil 4.10. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Cu içeriğine etkisi. ....	30
Şekil 4.11. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Mn içeriğine etkisi. ....	30
Şekil 4.12. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının B içeriğine etkisi. ....	31
Şekil 4.13. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının kuru madde içeriğine etkisi. .....	31
Şekil 4.14. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının PRO içeriğine etkisi. ....	32
Şekil 4.15. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının GB içeriğine etkisi. ....	32
Şekil 4.16. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının TFB içeriğine etkisi.....	33
Şekil 4.17. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının İG düzeyine etkisi. ....	33
Şekil 4.18. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının DPPH süpürme aktivitesine etkisi. ....	34
Şekil 4.19. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının N içeriğine etkisi. ....	35
Şekil 4.20. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının P içeriğine etkisi.....	35
Şekil 4.21. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının K içeriğine etkisi. ....	36
Şekil 4.22. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Na içeriğine etkisi. ....	36
Şekil 4.23. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Ca içeriğine etkisi. ....	37
Şekil 4.24. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Mg içeriğine etkisi. ....	37
Şekil 4.25. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Cl içeriğine etkisi. ....	38
Şekil 4.26. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Fe içeriğine etkisi.....	38
Şekil 4.27. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Zn içeriğine etkisi. ....	39
Şekil 4.28. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Cu içeriğine etkisi. ....	39
Şekil 4.29. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Mn içeriğine etkisi. ....	40
Şekil 4.30. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının B içeriğine etkisi. ....	40
Şekil 4.31. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının kuru madde içeriğine etkisi. .....	41
Şekil 4.32. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının PRO içeriğine etkisi. ....	41
Şekil 4.33. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının GB içeriğine etkisi. ....	42

Şekil 4.34. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının TFB içeriğine etkisi. ....	42
Şekil 4.35. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının İG düzeyine etkisi. ....	43
Şekil 4.36. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının DPPH süpürme aktivitesine etkisi. ....	43
Şekil 4.37. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının N içeriğine etkisi. ....	44
Şekil 4.38. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının P içeriğine etkisi. ....	45
Şekil 4.39. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının K içeriğine etkisi. ....	45
Şekil 4.40. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Na içeriğine etkisi. ....	46
Şekil 4.41. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Ca içeriğine etkisi. ....	46
Şekil 4.42. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Mg içeriğine etkisi. ....	47
Şekil 4.43. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Cl içeriğine etkisi. ....	47
Şekil 4.44. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Fe içeriğine etkisi. ....	48
Şekil 4.45. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Zn içeriğine etkisi. ....	48
Şekil 4.46. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Cu içeriğine etkisi. ....	49
Şekil 4.47. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Mn içeriğine etkisi. ....	49
Şekil 4.48. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının B içeriğine etkisi. ....	50
Şekil 4.49. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının kuru madde içeriğine etkisi. ....	50
Şekil 4.50. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının PRO içeriğine etkisi. ....	51
Şekil 4.51. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının GB içeriğine etkisi. ....	51
Şekil 4.52. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının TFB içeriğine etkisi. ....	52
Şekil 4.53. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının İG düzeyine etkisi. ....	52
Şekil 4.54. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının DPPH süpürme aktivitesine etkisi. ....	53
Şekil 4.55. Prolinin Memecik zeytin yaprağının N içeriğine etkisi. ....	53
Şekil 4.56. Prolinin Memecik zeytin yaprağının P içeriğine etkisi. ....	54
Şekil 4.57. Prolinin Memecik zeytin yaprağının K içeriğine etkisi. ....	54
Şekil 4.58. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Na içeriğine etkisi. ....	55

Şekil 4.59. Prolinin Memecik zeytin yaprağının Ca içeriğine etkisi. ....	55
Şekil 4.60. Prolinin Memecik zeytin yaprağının Mg içeriğine etkisi. ....	56
Şekil 4.61. Prolinin Memecik zeytin yaprağının Cl içeriğine etkisi. ....	56
Şekil 4.62. Prolinin Memecik zeytin yaprağının Fe içeriğine etkisi. ....	57
Şekil 4.63. Prolinin Memecik zeytin yaprağının Zn içeriğine etkisi. ....	57
Şekil 4.64. Prolinin Memecik zeytin yaprağının Cu içeriğine etkisi. ....	58
Şekil 4.65. Prolinin Memecik zeytin yaprağının Mn içeriğine etkisi. ....	58
Şekil 4.66. Prolinin Memecik zeytin yaprağının B içeriğine etkisi. ....	59
Şekil 4.67. Prolinin Memecik zeytin yaprağının kuru madde içeriğine etkisi. ....	59
Şekil 4.68. Prolinin Memecik zeytin yaprağının PRO içeriğine etkisi. ....	60
Şekil 4.69. Prolinin Memecik zeytin yaprağının GB içeriğine etkisi. ....	60
Şekil 4.70. Prolinin Memecik zeytin yaprağının TFB içeriğine etkisi. ....	61
Şekil 4.71. Prolinin Memecik zeytin yaprağının İG düzeyine etkisi. ....	61
Şekil 4.72. Prolinin Memecik zeytin yaprağının DPPH süpürme aktivitesine etkisi. ....	62



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Bitkilerde tuzluluğun etkisi.....	5
Çizelge 3.1. Gemlik zeytin çeşidine ait bazı özellikler. ....	13
Çizelge 3.2. Memecik zeytin çeşidine ait bazı özellikler.. ....	14



**EKLER DİZİNİ**

- Ek-1 Yaprakdan yapılan GB uygulamasının tuz stresi altındaki Gemlik zeytin çeşidinde bitki besin elementleri ve kuru madde içeriğine etkisi..... 85
- Ek-2 Yaprakdan yapılan GB uygulamasının tuz stresi altındaki Gemlik zeytin çeşidinde biyokimyasal parametrelere etkisi..... 86
- Ek-3 Yaprakdan yapılan GB uygulamasının tuz stresi altındaki Memecik zeytin çeşidinde bitki besin elementleri ve kuru madde içeriğine etkisi..... 87
- Ek-4 Yaprakdan yapılan GB uygulamasının tuz stresi altındaki Memecik zeytin çeşidinde biyokimyasal parametrelere etkisi..... 88
- Ek-5 Yaprakdan yapılan PRO uygulamasının tuz stresi altındaki Gemlik zeytin çeşidinde bitki besin elementleri ve kuru madde içeriğine etkisi..... 89
- Ek-6 Yaprakdan yapılan PRO uygulamasının tuz stresi altındaki Gemlik zeytin çeşidinde biyokimyasal parametrelere etkisi..... 90
- Ek-7 Yaprakdan yapılan PRO uygulamasının tuz stresi altındaki Memecik zeytin çeşidinde bitki besin elementleri ve kuru madde içeriğine etkisi..... 91
- Ek-8 Yaprakdan yapılan PRO uygulamasının tuz stresi altındaki Memecik zeytin çeşidinde biyokimyasal parametrelere etkisi..... 92



# 1. GİRİŞ

Günümüzde çok sık duyduğumuz sözcüklerden biri haline gelen, kelime anlamı baskı, gerilim olan ‘stres’ sözcüğü tıp ve veterinerlik gibi sağlık alanlarında kullanılabildiği gibi, fizik ve mekanik gibi mühendislik dallarında da kullanılmaktadır. Tıpta ve veterinerlikte stres, canlı organizmada savunma uyandırıcı etkiler ile buna karşı oluşan savunma mekanizması ve hatta ruhsal gerilim şeklinde tanımlanırken, mühendislikte ise dış faktörlere karşı maddede meydana gelen gerilim olarak tanımlanmaktadır.

Tüm canlı organizmalar, içerisinde oldukları çevrenin etkisiyle yaşamlarına yön vermekte ve hayatlarını sürdürebilmektedir. Biyotik (biyolojik kökenli olan) ve abiyotik (biyolojik kökenli olmayan) stres etmenlerini barındıran çevre canlı yaşamını doğrudan veya dolaylı yollarla etkilemektedir. İşte bu biyotik ve abiyotik stres etmenlerinin etkisi altında bitkilerde ortaya çıkan değişimler stres olarak ifade edilmektedir (Kacar vd., 2010).

Stres bitkilerde hormonal dengesizliğe, solunum, fotosentez, besin elementi taşınımı gibi fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda gerilemeye neden olmakta dolayısıyla bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemekte, verimin ve kalitenin düşmesine sebep olmaktadır.

Her bitkinin iyi gelişme gösterebildiği (optimum) çevre koşulları vardır. Bu optimum koşulların oluşmadığı ya da olumsuz etkilendiği durumlarda bitki strese girer. Bitkisel üretimde amaç, birim alandan maksimum ürün elde edebilmektir. Bu amacı gerçekleştirmek için de bitkinin ihtiyaç duyduğu optimum koşulların sağlanması, bitki gelişiminin mümkün olduğunca stres faktörleri etkisinden uzak tutulması gerekmektedir.

Zeytinin artan ekonomik önemine bağlı olarak tuzluluk riski olan taban arazilerinin zeytin tarımına açılması, zeytin tarımında sulama ve gübreleme pratiklerinin giderek yaygınlaşması, bölgemiz ve ülkemizdeki su kaynaklarında yaşanan hızlı kirlenme ve tuzlanma, artan küresel ısınmaya bağlı olarak tarıma uygun olmayan kötü kaliteli suların tarımda kullanılması zorunluluğu gibi nedenlerle zeytin (*Olea europaea* L.) bitkisinde tuz stresine bağlı sorunlarla giderek daha sık karşılaşılmaktadır. Aydın Türkiye’de en fazla zeytin ağacına (yaklaşık 22.5 milyon adet) sahip olan ildir ve zeytinden elde edilen verim yöreye

önemli bir ekonomik katkı yapmaktadır. Bölgede en yaygın çeşit Memecik'tir. Bu çeşit, mevcut zeytinliklerin % 52'sini oluşturmaktadır. Bununla beraber Gemlik çeşidine olan ilgi de giderek artmaktadır (Tunalıoğlu ve Gökçe, 2002). Memecik çeşidinin orjini Muğla ilidir. Taşarasi, Aşiyeli, Tekir, Gülümbe, Şehir, Yağlık olarak da adlandırılır. Daha çok Güney Ege'de yaygındır. Ancak Batı Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde de yetiştirilir (Canözer, 1991). Gemlik çeşidi ise Trilye, Kaplık, Kıvrıcık, Kara adlarıyla anılmaktadır. Bursa, Tekirdağ, Kocaeli, Bilecik, Kastamonu, Zonguldak, Sinop, Samsun, Trabzon, Balıkesir, İzmir, Manisa, Aydın, İçel, Adana, Antalya, Adıyaman illerinde yetiştirilmektedir. Canözer (1991)'e göre, söz konusu çeşit Marmara Bölgesindeki ağaç varlığının % 80'ini, Türkiye genelindeki ağaç varlığının ise % 11'ini oluşturmaktadır. Gemlik çeşidi Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında sulamaya açılan ve tuzluluk riski taşıyan tarım topraklarında da giderek yayılmaktadır. Çelikle çok kolay köklendirilebilmesi bu hızlı yayılışın nedeni olarak görülmektedir. Bu çeşidin potansiyel tuzluluk riski taşıyan yöre topraklarında nasıl bir performans göstereceği ise henüz bilinmemektedir.

Glisin betain (GB) ve prolin (PRO) gibi osmoprotektanlar çevresel stres koşulları altındaki pek çok bitkide hücrel osmotik düzenlemeyi olumlu yönde etkiler (Rhodes ve Hanson, 1993). Söz konusu osmoprotektanların dışarıdan (yapraktan veya sulama suyuna karıştırılarak kökten) bitkilere verilmesi oldukça yeni bir uygulamadır ve zeytinde GB veya PRO'nun yapraktan uygulanması ile ilgili yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bitkilerin çoğunda GB ve PRO'nun doğal birikimi pek çok çevresel stres faktörüne bağlı olarak ortaya çıkan su kaybının olumsuz etkilerini giderebilecek bir seviyede değildir (Mickelbart vd., 2006). Var olan kısıtlı sayıda diğer bitkilerle yapılan çalışmalar GB ve PRO'nun dışarıdan uygulanmasının bu bileşiği düşük miktarlarda biriktiren ya da hiç biriktirmeyen kültür bitkilerinin çevresel stres faktörlerinin olumsuz etkilerini yenmesine katkısı olabileceğine işaret etmektedir.

Bu çalışmada, tuz stresine karşı GB ve PRO uygulamalarının zeytin bitkisinin gelişimi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda iki farklı zeytin (*Olea europaea* L. cv. Gemlik cv. Memecik) çeşidine kontrole ek olarak 4 farklı dozda (5- 10- 20- 40 mM) GB ve PRO 5 tekerrürlü olarak yapraklardan uygulanmıştır. Deneme 09.12.2011 – 27.04.2012 tarihleri arasında saksı denemesi şeklinde yürütülmüş, süre sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinde kimyasal ve biyokimyasal analizler yapılmıştır. Bu amaçla

yaprakların kuru madde düzeyi (%), makro besin element ( N, P, K, Ca, Mg, Na) konsantrasyonları (%) ile mikro besin element (Fe, Zn, Cu, Mn, B) konsantrasyonları ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), Cl (%) belirlenmiştir. Bunların yanı sıra biyokimyasal parametreler olarak yapraklardaki GB ( $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) ve PRO ( $\mu\text{M g}^{-1}$ ), Toplam Fenolik Bileşikler (TFB)'in düzeyi ( $\text{mg gallik asit g}^{-1}$ ) ile DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) Süpürme Aktivitesi ( $\text{IC}_{50}$ ) ve İndirgeme Gücü (İG) (%) belirlenmiştir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Bitkilerde Tuz Stresinin Etkileri

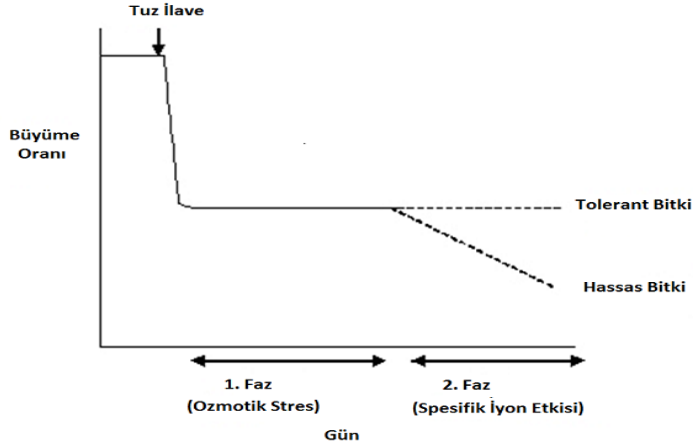
Bitkiler tuzlu koşullar altında iki farklı yol ile strese girerler. Bunlardan ilki kök bölgesinde biriken iyonların kök gelişimi bölgesindeki ozmotik basıncı yükseltmesi sonucunda su stresinin başlaması ile, diğeri ise ortamda bulunan yüksek konsantrasyonlu iyonların etkisi ile ortaya çıkar (Hale ve Orcutt, 1987). Bitki kök bölgesinde artan ozmotik basınç bitkinin topraktan su almasını engelleyerek zaman içerisinde solmasına ve sonunda ölümüne yol açar. Öte yandan tuzluluğa sebep olan iyonların bitkiler tarafından toksik düzeylerde alınması bitkinin metabolizmasında bir takım değişikliklere sebep olarak, bitki gelişimini engeller. İyonların bu yolla bitkilerde yarattığı tuz stresi “iyon stresi” veya “iyon özel etkisi” olarak tanımlanır.

Levitt (1980), iyon stresinin tuz stresinden farklı değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Buna göre su potansiyeli 0.05-0.1 MPa'dan düşük olacak şekilde tuz konsantrasyonu yüksek ise bitkinin tuz stresinde olduğunu, değilse iyon stresinin söz konusu olduğunu belirtmiştir.

Bitkilerin tuzluluğa karşı toleransları farklıdır. Tuza karşı en hassas tahıl çeltik (*Oryza sativa*) iken en dayanıklı tahıl arpa (*Hordeum vulgare*) orta derecede dayanıklı tahıl ise ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum*)'dır (Munns ve Tester, 2008).

Tuz stresi bitki köklerinde iki fazda gözlemlenir. Bu fazlar : “Ozmotik faz” ve “İyonik faz” olarak tanımlanır. Ozmotik faz kök bölgesinde tuz konsantrasyonunun artması ile başlar ve kök gelişimini önemli ölçüde azaltır. Bir süre bu seviyede gelişimini devam ettirmeye çalışan bitki, iyonik faza geçer ve sonuçta kök gelişimini durdurur (Munns ve Tester, 2008).





Şekil 2.1. Bitkilerde tuz stresinin iki aşamalı tepkisi (Munns ve Tester, 2008).

Toprak tuzluluğunun en yaygın etkisi gelişimi engelleyen  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının ortamda bulunmasıdır.  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonları bitkilerde toksik düzeylerde biriktiğinde bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Tester ve Davenport, 2003).

Munns ve Tester (2008), bitkilerin tuz stresine karşı tepkilerinin iki aşamalı gerçekleştiğini belirtmiştir. Buna göre ilk önce bitkide ozmotik stresin etkisi görülmekte ve bitki kök gelişimi yavaşlamaktadır. Artan tuzluluk düzeyi ile yapraklarda biriken  $\text{Na}^+$ , iyon stresini başlatmakta, yaşlı yaprakların ölümüne yol açmaktadır.  $\text{Na}^+$  iyon etkisi bitkide ozmotik stresin etkisine kıyasla daha yavaş gerçekleşmektedir.

Çizelge 2.1. Bitkilerde tuzluluğun etkisi (Munns ve Tester, 2008).

Stresin Etkisi	Ozmotik Stres	İyon Stresi ( $\text{Na}^+$ kaynaklı)
Ortaya çıkma hızı	Hızlı	Yavaş
İlk olarak görüldüğü yer	Yeni kök gelişiminde azalma	Yaşlı yapraklarda zararlanma

Tuz stresi değişik parametreler üzerine etkili olmak suretiyle fotosentez üzerine olumsuz etki yapar. Yaprakların iç hücrelerinde CO<sub>2</sub> basıncı düşerken, stomaların geçirgenliklerinde olduğu gibi klorofil kapsamında da azalma olur. Kloroplastların içyapılarında değişiklikler oluşurken, fotokimyasal tepkimeler ve karboksilasyon tepkimeleri azalır, dokulardaki çözünebilir şeker miktarı artar. Tuz stresi sonucu bitkilerin yapraklarında absisik asit birikmesinin, stomaların kapanmasına ve fotosentezin azalmasına neden olduğu saptanmıştır. Yapraklarda çözünebilir şeker miktarının artması bitkilerde bodur büyümeyle bağlı olarak floem iletim borularında taşınan organik madde miktarının azalmasıyla açıklanmıştır (Kacar vd., 2010).

Stresten kaçınma yolları:

- Bitki gelişimi ve boyutu: Bitki boyutu, stres etkisi altında su kullanım kontrolünü sağlayan yaprak alanı veya yaprak alan indeksi ile ilgili bir terimdir. Su kullanımını sınırlandırıldığında genelde bitki boyutunun küçülerek ya da yaprak alanı azaltılarak düşük de olsa verimliliğin devamının sağlanması bitkinin stresten korunmasını sağlayan bir durum oluşturmaktadır. Botanikçiler bitki boyunu küçülten, küçük yaprak oluşturan bu bitkileri kurak iklimlerin tipik ekotipleri olarak tanımlamışlardır. Bu tür bitkiler kuraklığa iyi dayansa da büyüme oranı ve biyokütleleri nispeten düşüktür.
- Kök: Bitkide suyun kontrol edildiği en önemli nokta köklerdir. Bu konuda kök uzunluğu ve kök yoğunluğu bitkinin suyu almasında önemli etkenlerdir.
- Ozmotik düzenleme: Su noksanlığında hücrede çeşitli çözünmüş maddeler birikerek ozmotik potansiyel düşürür. Ozmotik düzenleme çeşitli iyonlar, şekerler, amino asitler gibi çözünmüş maddelerin birikimiyle artan hücresel ozmotik potansiyelin etkisiyle hücresel su açığı belli bir eşik değeri aştığında meydana gelir. Ozmotik düzenleme kuraklık stresine adaptasyonda önemli bileşenlerden birisidir. Yaprak su potansiyeli, hücresel turgorun sürdürülmesine yardımcı olur ve böylece solma gecikir.

Tabatabaei (2006) üç farklı zeytin çeşidinde NaCl uygulamak suretiyle oluşturduğu stres koşullarında, tuzluluğun fotosentez ve iyon değişimleri üzerine

etkisini incelemiştir. Araştırma bulguları fotosentez ve transpirasyon olayının tüm çeşitlerde azaldığını, artan tuzluluk ile nitrat redüktaz enzimi, toplam N ve nitrat alımında azalma olduğunu göstermektedir. Kök bölgesindeki tuzluluk yapraklarda K/Na oranında önemli derecede azalmaya da sebep olmuştur. Bu veriler doğrultusunda araştırmacı tuzluluğun zeytinde çeşitler arasında farklılık göstermesine rağmen çeşitlerin tümünü olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur. Benzer bir çalışmada Chartzoulakis (2005)  $Ca^{2+}$ 'un kök hücrelerinde plazma membran bütünlüğü üzerine  $Na^{+}$ 'un toksik etkilerinin sınırlandırılmasında önemli rol oynadığını, ayrıca tuzluluğun meyve ağırlığı, yağ içeriği, doymuş/doymamış yağ asitlerini azaltırken toplam fenolik madde içeriğini etkilemediğini ortaya koymuştur.

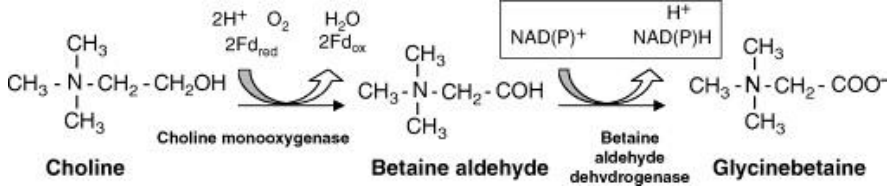
Kchaou vd. (2010) beş farklı zeytin çeşidi üzerine NaCl ile oluşturulmuş tuzluluğun etkilerini değerlendirdikleri çalışma sonucunda, tuzluluğun her çeşitte farklı düzeylerde etkili olduğunu, tüm çeşitlerde köklerde  $Na^{+}$  ve  $Cl^{-}$  birikiminin yaprak ve sürgünlerden fazla olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca yapraklardaki dökülmenin bu iyonların birikimini engellemek üzere geliştirilmiş bir mekanizma olduğunu belirtmişlerdir.

## **2.2. Osmoprotektanların Tuz Stresi Altındaki Bitkilere Etkisi**

### **2.2.1. Glisin Betain'in Etkisi**

Kuarternler amonyum bileşiklerinden olan glisin betain (GB) bakterilerde, çeşitli deniz canlılarında, bitkilerde ve memelilerde bulunmaktadır (Rhodes ve Hanson, 1993; Chen ve Murata, 2002; Takabe vd., 2006; Chen ve Murata, 2008). Bazı bitkiler normal koşullar altında düşük seviyelerde GB biriktirirken, stres koşullarıyla karşılaştıklarında daha yüksek miktarlarda GB sentezleyerek bünyelerinde biriktirebilirler. Şeker pancarı (*Beta vulgaris*), ıspanak (*Spinacia oleracea*), arpa (*Hordeum vulgare*), buğday (*Triticum aestivum*) ve sorghum (*Sorghum bicolor*) gibi bitkiler GB biriktiren bitkiler olarak tanımlanır (Weimberg vd., 1984; Fallon ve Philips, 1989; McCue ve Hanson, 1990; Rhodes ve Hanson, 1993; Yang vd., 2003). Bazı bitkiler ise normal koşullarda ve stres altında GB biriktiremezler. Çeltik (*Oryza sativa*), hardal (*Brassica spp.*) ve tütün (*Nicotiana tabacum*) GB biriktirmeyen bitkiler olarak tanımlanır (Chen ve Murata, 2011; Rhodes ve Hanson, 1993).

Bitkilerde GB biyosentezi 2 aşamalı oksidasyon ile gerçekleşir (Chen ve Murata, 2002; Ashraf ve Foolad, 2007). İlki cholin oksidasyonu olup betain aldehit cholin monooksijenaz enzimi etkinliğinde gerçekleşmektedir. Daha sonra betain aldehit dehidrogenaz enzimi eşliğinde gerçekleşen oksidasyon ile GB'ye dönüştürülür (Chen ve Murata, 2002; Takabe vd., 2006; Ashraf ve Foolad, 2007).



Şekil 2.2. Bitkilerde GB sentez mekanizması (Ashraf ve Foolad, 2007).

Zhao vd. (2007) buğday fidelerine sprey şeklinde yaptıkları 100 mM GB uygulaması sonucunda kuraklık stresi sonrasında tilakoit membranlarının lipit kompozisyonunu ve orada görev alan enzimlerin stabilitesini iyileştirdiğini; klorofil içeriğini ve stoma iletkenliğini olumlu yönde etkilediğini ve tüm bunların bitkilerin kuraklık stresi altında fotosentez kapasitesini arttırdığını bildirmişlerdir.

Tuz stresi altında yetiştirilen iki kırmızı pancar çeşidinde, GB birikiminin tuzlu koşullar altında arttığı ve bu birikimin her iki çeşitte de dokulardaki  $\text{Na}^+$  seviyelerinin daha yüksek olmasıyla bağlantılı olduğu Subbarao vd. (2001) tarafından bildirilmiştir.

Lopez vd. (2002) farklı seviyelerdeki tuz stresi (0, 30, 50 ve 100 mM NaCl) altında yetiştirilen barbunya fasulyesi fidelerine yapraktan sprey şeklinde uygulanan GB'nin (0, 10 ve 30 mM) etkilerini inceledikleri çalışmalarında, tuz stresinin 30, 50 ve 100 mM seviyelerine arttırılmasının kontrol uygulamasına göre stoma iletkenliği, fotosentez oranı, terleme ve yaprağın göreceli su içeriğini azalttığını belirlemişlerdir. GB düşük konsantrasyonda (10 mM) uygulandığında 50 mM NaCl koşullarında stoma iletkenliğini arttırdığını ve yaprak mutlak su içeriği üzerine tuzun negatif etkilerini önemli miktarlarda düzelttiğini fakat yüksek GB konsantrasyonunun (30 mM) tuzun neden olduğu ozmotik stresi arttırarak bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, tuza hassas bitkilerde GB uygulamasının belli seviyelerdeki tuz stresinin etkilerini azaltmada etkili olduğunu ve ayrıca bu çalışmada barbunya fasulyesine uygulanan farklı konsantrasyonların farklı etkiler gösterdiğini; bu nedenle tuza hassas türlerde

etkili GB konsantrasyonunun her tür için ayrıca belirlenmesi gerektiğini bildirmektedirler.

Yang ve Lu (2005) yaptıkları bir çalışmada 50 ve 100 mM tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkilerinde kök bölgesine 10 mM konsantrasyonunda uygulanan GB'nin büyüme, yaprak nispi su içeriği, fotosentetik gaz değişimi ve Fotosistem II fotokimyası üzerine etkilerini incelemiş, tuz stresi koşullarında yetiştirilen bitkilerde büyüme ve nispi yaprak su içeriği kadar net fotosentez hızı, stoma iletkenliği, evaporasyon oranı ve su kullanım etkinliğinin açık bir şekilde olumsuz yönde etkilendiğini, verim düşüklüğüne neden olduğunu belirlemişlerdir. Fakat tuz stresi altındaki bitkilere yapılan GB uygulamalarının, büyümeyi, göreceli yaprak su içeriğini, net fotosentezi, stoma iletkenliğini ve su kullanım etkinliğini olumlu yönde etkilediğini tespit etmişlerdir.

Cha-um vd. (2006), tuz stresi (342 mM NaCl) koşullarında yetiştirilen çeltik fidelerinde farklı konsantrasyonlarda yapılan GB (2, 4 ve 6 mM) ve cholin (10, 20 ve 30 mM) uygulamalarının su ilişkileri, fotosentetik yeterlilik ve büyüme üzerine etkilerini araştırmışlardır. GB ve cholin uygulamaları sonucunda stres altında GB birikimi artmış ve bu da su kullanım etkinliğini arttırmıştır. Ayrıca, GB ve cholin uygulanmış bitkilerde fotosentetik pigmentlerin stres sonucu parçalanması engellenmiş ve bitkiler kontrol bitkilerine kıyasla daha yüksek fotosentez hızına sahip olmuştur.

Tuz stresine maruz kalmış buğday bitkilerine yapraktan uygulanan 100 mM GB sonrası da bitkilerde  $\text{Na}^+$  birikiminin kontrol bitkilerine göre azaldığı buna karşılık  $\text{K}^+$  ve  $\text{Ca}^{2+}$  birikiminin arttığı ve bunun da daha yüksek  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  ve  $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$  oranlarına neden olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, GB uygulanmış bitkilerde antioksidan enzim aktivitesi teşvik edilmiş ve tüm bunlar tuz stresine karşı toleransı beraberinde getirmiştir (Raza vd., 2007).

Chen vd. (2009) tuz stresi (120 mM NaCl) koşullarında yetiştirilen domates fidelerinin kök bölgesine yapılan 5 mM GB uygulaması sonucunda kontrol bitkilerine kıyasla bitki içerisinde altı farklı stres proteinin üretildiğini ve bu proteinlerin GB sonrası kazanılan tuza toleransa neden olduklarını vurgulamışlardır.

Denaxa vd. (2012) kuraklık stresine maruz kalan zeytin bitkisinde kaolin kili ve GB uygulamalarının fotosentez ve yaprak alan indeksi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, kuraklığın yaprak dokusunda artışla beraber, nispi nem içeriğinde ve yaprakların gerçek su içeriğinde azalmaya yol açtığını belirlemişlerdir. Bununla beraber kuraklık stresi koşullarında karbon asimilasyon oranı, stoma iletkenliği ve içsel su kullanım etkinliği önemli ölçüde azalmış, hücreler arası CO<sub>2</sub> miktarının arttığı tespit edilmiştir. Kaolin ve GB uygulamalarının ise kontrole göre CO<sub>2</sub> asimilasyonunu arttırdığı, araştırma sonuçlarına dayanarak bunların dışarıdan uygulanmasının kuraklık stresinin olumsuz etkilerini gidermede önemli rol alabileceği sonucuna varmışlardır.

### 2.2.2. Prolin'in Etkisi

Stewart ve Lee (1974), deli otunda (*Triglochin maritima* L.) yaptıkları çalışmada, tuzsuz koşullar altında yetişen bitkinin PRO seviyesinin düşük olduğunu ve tuzluluğun artması ile birlikte PRO düzeyinin arttığını belirtmektedirler. Bitkinin PRO biriktirme kapasitesinin tuza tolerans düzeyi ile ilgili olduğunu saptamışlardır. Ayrıca PRO'nun ana fonksiyonunun hücrenin ozmotik dengesinin korunması olduğunu rapor etmişlerdir.

Martinez vd. (1996a), *in vitro* koşullarında düşük sıcaklığa karşı farklı dayanıklılık gösteren patates türlerinde PRO birikimi ve tuza tolerans düzeyini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada dört farklı patates türü (*Solanum andigena*, *Solanum curtilobum*, *Solanum juzepczukii* ve *Solanum tuberosum*) kullanmışlar ve her patates türünün tuz stresine karşı farklı tepkiler gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Sonuç olarak patates türlerinde tuza dayanıklılık yapraktaki PRO kapsamı ile ilişkilendirilmiş ve PRO kapsamı ile bitki parçacıklarının yaşamı ve gelişmesi arasında yakın bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tuz stresine karşı patatesin toleransını artırmak için PRO birikiminin biyokimyasal bir işaret olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Yürekli vd. (1996), 25 gün kontrollü koşullarda yetiştirilen ayçiçeği bitkisinde farklı tuz konsantrasyonlarında (0, 50, 100 ve 150 mM) ve zamana (24, 48 ve 72 saat) bağlı olarak yapraklarında PRO birikiminin incelendiği çalışmada, artan tuz konsantrasyonuna ve zamana bağlı olarak yaprak dokusunda PRO miktarının önemli derecede arttığını bildirmişlerdir.

Heuer (2003), domates bitkisinde tuzun olumsuz etkilerini gidermek için PRO ve GB uygulaması, 5 haftada istenilen tuz konsantrasyonlarına çıkıldıktan sonra 3 hafta daha bitki takip edilmiştir. Bu uygulamanın en büyük etkisinin bitkide  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  birikiminin azalması olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın büyümede ciddi bir engelleme olduğu ve bunun da GB ile PRO'nun toksik etkisine bağlı olduğunu belirtmiştir.

Özcan vd. (2000), tarafından Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde yürütülen saksı çalışmasında, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen 3 nohut çeşidinin (Canitez-87, ILC-195/2, Damla) tuz stresinde gelişimi ile PRO, Na, P, Cl ve K konsantrasyonlarındaki değişimler araştırılmıştır. Bu amaçla toprağa  $68 \text{ mmol kg}^{-1}$  NaCl ilave edilmiştir. Çeşitler karşılaştırıldığında Damla çeşidi, Canitez-87 ve ILC- 195/2 çeşitlerine göre tuzdan daha az etkilenmiş olup, Na ve Cl konsantrasyonları da diğer çeşitlere göre daha düşük bulunmuştur. Tuz stresi altındaki çeşitlerde PRO, Na, Cl ve P konsantrasyonlarının arttığı, K konsantrasyonunun ise azaldığı ortaya konmuştur.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Bitki Materyali

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'ne ait serada Aralık 2011-Nisan 2012 tarihleri arasında yürütülen denemede bitki materyali olarak ticari bir üretim yerinden satın alınan yerli çeşitlere (cv. Gemlik, cv. Memecik) ait bir yaşındaki zeytin fidanları (*Olea europaea* L.) kullanılmıştır. Gemlik ve Memecik çeşitlerine ait görünüm Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de, ilgili çeşitlere ait genel bilgiler ise Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan Gemlik zeytin çeşidine ait genel görünüm



Şekil 3.2. Denemede kullanılan Memecik zeytin çeşidine ait genel görünüm



Çizelge 3.1. Gemlik zeytin çeşidine ait bazı özellikler (Canözer, 1991).

Adı ve Sinonimleri	Gemlik, Trilye, Kaplık, Kıvırcık, Kara
Orjini	Kocaeli ilinin Gemlik İlçesi
Coğrafi Dağılımı	Bursa, Tekirdağ, Kocaeli, Bilecik, Kastamonu, Zonguldak, Sinop, Samsun, Trabzon, Balıkesir, İzmir, Manisa, Aydın, İçel, Adana, Antalya, Adıyaman illerinde yetiştirilmekte ve oldukça geniş bir coğrafi dağılım göstermektedir.
Ağaç Morfolojisi	
Kuvveti	Orta kuvvettedir.
Habitusu	Genellikle orta büyüklükte, düzgün yuvarlak bir taç oluşturur.
Taç Yoğunluğu	Dallanma durumu iyi ve dallar iyi giyimlidir.
Dalların Rengi	Yeşil-gri renkte ve boğum araları kısadır.
Dalların Açık Durumu	Ana dallar dik açılı, genç dallar geniş açılıdır. Etek dallar ağaca sarkık bir görünüm vermektedir.
Gövde Rengi	Gri- yeşil
Gövde Yüzeyinin Durumu	Gövde üzerinde yumru oluşumları ve oluk şeklinde girintiler bulunur. Kabuk genellikle düzgündür.
Yaprak Morfolojisi	
Şekli	Kısa-geniş eliptik
Sap Rengi	Gri-yeşil
Ortalama Boy	50.68 mm
Meyve	
Büyüklüğü	Orta
Şekli	Yuvarlağa yakın, silindirik
Ağırlığı (100 Meyve)	372.80 g
Hacmi (100 Meyve)	370 cm <sup>3</sup>
% Et Oranı	85.86
% Yağ Oranı	29.98
Çekirdek	
Ağırlığı (100 Çekirdek)	52.70 g
Hacmi (100 Çekirdek)	50 cm <sup>3</sup>
% Çekirdek	14.14
Fizyolojik Özellikler	
Gelişme Kuvveti	Orta kuvvette
Periyodisite Durumu	İyi bakım şartlarında düzenli ürün verir.
Çiçeklenme Dönemi	12 Mayıs- 9 Haziran
Döllenme Durumu	Kısmen kendine verimlidir. Ayvalık, Çakır, Erkence çeşitleri Gemlik için baba olarak önerilebilir.

Çizelge 3.2. Memecik zeytin çeşidine ait bazı özellikler (Canözer, 1991).

Adı ve Sinonimleri	Taş arası, Aşyeli, Tekir, Gülümbe, Şehir, Yağlık
Orjini	Muğla ili
Coğrafi Dağılımı	İzmir, Aydın, Manisa, Denizli, Muğla, Antalya, Sinop, Kahramanmaraş, Kastamonu' ya kadar uzanan geniş bir coğrafi dağılıma sahiptir.
Ağaç Morfolojisi	
Kuvveti	İyi bakım şartlarında kuvvetli gelişir
Habitusu	Toplu, yuvarlak taç teşkil eder. Sarkık gelişen yan dallar taca yayvan bir görünüm kazandırır
Taç Yoğunluğu	Yaprak oluşumu yoğun olup iyi giyimli bir çeşittir.
Dalların Rengi	İki veya daha yaşlı dallar gri renkli genç dallar ise gri- yeşil renklidir.
Dalların Açık Durumu	Yaşlı dallar dik açılı, özellikle etek kısmındaki genç dallar ise geniş açılı
Gövde Rengi	Genç ağaçlarda gri renkli olup, ağaç yaşlandıkça koyu gri tona dönüşür.
Gövde Yüzeyinin Durumu	Genç ağaçlarda düzgün olan gövde kabuğu ağaç yaşlandıkça pürüzlü bir görünüm kazanır.
Yaprak Morfolojisi	
Şekli	Orta uzun, orta geniş eliptik
Sap Rengi	Tüysüz gri- yeşil
Ortalama Boy	53.70 mm
Meyve	
Büyüklüğü	İri
Şekli	Oval
Ağırlığı (100 Meyve)	478.00 g
Hacmi (100 Meyve)	465.60 cm <sup>3</sup>
% Et Oranı	88.28
% Yağ Oranı	24.50
Çekirdek	
Ağırlığı (100 Çekirdek)	56.00 g
Hacmi (100 Çekirdek)	52 cm <sup>3</sup>
% Çekirdek	11.72
Fizyolojik Özellikler	
Gelişme Kuvveti	İyi bakım şartlarında kuvvetli gelişir.
Periyodisite Durumu	Genellikle kuvvetli periyodisite gösterir.
Çiçeklenme Dönemi	16 Mayıs- 6 Haziran
Döllenme Durumu	Yapılan bir araştırma sonucunda kısmen kendine verimli olduğu, fakat ayvalık, çakır, gemlik, erkence ve memeli çeşitlerinin Memecik için baba olarak kullanılabilmesi tespit edilmiştir.

### 3.1.2. Yetiştirme Ortamı

Yetiştirme ortamı olarak 1:1:1:1 oranında torf (Stender marka), vermikulit (Agregal marka), tuf ve perlit kullanılarak hazırlanan karışım kullanılmıştır. Dikim yapılan saksıların hacmi 15 L'dir.

### 3.1.3. Besin ve Tuz Çözeltisi

Bitkilerin gübrenmesi amacıyla % 0.3'lük konsantrasyonda hazırlanan Gübretaş'ın sıvı 3-5-8 gübresi kullanılmıştır. Bu çözeltinin EC'si 2 dS m<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. 8 dS m<sup>-1</sup> tuz konsantrasyonu elde etmek için EC'si 2 dS m<sup>-1</sup> olan 100 L gübre çözeltisine 350.4 g NaCl ilave edilmiştir.

### 3.1.4. Osmoprotektan Maddeler

Prolin uygulaması için Sigma marka P5607 kodlu, molekül formülü C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>NO<sub>2</sub>, molekül ağırlığı 115.13 g mol<sup>-1</sup> olan saf kimyasal kullanılmıştır.

Glisin betain uygulaması için Sigma marka B2926 kodlu, molekül formülü C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>2</sub>, molekül formülü 117.15 g mol<sup>-1</sup> olan saf kimyasal kullanılmıştır.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Denemenin Planlanması

Deneme "Tesadüf Blokları Deneme Deseni"ne göre 2 farklı zeytin çeşidi (cv. Memecik ve cv. Gemlik) ile 2 farklı osmoprotektanın (GB ve PRO) kontrol uygulamasına ek olarak 4 farklı uygulama dozu (5 mM, 10 mM, 20 mM, 40 mM) dikkate alınarak planlanmıştır. Deneme 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme alanına ait örnek görüntüler Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te görülmektedir.



Şekil 3.3. Deneme alanına ait örnek görünüm (1)



Şekil 3.4. Deneme alanına ait örnek görünüm (2)

### 3.2.2 Bitki Yetiştirme Ortamının Hazırlanması ve Fidanların Saksılara Aktarılması

Denemede kullanılan topraksız yetiştirme ortamı 4 farklı materyalin hacimsel olarak eşit oranlarda karıştırılması ile hazırlanmıştır. Kullanılan torf, vermikulit, perlit ve tuf ticari firmalardan satın alınmıştır. Oluşturulan harç 15 L hacme sahip plastik saksılara eşit miktarlarda doldurulmuş ve fidanlar 09.12.2011 tarihinde saksılara aktarılmıştır. Yetiştirme ortamının hazırlanması Şekil 3.5’de görülmektedir.

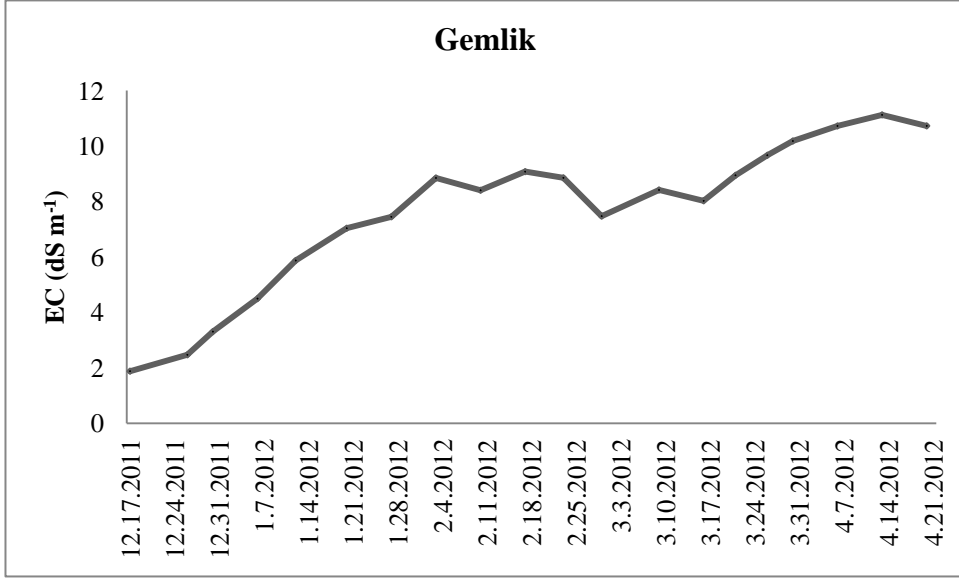


Şekil 3.5. Denemede kullanılan yetiştirme ortamının hazırlanışı

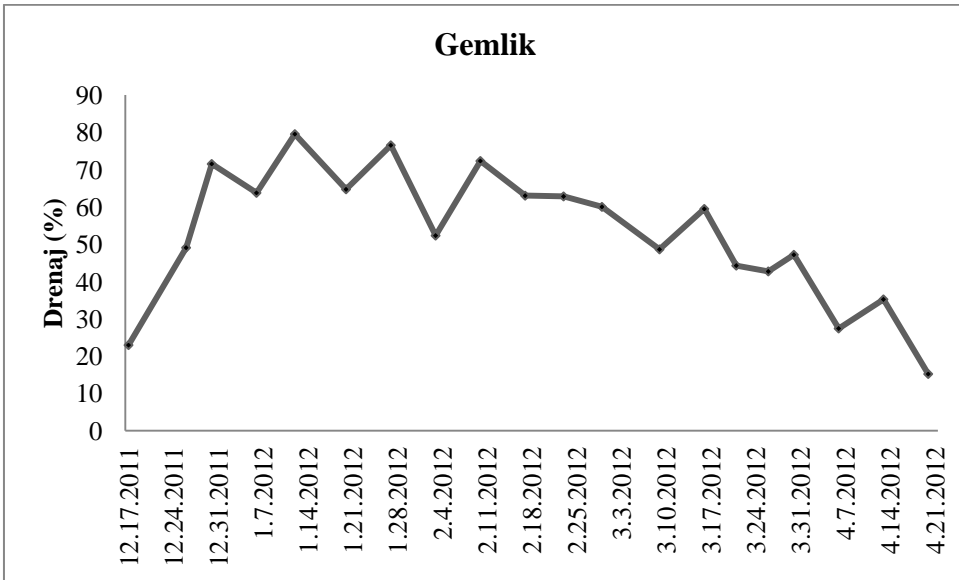
### 3.2.3. Tuz Çözeltisinin Bitkilere Uygulanması

Fidanların 09.12.2011 tarihinde saksılara aktarılmasından sonra 17.12.2011 tarihine kadar EC’si yaklaşık  $1.05 \text{ dS m}^{-1}$  olan çeşme suyu ile sulama yapılarak bitkilerin aktarıldıkları ortama uyum sağlaması için beklenmiştir. 17.12.2011 tarihinde temel gübreleme yapmak için hazırlanan % 0.3’lük gübre çözeltisi ( $EC \text{ 2 dS m}^{-1}$ ) bitkilere uygulanmıştır. Bir sonraki sulama içine 116.8 g NaCl eklenerek EC’si  $4 \text{ dS m}^{-1}$  düzeyine çıkarılan besin çözeltisi verilerek yapılmıştır. Her sulama zamanında besin çözeltisi içerisine artan miktarlarda NaCl ilave edilerek 5 uygulama sonunda 03.02.2012 tarihinde saksılardan drene olan suyun EC’si  $8 \text{ dS m}^{-1}$  düzeyine çıkarılmıştır. Daha sonra drenaj suyunun EC değişimleri sürekli takip edilerek  $8 \text{ dS m}^{-1}$  düzeyinin altına inmemesi sağlanmıştır. Deneme süresince saksa başına 2 L ve haftada bir defa olmak üzere toplam 20 tuz çözeltisi uygulaması (NaCl ilave edilmiş % 0.3’lük besin çözeltisi ile) yapılmıştır. Deneme süresince

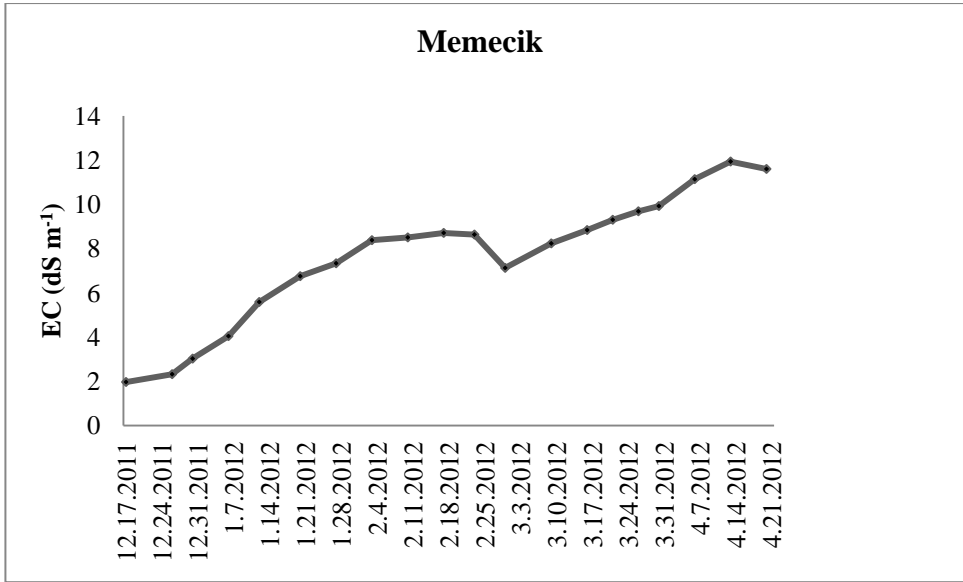
saksılardan elde edilen drenaj suyunun hacminin, saksılara uygulanan gübre çözeltisinin hacmine oranı ortalama % 52 olmuştur.



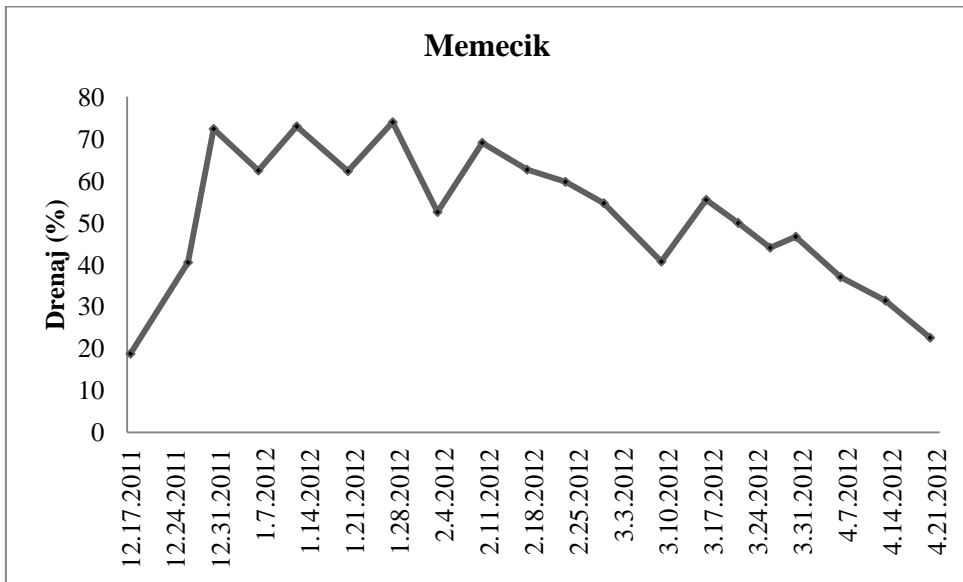
Şekil 3.6. Gemlik zeytin çeşidinde saksılardan elde edilen drenaj suyunun EC'sinin zamana göre değişimi



Şekil 3.7. Gemlik zeytin çeşidinde saksılardan elde edilen drenaj suyunun hacminin zamana göre değişimi



Şekil 3.8. Memecik zeytin çeşidinde saksılardan elde edilen drenaj suyunun EC'sinin zamana göre değişimi



Şekil 3.9. Memecik zeytin çeşidinde saksılardan elde edilen drenaj suyunun hacminin zamana göre değişimi

### 3.2.4. Bitkilere Yaprakdan GB ve PRO Uygulanması

Saksılardan drene olan suyun EC'si  $8 \text{ dS m}^{-1}$  düzeyine ulaştıktan 21 gün sonra 24.02.2012 tarihinde GB ve PRO uygulamalarına başlanmıştır. Her osmoprotektan madde için hazırlanan 5-10-20-40 mM konsantrasyonlarındaki uygulama dozları bitkilere uygulanmıştır. Bu amaçla her 10 bitki için toplam 2 L çözelti kullanılmıştır. Kontrol uygulaması olarak saf su kullanılmıştır. Uygulamalar 10 gün arayla 6 defa tekrarlanmış, son uygulama 12.04.2012 tarihinde yapılmıştır. Uygulama Şekil 3.10 ve Şekil 3.11'de görülmektedir.



Şekil 3.10. Osmoprotektan uygulamasına ait görünüm (1)



Şekil 3.11. Osmoprotektan uygulamasına ait görünüm (2)



### **3.2.5. Yaprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazır Hale Getirilmesi**

Bitkiler GB ve PRO uygulamalarının sonlandırılmasından 15 gün sonra 27.04.2012 tarihinde büyüme uçlarından itibaren 4, 5 ve 6. yaprak çiftleri alınacak şekilde hasat edilmiş, yapraklar laboratuvarında 1 kez çeşme suyu ve 2 kez saf su ile yıkanarak etüvde 70°C de 72 saat süre ile kurutulmuştur.

### **3.3. Yapılan Analizler**

#### **3.3.1. Kuru Madde (%)**

Yaş ve kuru ağırlıkları alınan yaprak örneklerinde % olarak hesaplanmıştır (Kacar ve İnal, 2008).

#### **3.3.2. Yaprak Örneklerinin Kimyasal Analizlere Hazırlanması**

Kurutulan yaprak örnekleri bitki öğütücüsü (IKA A-11 Basic) ile öğütülmüş ve plastik poşetler içerisine konularak kimyasal ve biyokimyasal analizlerde kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Öğütülmüş 0.25 g yaprak örnekleri alınarak 150 ml'lik erlenmayerlere konmuş ve üzerlerine nitrik-perklorik asit ( $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$ ) (4/1, v/v) karışımı eklenerek çeker ocak içinde 800-1000°C sıcaklıkta yaklaşık 1 ml'lik ekstrakt kalana kadar yakılmıştır. Soğuması beklenen erlenmayerlerdeki ekstraktlar kaynama derecesindeki saf su ile 5-6 kez yıkanmış ve mavi bantlı filtre kağıtları ile 10 ml'lik balon jodelere süzümüştür. Süzüklerin son hacmi saf su ile 100 ml' ye tamamlanmıştır (Kacar ve İnal, 2008). Elde edilen süzüklerde P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu, Mn elementleri belirlenmiştir.

#### **3.3.3. Toplam Azot İçeriğinin Belirlenmesi**

Yaprak örneklerinin toplam N içeriği modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Bu amaçla 0.25 g örnek yaş yakma ünitesinde (Velp Scientifica, DK20) yakılmış ve destilasyon ünitesinde (Velp Scientifica, UDK 126A) destile edilmiştir. Elde edilen ekstrakt 0.1 N HCl ile pembe renk alana kadar titre edilmiştir. Sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

### **3.3.4. Fosfor İçeriğinin Belirlenmesi**

Yaş yakma uygulanarak analize hazır hale getirilen örneklerde P, vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemine göre spektrofotometre cihazında (UV-160 A Shimadzu) belirlenmiştir. Sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

### **3.3.5. Değişebilir Sodyum, Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum İçeriğinin Belirlenmesi**

Yaş yakma uygulanarak analize hazır hale getirilen örneklerdeki Na, K ve Ca içeriği flame fotometre cihazında (Jenway PFP7), Mg içeriği ise atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazında (Varian SpetrAA 220FS) belirlenmiştir. Sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

### **3.3.6. Demir, inko, Mangan ve Bakır İçeriğinin Belirlenmesi**

Yaş yakma uygulanarak analize hazır hale getirilen örneklerin Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazında (Varian SpetrAA 220FS) belirlenmiştir. Sonuçlar mg kg<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

### **3.3.7. Bor İçeriğinin Belirlenmesi**

Bor içeriğinin belirlenmesinde kuru yakma yöntemi uygulanmıştır. Örnekler 550°C de kül haline getirilmiş, daha sonra azometin-H ile oluşturduğu kompleksteki renk intensitesi spektrofotometre cihazında (UV-160A Shimadzu) ölçülmüştür. Sonuçlar mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Wolf, 1974).

### **3.3.8. Klor İçeriğinin Belirlenmesi**

Tüplere alınan 0.1 g öğütülmüş yaprak örneği üzerine 10 ml saf su eklenerek 2 saat çalkalanmıştır. 1 gece buzdolabında bekletilen örneklerde Cl konsantrasyonları klorimetre (Jenway PCLM3, Staffordshire, UK) kullanılarak belirlenmiş, sonuçlar % olarak hesaplanmıştır (Brown ve Jackson, 1955).

### **3.3.9. Toplam Fenolik Bileşikler, DPPH Süpürme Aktivitesi ve İndirgeme Gücü Analizleri İçin Hazırlık**

Öğütülmüş yaprak örneklerinden tartılarak 10 ml çözücüde 3 saat yatay çalkalayıcıda (Heidolph Promax 2020, Achwabacch, Germany) çalkalanmış ve

süzülerek çözgenlerinden uzaklaştırılmıştır. Bu amaçla su ve metanol kullanılmıştır. Çözgenleri uçurulan örneklerden 1 g ml<sup>-1</sup> konsantrasyonlu su ve metanol ekstraktları hazırlanmış, bu ekstraktlarda Toplam Fenolik Bileşikler (TFB), DPPH süpürme aktivitesi ve İndirgeme Gücü (İG) belirlenmiştir.

### 3.3.10. Yaprak Örneklerinde PRO İçeriklerinin Belirlenmesi

Prolin, Bates (1973)'e göre belirlenmiştir. Öğütülmüş 0.5 g yaprak örneği alınarak % 3'lük (w/v) sülfosalisilik asit (Merck, M800691) içerisinde homojenize edildikten sonra filtre kağıdından süzülmüştür. Bu süzülere ninhidrin (Merck, M106762), ortofosforik asit (Merck, M100565) ve glacial asetik asit (Merck, M100056) eklenmiş ve karışım su banyosunda 100°C de 1 saat reaksiyona tabi tutulmuştur. Daha sonra reaksiyon buz banyosu ile durdurulmuştur. Karışım toluene (Merck, M108323) ile aspire edilmiş, vortekslenmiş ve 520 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Shimadzu UV- 1600A) absorbans okuması yapılmıştır. Prolin konsantrasyonu kalibrasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmış, PRO içeriği µM g<sup>-1</sup> olarak verilmiştir.

### 3.3.11. Yaprak Örneklerinde GB İçeriklerinin Belirlenmesi

Yaprakların GB içeriği Grieve ve Grattan, (1983)'a göre belirlenmiştir. Yaprak örnekleri 1:1 oranında 2 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile ekstrakte edildikten sonra 0.5 ml örnek alınarak 1 saat buzlu suda bekletilmiştir. Üzerine 0.2 ml soğuk KI-I<sub>2</sub> (Potasyum iyodür- İyodür karışımı) eklenerek 16 saat 0-4°C de bekletilmiştir. Süre sonunda 15 dk santrifüj edilerek dibe çöken periodid kristalleri 9 ml 1,2 dikloroetan ile çözdürülerek elde edilen ekstraktan 2.5 saat sonra 365 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Shimadzu UV- 1600A) absorbans okuması yapılmış, GB içeriği µg ml<sup>-1</sup> olarak verilmiştir.

### 3.3.12. Yaprak Örneklerindeki TFB Birikiminin Belirlenmesi

TFB içeriği Folin Ciocalteu metoduna göre belirlenmiştir (Singleton vd., 1999). Su ve metanol ekstraktlarından ayrı ayrı 0.3 ml filtrat 45.7 ml saf su bulunan erlenlere alınmış, üzerine 1 ml folin, 3 dk sonra 3 ml Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (%2) ilave edilip yatay çalkalayıcıda (Heidolph Promax 2020, Achwabacch, Germany) 2 saat süresince çalkalanmıştır. Daha sonra örnekler 760 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Shimadzu UV- 1600A) absorbansları okunmuştur. Standart olarak gallik asit kullanılmış, sonuç mg gallik asit g<sup>-1</sup> ekstrakt olarak verilmiştir.

### 3.3.13. Yaprak Örneklerindeki İG Düzeyinin Belirlenmesi

İndirgeme gücü su ve metanol ekstraktlarında Oyaizu (1986) metoduna göre belirlenmiştir. Bunun için alınan 1 ml ekstrakt üzerine 2.5 ml fosfat buffer (0.2 M, pH:6.6) ve  $K_3Fe(CN)_6$  (%1) ilave edilip 50°C de 20 dk inkübe edilmiştir. Daha sonra 2.5 ml TCA (%10) eklenerek vortekslenmiş ve 2.5 ml saf su bulunan tüplere 2.5 ml filtrat çekilmiştir. Örneklerin üzerine 0.5 ml  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  ilave edildikten sonra spektrofotometrede (Shimadzu UV- 1600A) 700 nm dalga boyunda absorban okuması yapılmıştır. Standart olarak askorbik asit kullanılmıştır.

### 3.3.14. Yaprak Örneklerindeki DPPH Süpürme Aktivitesinin Belirlenmesi

DPPH süpürücü etki analizi Brand-Williams (1995) metoduna göre yapılmıştır. Bu amaçla su ve metanol ekstraktlarından ( $1g\ ml^{-1}$ ) 5-10-25-50-100-250  $\mu g\ ml^{-1}$  konsantrasyonlarında örnekler hazırlanmış, üzerlerine 1 ml DPPH (0.1 mM) eklenerek spektrofotometrede (Shimadzu UV- 1600A) 517 nm dalga boyunda absorban ölçülmüştür. Su ekstraksiyonları için su, metanol ekstraksiyonları için ise metanol tanık olarak kullanılmıştır.

### 3.3.15. Sonuçların İstatiksel Olarak Değerlendirilmesi

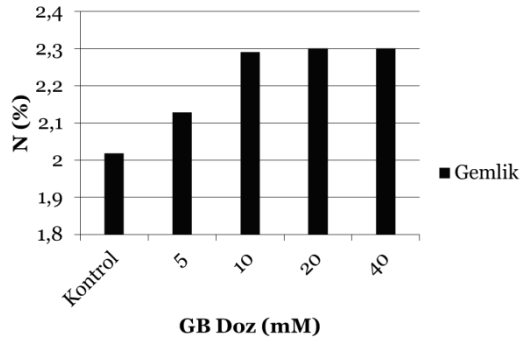
Elde edilen sonuçlara MSTAT istatistik programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) uygulanmış, ortalamalar arasındaki fark LSD (Least Significant Difference) ( $P \leq 0.05$ ) testi ile değerlendirilmiştir (Little ve Hills, 1978).

## 4. BULGULAR

### 4.1. Glisin Betain Uygulamasının Gemlik Zeytin Çeşidinin Kimyasal İçeriğine Etkisi

#### 4.1.1. Yaprak N İçeriğine Etkisi

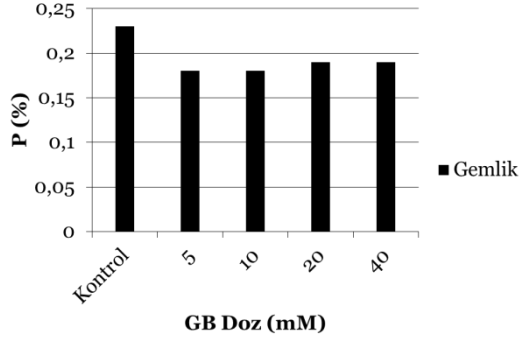
Gemlik zeytin çeşidine GB uygulamaları ile kontrol bitkisinde % 2.02 olan yaprak N içeriği, 5 mM uygulama dozunda % 2.13'e ulaşmış ve söz konusu iki uygulama arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Artan uygulama dozlarına bağlı olarak yaprak N içeriği de artmaya devam etmiş, 20 mM ve 40 mM uygulama dozunda % 2.30 düzeyine ulaşmıştır. Bununla beraber son üç doz arasında istatistiki bir fark ortaya çıkmamıştır. Bu açıdan bakıldığında tuz stresi altındaki Gemlik zeytin çeşidine uygulanan GB'nin yaprak N içeriğini olumlu yönde etkilediğini ve artışın 10 mM uygulama dozunda istatistiki olarak maksimum düzeye ulaştığını söyleyebiliriz (Şekil 4.1; Ek-1).



Şekil 4.1. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının N içeriğine etkisi

#### 4.1.2. Yaprak P İçeriğine Etkisi

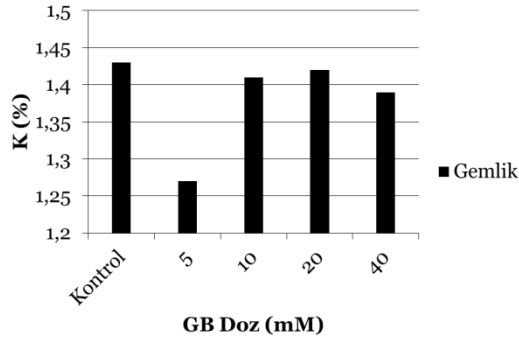
Kontrol bitkisinde yaprak P içeriği % 0.23 olarak bulunmuştur. GB uygulama dozları arasında önemli bir fark bulunmamasına karşılık, yaprak P içeriği düşmüştür. GB uygulamaları ile kontrol bitkilerinin yaprak P içeriği arasındaki fark ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.2; Ek-1).



Şekil 4.2. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının P içeriğine etkisi

#### 4.1.3. Yaprak K İçeriğine Etkisi

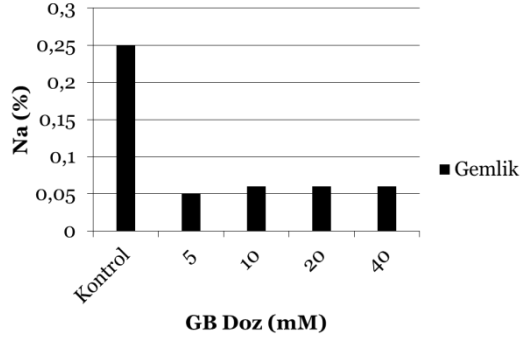
Gemlik zeytin çeşidinde kontrol bitkilerinde yaprak K içeriği % 1.43 düzeyinde bulunmuştur. Glisin betainin 5 mM uygulama dozu ile K içeriği % 1.27'e düşmüş, diğer üç dozda yaprak K içeriği kontrolle aynı seviyelere çıkmıştır (Şekil 4.3; Ek-1).



Şekil 4.3. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının K içeriğine etkisi

#### 4.1.4. Yaprak Na İçeriğine Etkisi

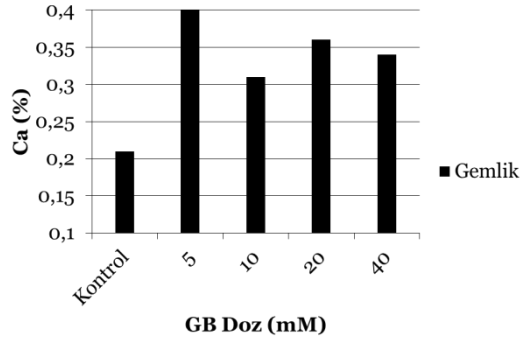
Yaprakların Na içeriği kontrol bitkilerinde % 0.25 iken, bu düzey GB uygulamaları ile % 0.05-0.06 seviyelerine inmiştir. Fark uygulama dozları arasında değil, kontrol uygulaması ile GB uygulaması arasında ortaya çıkmıştır (Şekil 4.4; Ek-1).



Şekil 4.4. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Na içeriğine etkisi

#### 4.1.5. Yaprak Ca İçeriğine Etkisi

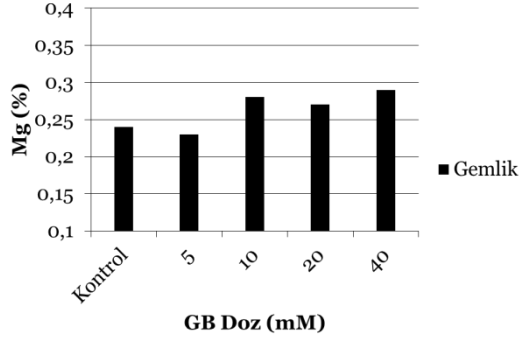
Yapraklardaki Ca içeriği kontrol bitkilerinde % 0.21 olarak bulunmuş, GB uygulamaları ile % 0.34-0.41 arasında değişmiştir. Fark uygulama dozları arasında değil, kontrol uygulaması ile GB uygulaması arasında ortaya çıkmıştır (Şekil 4.5; Ek-1).



Şekil 4.5. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Ca içeriğine etkisi

#### 4.1.6. Yaprak Mg İçeriğine Etkisi

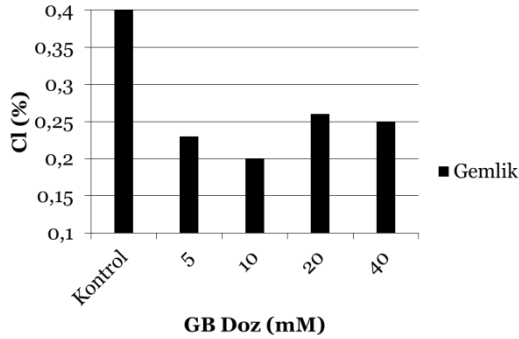
Yapraklardaki Mg içeriği kontrol bitkilerinde % 0.24 olarak bulunmuştur. Glisin betain uygulama dozları ile yaprakların Mg içerikleri % 0.23-0.29 arasında değişmiştir. GB uygulamasının yaprakların Mg içeriğine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Şekil 4.6; Ek-1).



Şekil 4.6. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Mg içeriğine etkisi

#### 4.1.7. Yaprak Cl İçeriğine Etkisi

Gemlik zeytin çeşidinde kontrol uygulaması yapılan bitkilerin yaprak Cl içeriği % 0.41 düzeyinde belirlenmiştir. Uygulanan GB dozları ile yaprak Cl içeriği % 0.20-0.26 düzeylerine gerilemiştir. GB dozlarının kontrole kıyasla yaprak Cl içeriğinde meydana getirdiği bu azalış istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.7; Ek-1).

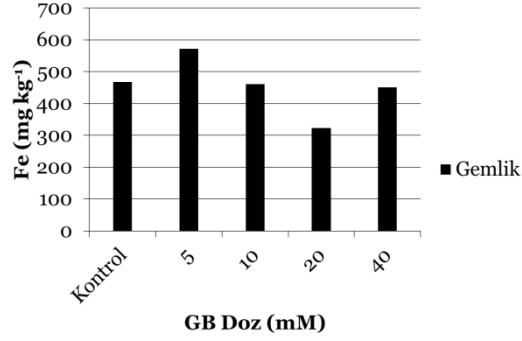


Şekil 4.7. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Cl içeriğine etkisi

#### 4.1.8. Yaprak Fe İçeriğine Etkisi

Glisin betainin yaprakların Fe içeriğine etkisi önemli bulunmuştur. Bununla beraber yaprakların Fe içeriğindeki değişim doğrusal bir artış ya da azalış göstermemiştir (Şekil 4.8; Ek-1).

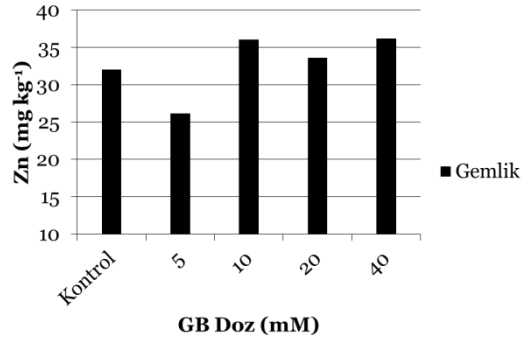




Şekil 4.8. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Fe içeriğine etkisi

#### 4.1.9 Yaprak Zn İçeriğine Etkisi

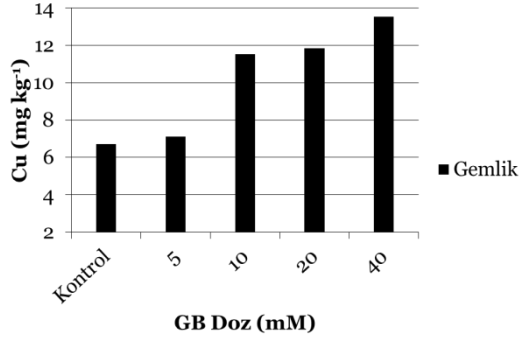
Glisin betainin yaprakların Zn içeriğine etkisi önemli bulunmuştur. Bununla beraber söz konusu değişim Fe elementine benzer şekilde doğrusal bir artış ya da azalış göstermemiştir (Şekil 4.9; Ek-1).



Şekil 4.9. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Zn içeriğine etkisi

#### 4.1.10. Yaprak Cu İçeriğine Etkisi

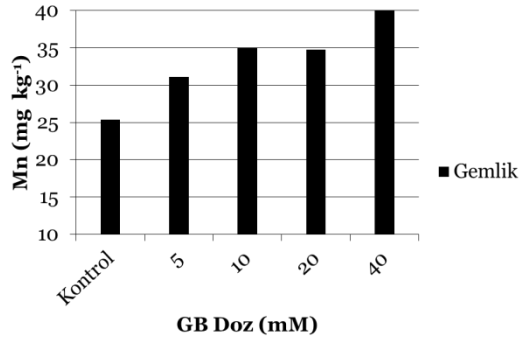
Yaprakların Cu içerikleri kontrol bitkisinde 6.72 mg kg<sup>-1</sup> düzeyinde iken artan GB uygulamaları ile artış göstermiş, 40 mM uygulama dozunda 13.52 mg kg<sup>-1</sup> düzeyine ulaşmıştır. Bu durum istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.9; Ek- 1).



Şekil 4.10. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Cu içeriğine etkisi

#### 4.1.11. Yaprak Mn İçeriğine Etkisi

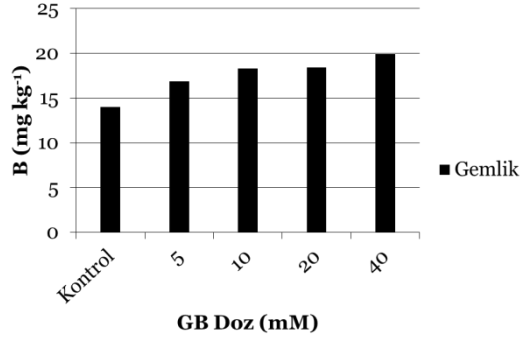
Glisin betain uygulaması Gemlik zeytin çeşidinin Mn içeriğini kontrole kıyasla doğrusal bir şekilde arttırmıştır. Bu durum istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.11; Ek-1).



Şekil 4.11. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının Mn içeriğine etkisi

#### 4.1.12. Yaprak B İçeriğine Etkisi

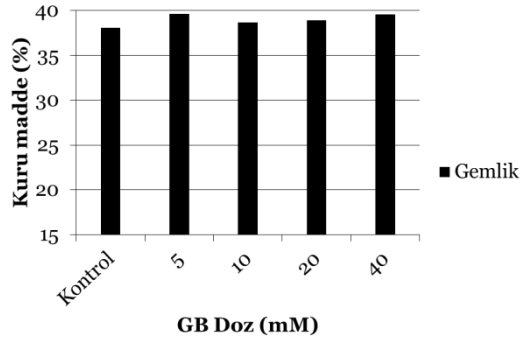
Gemlik zeytin çeşidinde yaprakların B içeriği kontrol dozunda 13.98 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Artan GB dozları ile yaprakların B içeriği 40 mM düzeyinde 19.91 mg kg<sup>-1</sup> a ulaşmıştır. Glisin betainin bu etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.12; Ek-1).



Şekil 4.12. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının B içeriğine etkisi

#### 4.1.13. Yaprak Kuru Madde İçeriğine Etkisi

Gemlik zeytin çeşidinde kontrol dozunda yaprak kuru madde içeriği % 38.05 bulunmuştur. Artan dozlarda GB uygulaması ile dozlar arasında önemli olmamakla birlikte, kontrole kıyasla kuru madde düzeyinde bir artış meydana gelmiştir. Bu artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.13; Ek-1).



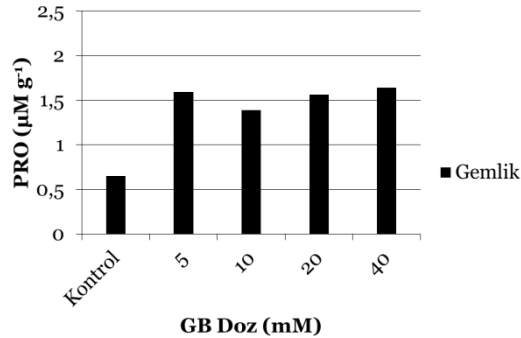
Şekil 4.13. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının kuru madde içeriğine etkisi

## 4.2. Glisin Betain Uygulamasının Gemlik Zeytin Çeşidinin Biyokimyasal İçeriğine Etkisi

### 4.2.1. Yaprak PRO İçeriğine Etkisi

Gemlik çeşidinde kontrol dozunun PRO içeriği  $0.65 \mu\text{M g}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Bu durum olasılıkla, Gemlik zeytin çeşidinin tuz stresi altında sentezleyebildiği PRO düzeyinin bir ifadesidir. Artan GB uygulama dozları ile yaprakların PRO

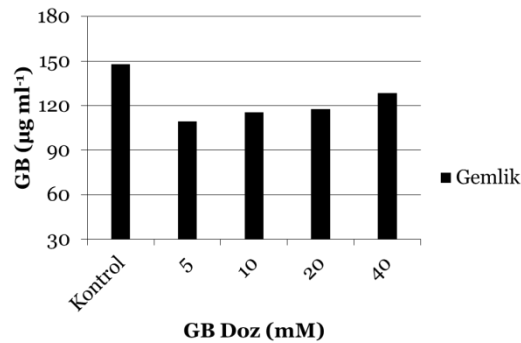
içerikleri de doğrusal olarak (10 mM dozu hariç) artmıştır. Glisin betain uygulamalarının yaprakların PRO düzeyine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.14; Ek-2).



Şekil 4.14. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının PRO içeriğine etkisi

#### 4.2.2. Yaprak GB İçeriğine Etkisi

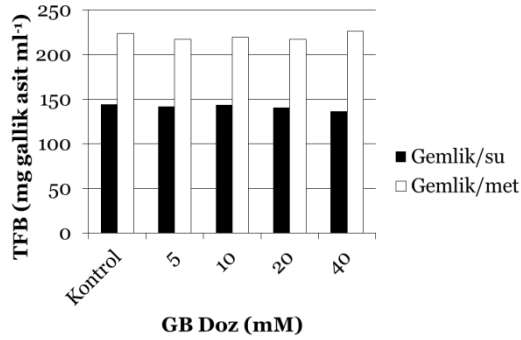
Gemlik zeytin çeşidine ait kontrol bitkilerinde GB miktarı  $147.92 \mu\text{g ml}^{-1}$  olarak bulunmuştur. 5 mM GB dozunda yaprakların GB içerikleri  $109.42 \mu\text{g ml}^{-1}$  seviyesine düşmüş, daha sonra artan GB miktarları ile yaprakların GB içerikleri  $128.41 \mu\text{g ml}^{-1}$  seviyesine çıkmıştır. GB uygulamalarının bitkilerde meydana getirdiği bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.15; Ek-2).



Şekil 4.15. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının GB içeriğine etkisi

#### 4.2.3. Yaprak TFB İçeriğine Etkisi

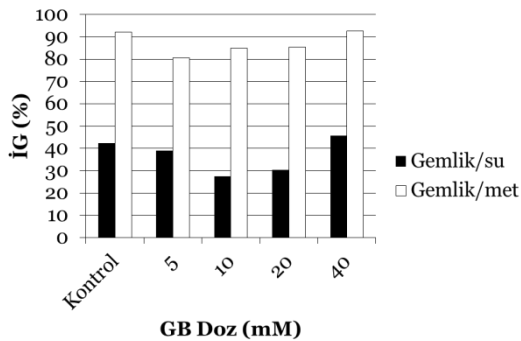
Glisin betain uygulaması su ile ekstrakte edilen yaprakların TFB içeriğini azaltırken, metanol ile ekstrakte edilen yaprakların TFB içeriklerini arttırmıştır. Bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.16; Ek-2).



Şekil 4.16. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının TFB içeriğine etkisi

#### 4.2.4. Yaprak İG Düzeyine Etkisi

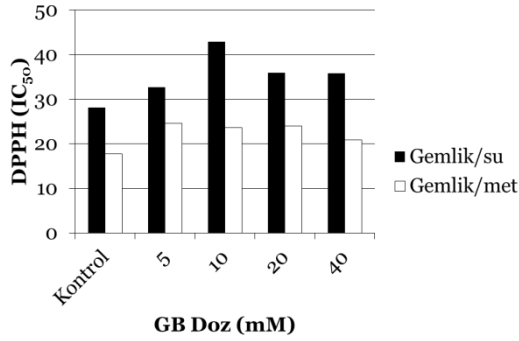
Glisin betain uygulaması hem su ile hem de metanol ile ekstrakte edilen yaprakların İG'sini kontrole göre 5 mM GB dozu ile önce düşürmüş, daha sonra yükseltmiştir. Bu değişim istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Şekil 4.17; Ek-2).



Şekil 4.17. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının İG düzeyine etkisi

#### 4.2.5. Yaprak DPPH Süpürme Aktivitesine Etkisi

Glisin betain su ve metanol ile ekstrakte edilmiş yaprak örneklerinde DPPH süpürme aktivitesini artırmıştır. Hem su hem de metanol ile ekstrakte edilen yapraklardaki DPPH süpürme aktivitesindeki artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.18; Ek-2).

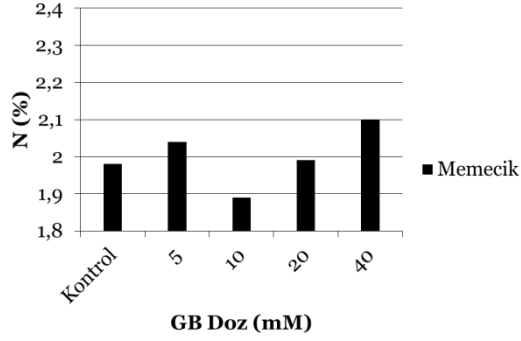


Şekil 4.18. Glisin betainin Gemlik zeytin yaprağının DPPH süpürme aktivitesine etkisi

### 4.3. Glisin Betain Uygulamasının Memecik Zeytin Çeşidinin Kimyasal İçeriğine Etkisi

#### 4.3.1. Yaprak N İçeriğine Etkisi

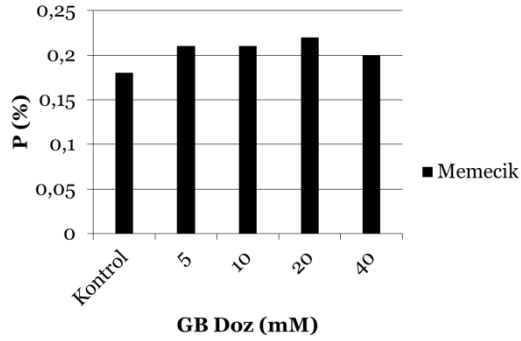
Memecik zeytin çeşidine ait kontrol bitkilerinin yaprak N düzeyi % 1.98 olarak bulunmuştur. Glisin betain uygulamaları dozları (10 mM dozu hariç) ile yaprakların N düzeyini kontrole göre artırmıştır. Bununla beraber meydana gelen bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Şekil 4.19; Ek-3).



Şekil 4.19. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının N içeriğine etkisi

#### 4.3.2. Yaprak P İçeriğine Etkisi

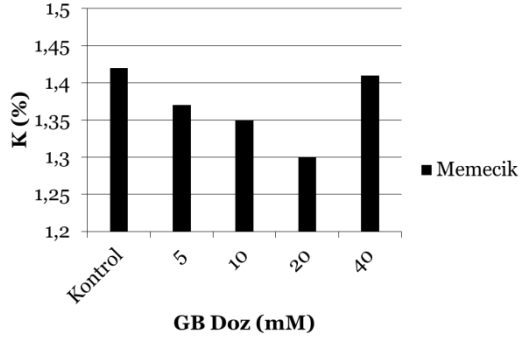
Memecik zeytin çeşidine ait kontrol bitkisinde yaprakların % 0.18 düzeyinde P içerdiği belirlenmiştir. Uygulanan GB dozları yaprakların P düzeyini % 0.20-0.22 düzeylerine arttırmış ancak bu etki istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Şekil 4.20; Ek-3).



Şekil 4.20. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının P içeriğine etkisi

#### 4.3.3. Yaprak K İçeriğine Etkisi

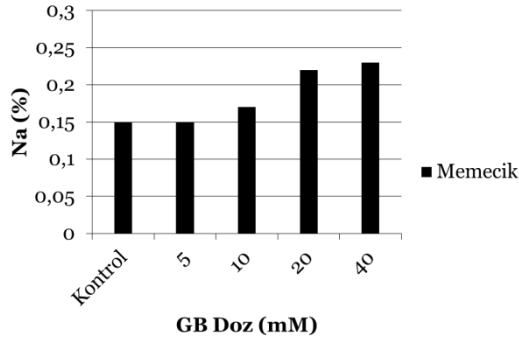
Kontrol bitkisinde yaprak K içeriği % 1.42 olarak bulunmuştur. GB uygulamaları ile yaprak K içeriğinde 20 mM uygulama dozuna kadar azalma meydana gelmiş, sonra artmıştır. Bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Şekil 4.21; Ek-3).



Şekil 4.21. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının K içeriğine etkisi

#### 4.3.4. Yaprak Na İçeriğine Etkisi

Memecik zeytin çeşidine ait kontrol bitkilerinin yaprak Na içeriği % 0.15 olarak bulunmuştur. GB uygulama dozları ile yapraklarda Na içeriği en yüksek dozda % 0.23 düzeyine artmıştır. Bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Şekil 4.22; Ek-3).

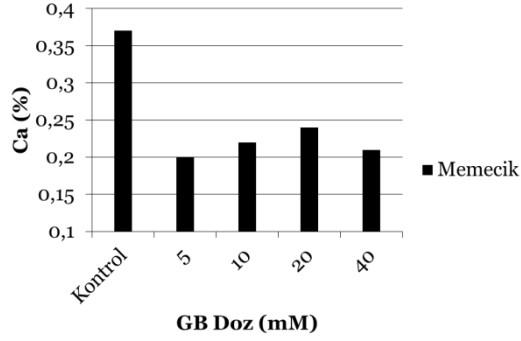


Şekil 4.22. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Na içeriğine etkisi

#### 4.3.5. Yaprak Ca İçeriğine Etkisi

Glisin betain uygulaması Memecik zeytin çeşidinin yapra Ca içeriğini kontrol dozuna göre azaltmıştır. Uygulama dozları arasındaki fark önemli olmamakla birlikte, kontrol ile uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.23; Ek-3).

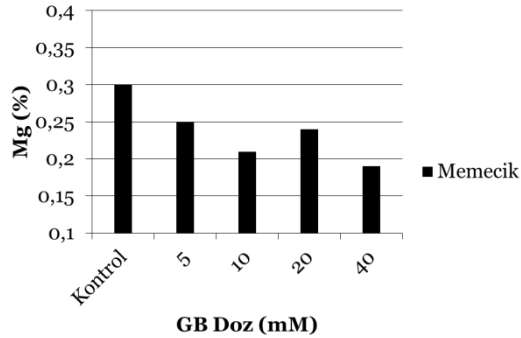




Şekil 4.23. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Ca içeriğine etkisi

#### 4.3.6. Yaprak Mg İçeriğine Etkisi

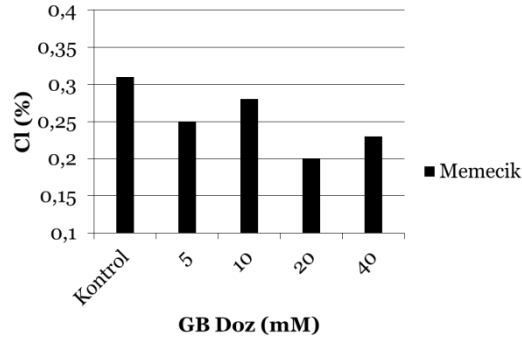
Memecik zeytin çeşidine yapraktan uygulanan GB yaprakların Mg içeriğini doğrusal olarak azaltmıştır. Fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.24; Ek-3).



Şekil 4.24. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Mg içeriğine etkisi

#### 4.3.7. Yaprak Cl İçeriğine Etkisi

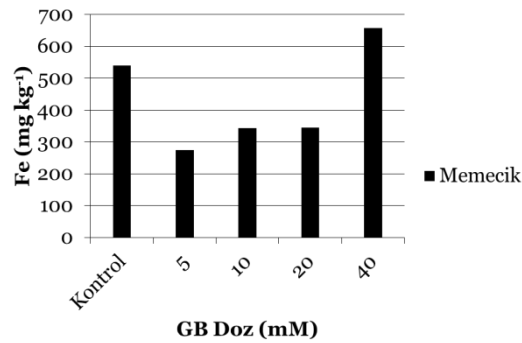
Memecik zeytin çeşidine ait kontrol bitkilerinde Cl içeriği % 0.32 düzeyinde belirlenmiştir. Uygulanan GB dozları ile yaprak Cl içeriği % 0.20-0.28 düzeylerine kadar azalmıştır. Fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.25; Ek-3).



Şekil 4.25. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Cl içeriğine etkisi

#### 4.3.8. Yaprak Fe İçeriğine Etkisi

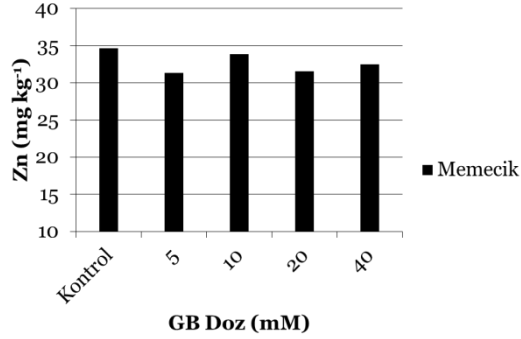
Glisin betain uygulaması yaprakların Fe içeriğini kontrole göre 5 mM dozunda azaltmış, daha sonra artan dozlar yaprakların Fe içeriğini artırmıştır. Yapraklarda meydana gelen bu artış dozlar arasında dalgalanmalar gösterirken, kontrol ile uygulamalar arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (Şekil 4.26; Ek-3).



Şekil 4.26. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Fe içeriğine etkisi

#### 4.3.9. Yaprak Zn İçeriğine Etkisi

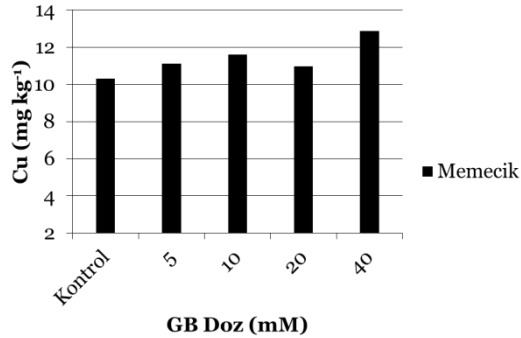
Memecik zeytin çeşidinde kontrol uygulama dozuna ait bitkilerin yaprak Zn içeriği 34.68 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. GB uygulamaları genel olarak yaprak Zn konsantrasyonunu azaltmıştır. Ancak bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Şekil 4.27; Ek-3).



Şekil 4.27. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Zn içeriğine etkisi

#### 4.3.10. Yaprak Cu İçeriğine Etkisi

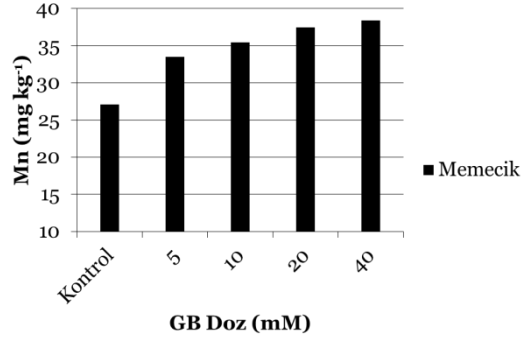
Memecik zeytin çeşidine ait kontrol bitkilerinde yaprak Cu içeriği  $10.32 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. GB uygulamaları genel olarak yaprak Cu içeriğini arttırmıştır. Bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. (Şekil 4.28; Ek-3).



Şekil 4.28. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Cu içeriğine etkisi

#### 4.3.11. Yaprak Mn İçeriğine Etkisi

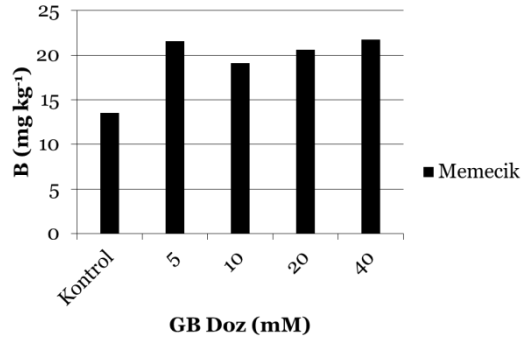
Glisin betain Memecik zeytin çeşidinde kontrol dozunda  $27.21 \text{ mg kg}^{-1}$  olan yaprak Mn içeriğini 40 mM doz ile  $38.40 \text{ mg kg}^{-1}$  seviyelerine kadar arttırmıştır. Bu artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.29; Ek-3).



Şekil 4.29. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının Mn içeriğine etkisi

#### 4.3.12. Yaprak B İçeriğine Etkisi

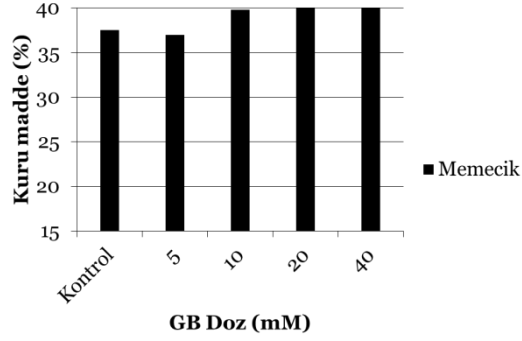
Glisin betain uygulaması yaprak B içeriğini kontrol uygulama dozuna ait bitkilere göre azaltmıştır. Fark kontrol uygulaması ile GB uygulaması arasında önemli bulunmuştur (Şekil 4.30; Ek-3).



Şekil 4.30. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının B içeriğine etkisi

#### 4.3.13. Yaprak Kuru Madde İçeriğine Etkisi

Glisin betain uygulamalarının Memecik zeytin çeşidinde kuru madde üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Şekil 4.31; Ek-3).

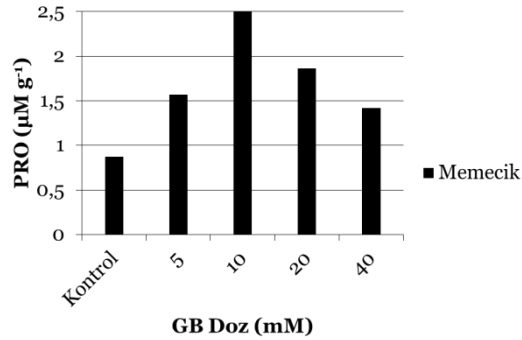


Şekil 4.31. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının kuru madde içeriğine etkisi

#### 4.4. Glisin Betain Uygulamasının Memecik Zeytin Çeşidinin Biyokimyasal İçeriğine Etkisi

##### 4.4.1. Yaprak PRO İçeriğine Etkisi

Memecik zeytin çeşidine ait kontrol uygulamasında yaprakların PRO içeriği  $0.87 \mu\text{g g}^{-1}$  bulunmuştur. Yaprakların glisin betain uygulamasına bağlı olarak içerikleri 10 mM düzeyine kadar artmış, daha sonra doğrusal olarak azalmıştır. Değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.32; Ek-4).

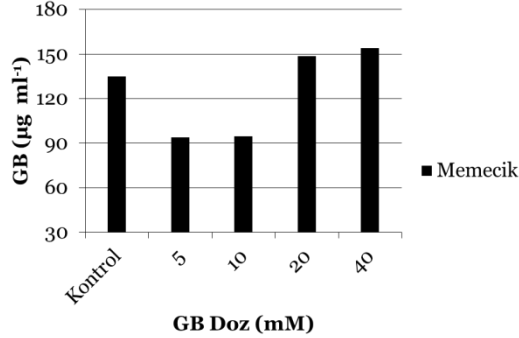


Şekil 4.32. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının PRO içeriğine etkisi

##### 4.4.2. Yaprak GB İçeriğine Etkisi

Glisin betain uygulaması yapılan Memecik zeytin çeşidine ait kontrol bitkilerinin yapraklarında GB miktarı  $134.92 \mu\text{g ml}^{-1}$  olarak bulunmuştur. 5 mM GB dozunda yaprakların GB içerikleri  $93.95 \mu\text{g ml}^{-1}$  seviyesine düşmüş, daha sonra artan GB

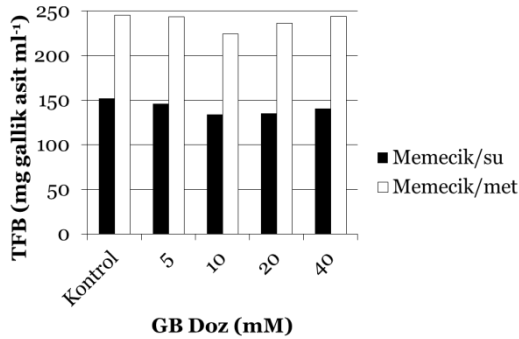
miktarları ile yaprakların GB içerikleri  $153.91 \mu\text{g ml}^{-1}$  seviyesine ulaşarak kontroldeki seviyesinin üzerine çıkmıştır. GB uygulamalarının bitkilerde meydana getirdiği bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.33; Ek-4).



Şekil 4.33. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının GB içeriğine etkisi

#### 4.4.3. Yaprak TFB İçeriğine Etkisi

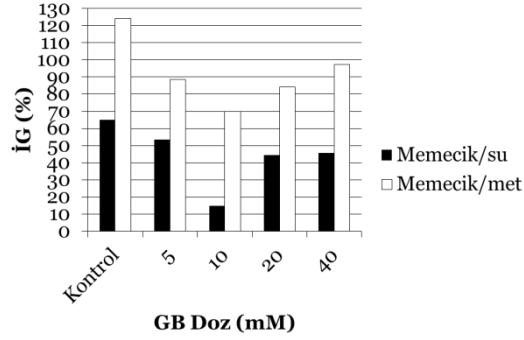
GB uygulamaları ile hem su hem de metanol ile ekstrakte edilmiş bitkilerin TFB birikimleri kontrole göre azalmıştır. Dozlar arasında dalgalanmalar söz konusu olmakla beraber kontrol ile uygulamalar arasındaki değişim su ekstraksiyonu sonuçları için istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.34; Ek 4).



Şekil 4.34. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının TFB içeriğine etkisi

#### 4.4.4. Yaprak İG Düzeyine Etkisi

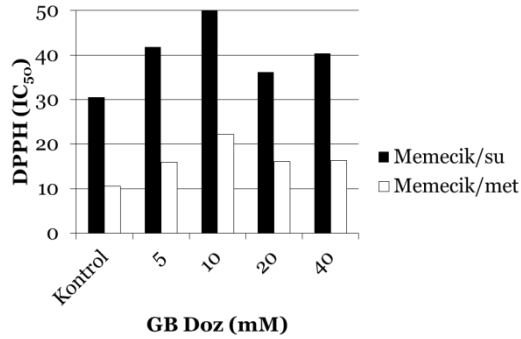
Glisin betain uygulaması uygulamaları hem su ile hem de metanol ile ekstrakte edilen yaprakların İG düzeylerini kontrol uygulamasına göre düşürmüştür. Değişim istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Şekil 4.35; Ek-4).



Şekil 4.35. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının İG düzeyine etkisi

#### 4.4.5. Yaprak DPPH Süpürme Aktivitesine Etkisi

Glisin betain uygulaması su ve metanol ile ekstrakte edilmiş yaprakların DPPH süpürme aktivitesini önemli düzeyde etkilemiştir. Her iki ekstraksiyonda da uygulama dozları kontrole göre yüksek bulunmuştur (Şekil 4.36; Ek-4).

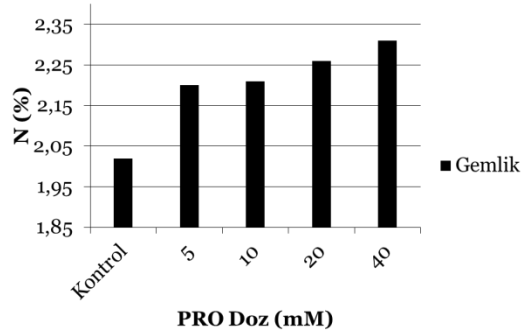


Şekil 4.36. Glisin betainin Memecik zeytin yaprağının DPPH süpürme aktivitesine etkisi

## 4.5. Prolin Uygulamasının Gemlik Zeytin Çeşidinin Kimyasal İçeriğine Etkisi

### 4.5.1. Yaprak N İçeriğine Etkisi

Gemlik zeytin çeşidinde kontrol bitkilerinde yaprak N içeriği %2.02 olarak tespit edilmiştir. Yapraklardan uygulanan PRO dozu arttıkça yaprakların N içerikleri de artmış, en yüksek doz olan 40 mM uygulaması ile 2.31 seviyesine çıkmıştır. PRO uygulama dozlarının yaprak N içeriğine olan bu etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.37; Ek-5).

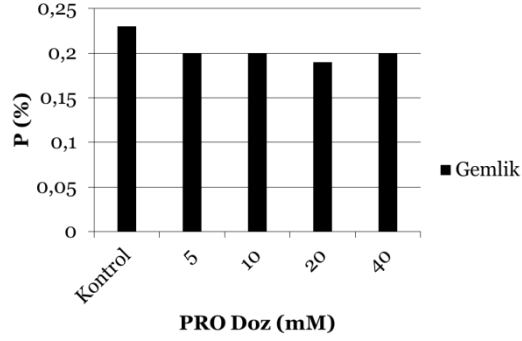


Şekil 4.37. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının N içeriğine etkisi

### 4.5.2. Yaprak P İçeriğine Etkisi

Kontrol bitkilerinde % 0.23 olan yaprak P içeriği PRO uygulaması ile % 0.19-0.20 seviyelerine düşmüştür. Bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.38; Ek-5).

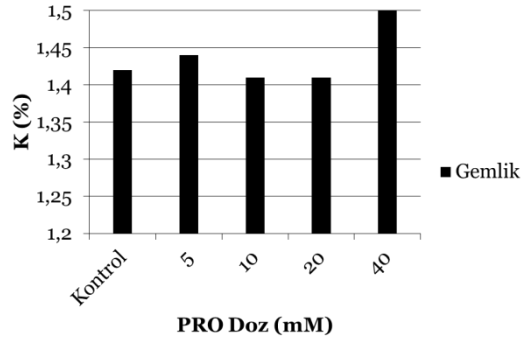




Şekil 4.38. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının P içeriğine etkisi

#### 4.5.3. Yaprak K İçeriğine Etkisi

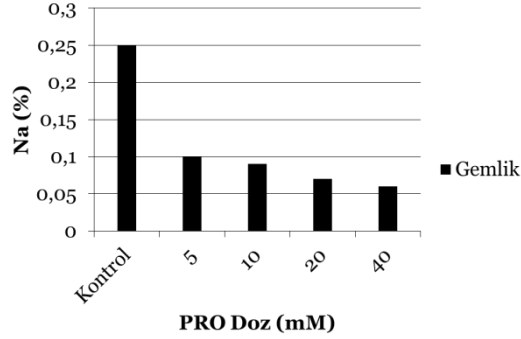
Gemlik zeytin çeşidinde kontrol bitkilerinde K içeriği % 1.43 olarak bulunmuştur. Artan PRO uygulama dozları yaprak K içeriğini arttırmıştır. Bu artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.39; Ek-5).



Şekil 4.39. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının K içeriğine etkisi

#### 4.5.4. Yaprak Na İçeriğine Etkisi

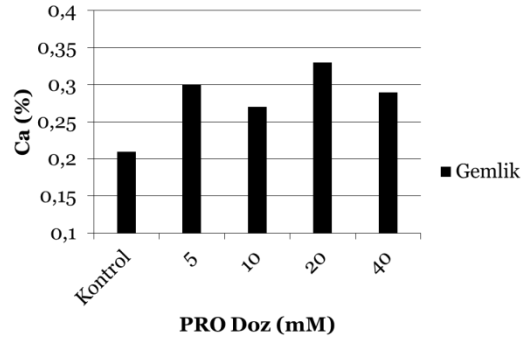
Gemlik zeytin çeşidine ait kontrol bitkisinde Na içeriği %0.25 olarak belirlenmiştir. Prolin uygulamasına bağlı olarak doğrusal olarak azalmıştır. Fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.40; Ek-5).



Şekil 4.40. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Na içeriğine etkisi

#### 4.5.5. Yaprak Ca İçeriğine Etkisi

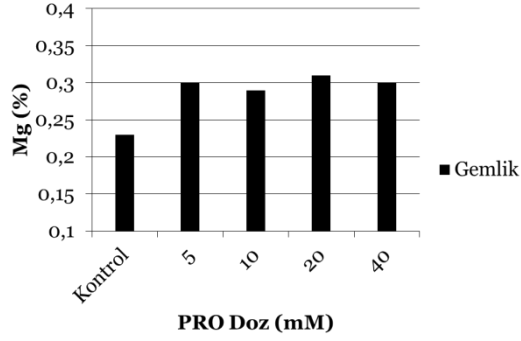
PRO uygulamaları Gemlik zeytin çeşidine ait kontrol bitkilerinde % 0.21 olan yaprak Ca içeriğini 40 mM uygulama dozunda % 0.29 seviyesine çıkarmıştır. Değişim istatistiki olarak önemli değerlendirilmiştir (Şekil 4.41; Ek-5).



Şekil 4.41. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Ca içeriğine etkisi

#### 4.5.6. Yaprak Mg İçeriğine Etkisi

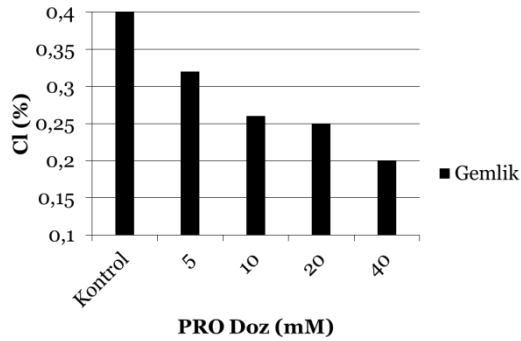
Prolin uygulamaları Gemlik zeytin çeşidine ait kontrol dozunda % 0.24 olan yaprak Mg içeriğini 40 mM doz ile % 0.30 seviyesine çıkarmıştır. Prolin dozları arasında fark görülmemekle birlikte, kontrol ile dozlar arasındaki fark önemli bulunmuştur (Şekil 4.42; Ek-5).



Şekil 4.42. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Mg içeriğine etkisi

#### 4.5.7. Yaprak Cl İçeriğine Etkisi

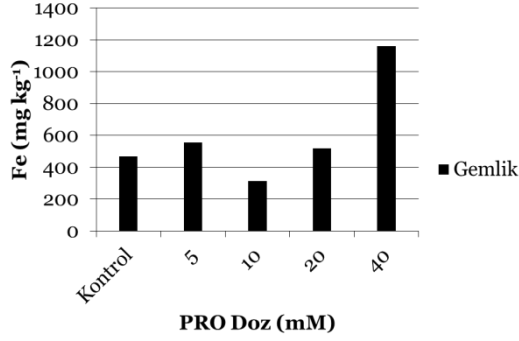
Gemlik zeytin çeşidinde kontrol dozunda Cl içeriği % 0.42 düzeyinde belirlenmiştir. Artan PRO dozları ile yaprak Cl içeriği % 0.23-0.32 düzeylerine kadar azalmıştır. Bu azalış istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.43; Ek-5).



Şekil 4.43. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Cl içeriğine etkisi

#### 4.5.8. Yaprak Fe İçeriğine Etkisi

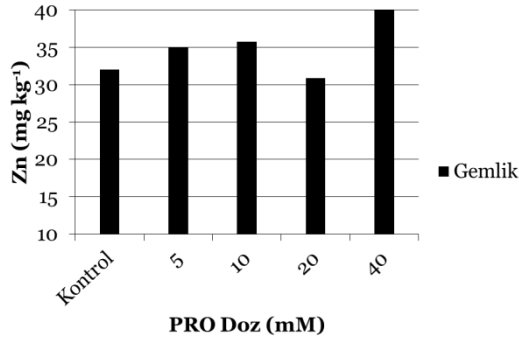
Gemlik zeytin çeşidinde kontrol dozunda Fe içeriği  $467 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Prolin uygulamaları ile Fe içeriğinde genel anlamda bir artış meydana gelmiştir. Değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.44; Ek-5).



Şekil 4.44. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Fe içeriğine etkisi

#### 4.5.9. Yaprak Zn İçeriğine Etkisi

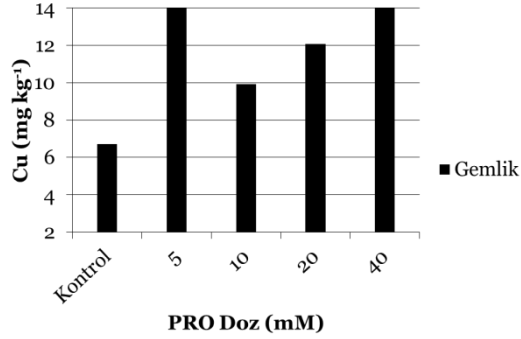
Gemlik zeytin çeşidinde kontrol bitkilerine ait yaprakların Zn içeriği  $32.06 \text{ mg kg}^{-1}$  bulunmuştur. Artan PRO dozları yaprak Zn içeriğini olumlu yönde etkilemiş, 40 mM doz ile  $42.86 \text{ mg kg}^{-1}$  düzeyine çıkarmıştır. Bu durum istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Şekil 4.45; Ek-5).



Şekil 4.45. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Zn içeriğine etkisi

#### 4.5.10. Yaprak Cu İçeriğine Etkisi

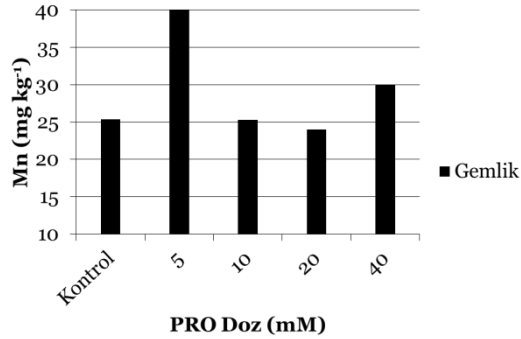
Gemlik zeytin çeşidine ait kontrol bitkilerinde yaprak Cu içeriği  $6.72 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. PRO uygulamaları yaprakların Cu içeriğini arttırmıştır. Bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.46; Ek-5).



Şekil 4.46. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Cu içeriğine etkisi

#### 4.5.11. Yaprak Mn İçeriğine Etkisi

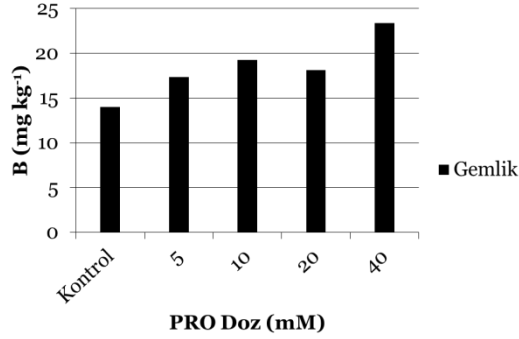
Gemlik zeytin çeşidinde kontrol bitkilerine ait yaprakların Mn içeriği  $25.36 \text{ mg kg}^{-1}$  bulunmuştur. Artan PRO dozları yaprak Mn içeriğini arttırarak, 40 mM dozunda  $29.92 \text{ mg kg}^{-1}$  düzeyine çıkarmıştır. Bu durum istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Şekil 4.47; Ek-5).



Şekil 4.47. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının Mn içeriğine etkisi

#### 4.5.12. Yaprak B İçeriğine Etkisi

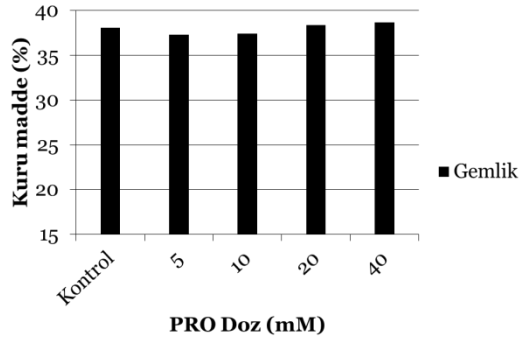
Gemlik zeytin çeşidinde yapraktan uygulanan PRO dozları yaprak B içeriğini arttırmıştır. Kontrol bitkisinde  $13.98 \text{ mg kg}^{-1}$  olan yaprak B içeriği en yüksek PRO uygulaması ile  $23.35 \text{ mg kg}^{-1}$  seviyesine çıkmıştır. Bu etki istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.48; Ek-5).



Şekil 4.48. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının B içeriğine etkisi

#### 4.5.13. Yaprak Kuru Madde İçeriğine Etkisi

Gemlik zeytin çeşidinde kontrol dozunda yaprak kuru madde içeriği % 38.05 bulunmuştur. Artan dozlarda PRO uygulaması ile dozlar arasında önemli olmamakla birlikte kuru madde içeriğinde kontrole kıyasla kuru madde düzeyinde artış meydana gelmiştir. Bu artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.49; Ek-5).



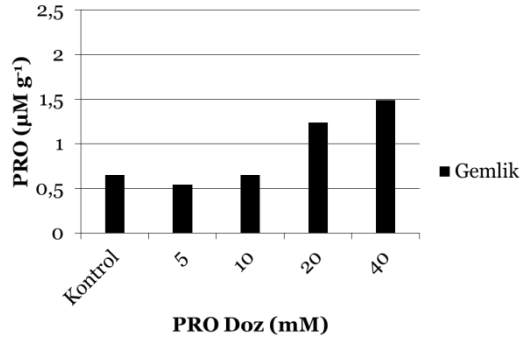
Şekil 4.49. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının kuru madde içeriğine etkisi

### 4.6. Prolin Uygulamasının Gemlik Zeytin Çeşidinin Biyokimyasal İçeriğine Etkisi

#### 4.6.1. Yaprak PRO İçeriğine Etkisi

Gemlik çeşidinde kontrol dozunun PRO içeriği  $0.65 \mu\text{M g}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Artan PRO uygulama dozları ile yaprakların PRO içerikleri de doğrusal olarak

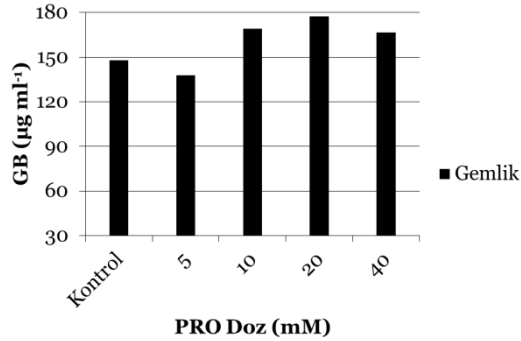
artmıştır. PRO uygulamalarının yaprakların PRO düzeyine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.50; Ek 6).



Şekil 4.50. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının PRO içeriğine etkisi

#### 4.6.2. Yaprak GB İçeriğine Etkisi

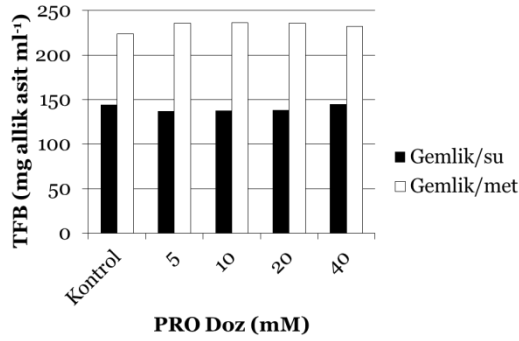
Gemlik zeytin çeşidine ait kontrol bitkilerinde GB miktarı  $147.92 \mu\text{g ml}^{-1}$  olarak bulunmuştur. 5 mM PRO dozunda yaprakların GB içerikleri  $137.92 \mu\text{g ml}^{-1}$  seviyesine düşmüş, daha sonra artan PRO miktarları ile yaprakların GB içerikleri  $166.75 \mu\text{g ml}^{-1}$  seviyesine çıkmıştır. Glisin betain uygulamalarının bitkilerde meydana getirdiği bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Şekil 4.51; Ek-6).



Şekil 4.51. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının GB içeriğine etkisi

#### 4.6.3. Yaprak TFB İçeriğine Etkisi

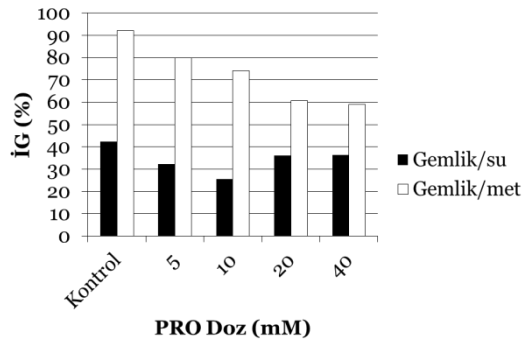
Su ile ekstrakte edilen yaprakların TFB içeriği kontrol uygulamasında 144.17  $\mu\text{g}$  gallik asit  $\text{ml}^{-1}$  iken 5 mM PRO uygulama dozunda bu değer 136.83  $\mu\text{g}$  gallik asit  $\text{ml}^{-1}$  seviyesine düşmüş, daha sonra artan üç doz ile beraber yeniden artarak kontrol örneklerindeki seviyesine ulaşmıştır. Değişim her iki ekstraksiyon metodunda da istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.52; Ek-6).



Şekil 4.52. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının TFB içeriğine etkisi

#### 4.6.4. Yaprak İG Düzeyine Etkisi

Prolin uygulamaları hem su ile hem de metanol ile ekstrakte edilen yaprakların İG'sini kontrole göre düşürmüştür. Meydana gelen bu değişim istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Şekil 4.53; Ek-6).

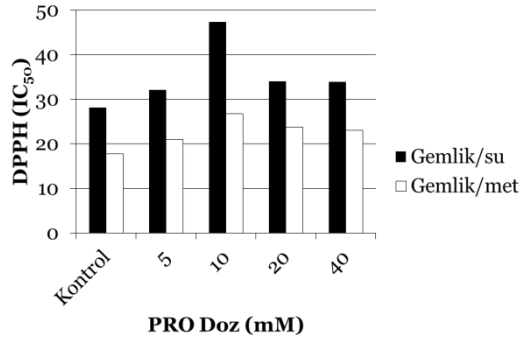


Şekil 4.53. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının İG düzeyine etkisi



#### 4.6.5. Yaprak DPPH Aktivitesine Etkisi

Prolin uygulaması yaprakların DPPH süpürme aktivitesini her iki ekstraksiyon metodunda da 10 mM uygulama dozunda kadar arttırmış, daha sonra azaltmıştır. Değişimler istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.54; Ek-6).

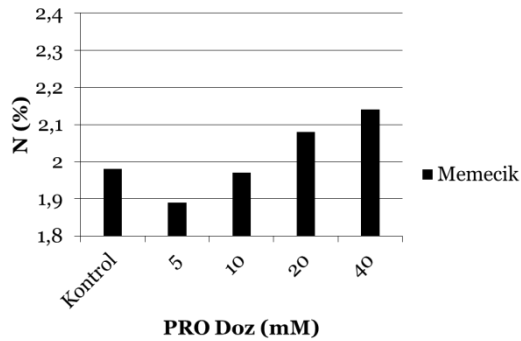


Şekil 4.54. Prolinin Gemlik zeytin yaprağının DPPH içeriğine etkisi

#### 4.7. Prolin Uygulamasının Memecik Zeytin Çeşidinin Kimyasal İçeriğine Etkisi

##### 4.7.1. Yaprak N İçeriğine Etkisi

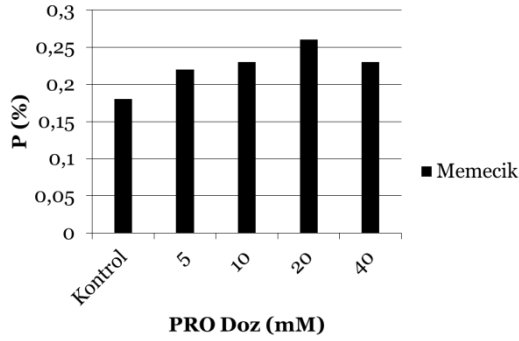
Memecik zeytin çeşidine yapraklardan yapılan PRO uygulaması yaprakların N içeriğini istatistiki olarak önemli düzeyde etkilemiştir. Kontrol uygulamasına kıyasla 5 mM uygulama dozunda azalan yaprak N içeriği daha sonra doğrusal olarak artmıştır (Şekil 4.55; Ek-7).



Şekil 4.55. Prolinin Memecik zeytin yaprağının N içeriğine etkisi

#### 4.7.2. Yaprak P İçeriğine Etkisi

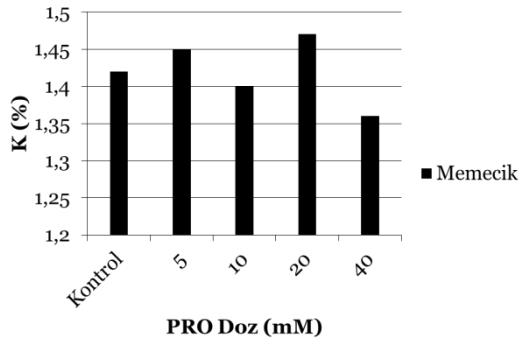
Artan PRO dozları Memecik zeytin çeşidinde yaprakların P içeriklerini arttırmıştır. Değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.56; Ek-7).



Şekil 4.56. Prolinin Memecik zeytin yaprağının P içeriğine etkisi

#### 4.7.3. Yaprak K İçeriğine Etkisi

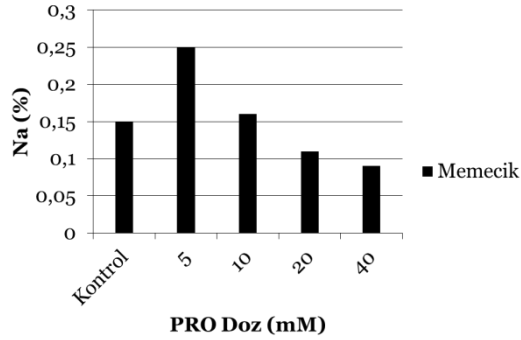
Prolin uygulanan yaprakların K içeriğini kontrol uygulamasına kıyasla önce artmış ancak doz artışına bağlı olarak elde edilen yaprak K içerikleri belirgin bir artış ya da azalış göstermemiştir. Bununla beraber değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil4.57; Ek-7).



Şekil 4.57. Prolinin Memecik zeytin yaprağının K içeriğine etkisi

#### 4.7.4. Yaprak Na İçeriğine Etkisi

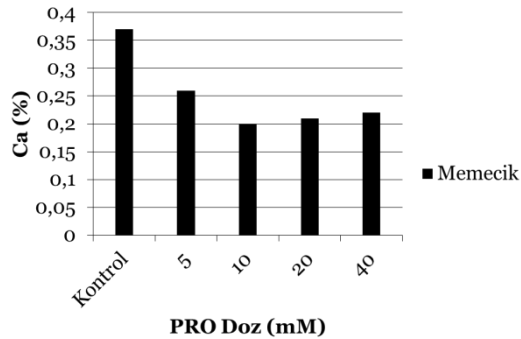
Yaprakların Na içeriği kontrole göre 5 mM dozunda artmış daha sonra artan PRO uygulamaları ile yaprakların Na içeriği azalmıştır. Bu değişim önemli bulunmuştur (Şekil 4.58; Ek-7).



Şekil 4.58. Prolinin Memecik zeytin yaprağının Na içeriğine etkisi

#### 4.7.5. Yaprak Ca İçeriğine Etkisi

PRO uygulamaları Memecik zeytin çeşidinde kontrol dozunda % 0.21 olan yaprak Ca içeriğini düşürmüştür. PRO uygulama dozları arasında fark görülmemekle birlikte, kontrol ile dozlar arasındaki fark önemli bulunmuştur (Şekil 4.59; Ek-7).

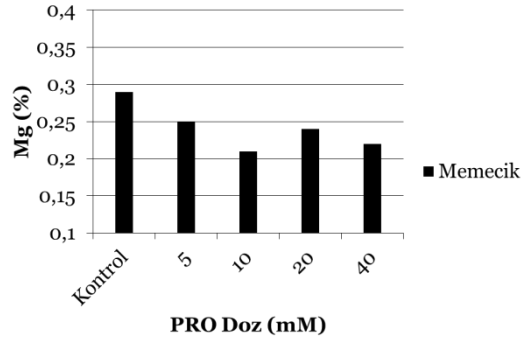


Şekil 4.59. Prolinin Memecik zeytin yaprağının Ca içeriğine etkisi

#### 4.7.6. Yaprak Mg İçeriğine Etkisi

Kontrol uygulamasında % 0.30 olan yaprak Mg içeriği PRO uygulamasına bağlı olarak 10 mM dozunda % 0.21'e kadar düşmüş, daha sonra hafifçe artarak 40 mM

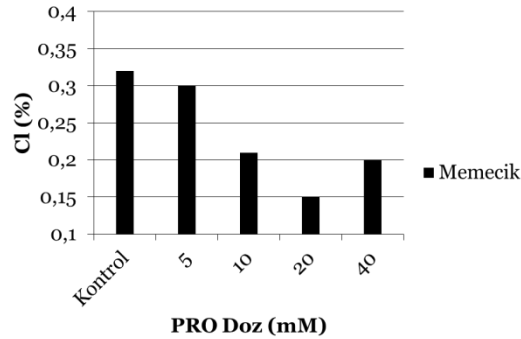
dozunda % 0.22 seviyesine çıkmıştır. Değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.60; Ek-7).



Şekil 4.60. Prolinin Memecik zeytin yaprağının Mg içeriğine etkisi

#### 4.7.7. Yaprak Cl İçeriğine Etkisi

Memecik zeytin çeşidinde kontrol uygulamasına ait bitkilerin Cl içeriği % 0.32 olarak belirlenmiştir. Uygulanan PRO dozları yaprak Cl içeriğini düşürmüştür. Söz konusu değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.61; Ek-7).

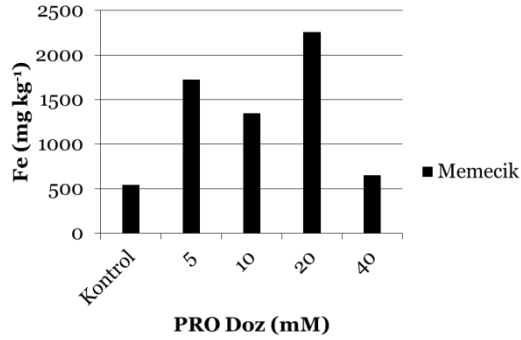


Şekil 4.61. Prolinin Memecik zeytin yaprağının Cl içeriğine etkisi

#### 4.7.8. Yaprak Fe İçeriğine Etkisi

Memecik zeytin çeşidinde ait yaprakların Fe içeriği kontrol uygulamasında 540.08 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Prolin uygulamaları ile Fe içeriğinde bir artış meydana gelmiştir. Bu artış dozlar arasında dalgalanmalarla kendini gösterirken,

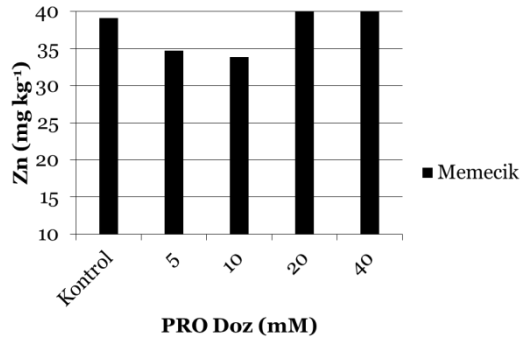
kontrole karşı uygulamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.62; Ek-7).



Şekil 4.62. Prolinin Memecik zeytin yaprağının Fe içeriğine etkisi

#### 4.7.9. Yaprak Zn İçeriğine Etkisi

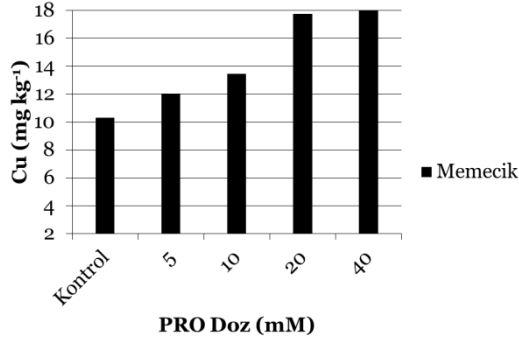
Memecik zeytin çeşidinde kontrol bitkilerinde yaprak Zn içeriği  $32.05 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Prolin uygulama dozları yaprakların Zn konsantrasyonlarını arttırmıştır. Bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.63; Ek-7).



Şekil 4.63. Prolinin Memecik zeytin yaprağının Zn içeriğine etkisi

#### 4.7.10. Yaprak Cu İçeriğine Etkisi

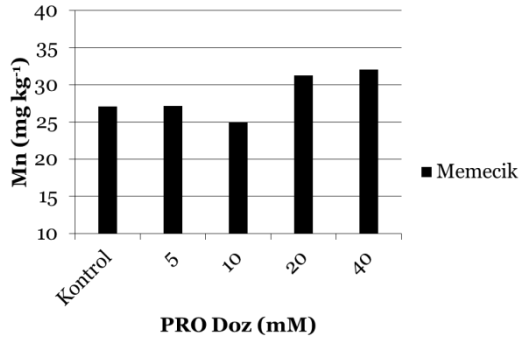
Memecik zeytin çeşidinde kontrol bitkilerinde yaprak Cu içeriği  $6.72 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Prolin uygulama dozları yaprakların Cu konsantrasyonlarını arttırmıştır. Bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.64; Ek-7).



Şekil 4.64. Prolinin Memecik zeytin yaprağının Cu içeriğine etkisi

#### 4.7.11. Yaprak Mn İçeriğine Etkisi

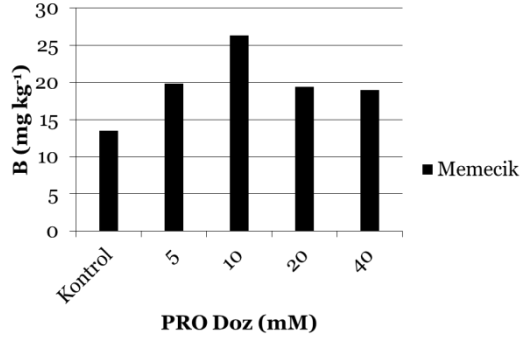
Memecik zeytin çeşidinde kontrol uygulamasına ait bitkilerin Mn içeriği 27.12 mg kg<sup>-1</sup> bulunmuştur. Artan PRO dozları yaprak Mn içeriğini artırarak, 40 mM dozunda 32.08 mg kg<sup>-1</sup> düzeyine çıkarmıştır. Bu durum istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Şekil 4.65; Ek-7).



Şekil 4.65. Prolinin Memecik zeytin yaprağının Mn içeriğine etkisi

#### 4.7.12. Yaprak B İçeriğine Etkisi

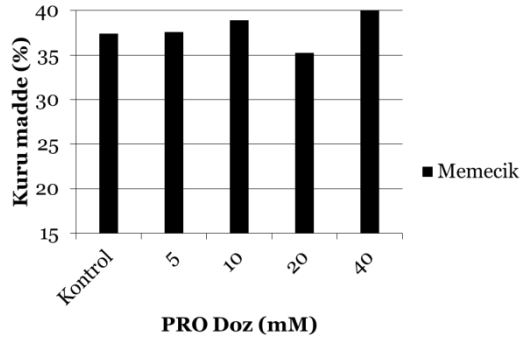
Memecik zeytin çeşidinde kontrol bitkisinde 13.50 mg kg<sup>-1</sup> olan yaprak B içeriği PRO uygulama dozları ile artırmıştır. Bu etki istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.66; Ek-7).



Şekil 4.66. Prolinin Memecik zeytin yaprağının B içeriğine etkisi

#### 4.7.13. Yaprak Kuru Madde İçeriğine Etkisi

Yapraktan PRO uygulamaları yaprakların kuru madde içeriklerini ise önemli düzeyde etkilememiştir (Şekil 4.67. Ek-7).

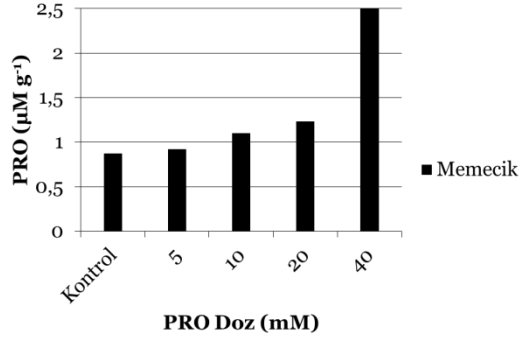


Şekil 4.67. Prolinin Memecik zeytin yaprağının kuru madde içeriğine etkisi

### 4.8. Prolin Uygulamasının Memecik Zeytin Çeşidinin Biyokimyasal İçeriğine Etkisi

#### 4.8.1. Yaprak PRO İçeriğine Etkisi

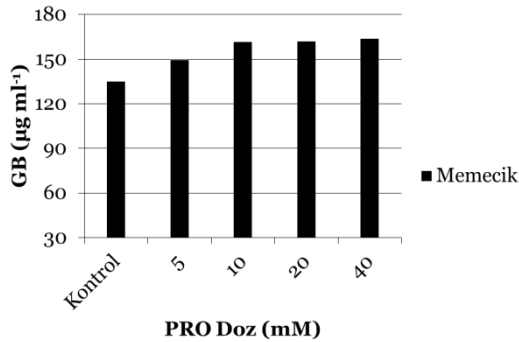
Memecik zeytin çeşidine yapraktan uygulanan PRO, yaprakların PRO miktarlarında artış meydana getirmiş, bu artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.68; Ek-8).



Şekil 4.68. Prolinin Memecik zeytin yaprağının PRO içeriğine etkisi

#### 4.8.2. Yaprak GB İçeriğine Etkisi

Prolin uygulama dozları Memecik zeytin çeşidinde yaprakların GB içeriklerini arttırmıştır. Ancak bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Şekil 4.69; Ek-8).

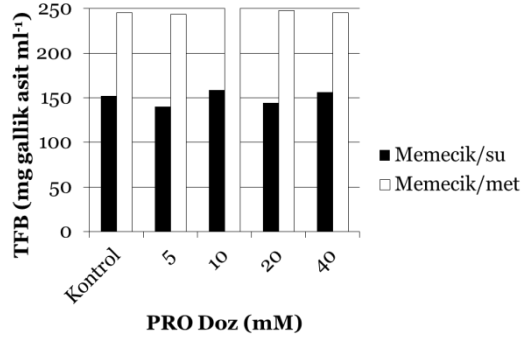


Şekil 4.69. Prolinin Memecik zeytin yaprağının GB içeriğine etkisi

#### 4.8.3. Yaprak TFB İçeriğine Etkisi

Prolin uygulamaları su ekstraksiyonu yapılan yaprakların TFB içeriklerini kontrole kıyasla 5 mM PRO dozunda önce azaltmış daha sonra arttırmıştır. Değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Benzer etki metanol ekstrelerinde de gözlenmiş ancak metanol ekstrelerindeki bu durum istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Şekil 4.70; Ek-8).

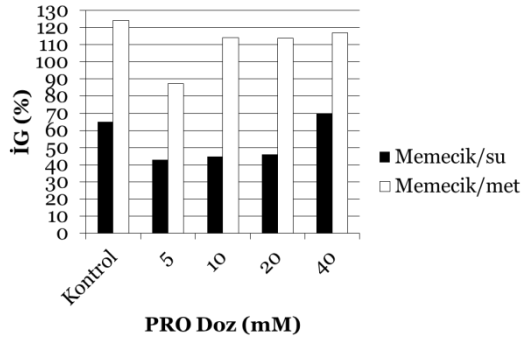




Şekil 4.70. Prolinin Memecik zeytin yaprağının TFB içeriğine etkisi

#### 4.8.4. Yaprak İG Düzeyine Etkisi

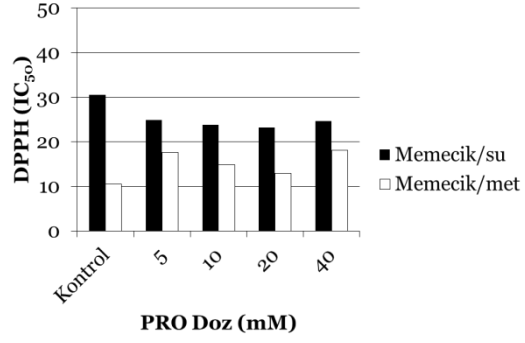
Yaprakların İG düzeyi hem su hem de metanol ekstralarında kontrole göre 5 mM PRO dozu ile önce azalmış daha sonra yine artışa geçmiştir. Bu durum istatistiki olarak önemli bulunmuştur. (Şekil 4.71; Ek-8).



Şekil 4.71. Prolinin Memecik zeytin yaprağının İG düzeyine etkisi

#### 4.8.5. Yaprak DPPH Süpürme Aktivitesine Etkisi

Prolin uygulaması su ekstraksiyonu metodunda yaprakların DPPH aktivitesini kontrol uygulamasına ait yapraklarda düşürmüş, metanol ekstraksiyonu metodunda ise arttırmıştır. Değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.72; Ek-8).



Şekil 4.72. Prolinin Memecik zeytin yaprağının DPPH süpürme aktivitesine etkisi

## 5. TARTIŞMA

### 5.1. Osmoprotektanların Yaprakların Kimyasal İçeriği Üzerine Etkileri

Toprakların tuzlanması toprak çözeltisinde çözünmüş tuz miktarındaki aşırı artışı ifade eden bir süreçtir. Eğer bir toprağın saturasyon ekstraktındaki elektriksel geçirgenlik (EC)  $4 \text{ dS m}^{-1}$ 'nin üzerine çıkarsa o toprak tuzlu olarak kabul edilir (US Salinity Laboratory Staff, 1954). Bununla beraber tuzluluğa ilişkin sınır değerler toprak su rejimi, iklim ve bitki türünü de içeren pek çok faktör nedeniyle değişiklik gösterebilir (Maas, 1986). Zeytin (*Olea europaea* L.) genellikle maksimum ürün elde etmek için sulama yapmanın zorunlu olduğu kurak bölgelerde yetiştirilir. Böyle alanlarda kullanılan sulama sularının çözünmüş tuz içerikleri genellikle yüksektir. Buna ek olarak yeterli sulama suyu olmayan bölgelerde atık sular da arıtılarak sulama suyu olarak kullanılır. Ancak söz konusu atık sular normalden daha yüksek çözünmüş tuz içerir ve zamanla toprak tuzluluğu artar, verim düşer (Lauchli ve Epstein, 1990; Maas, 1990). Daha önce yapılan çalışmalar zeytin çeşitlerinde tuzluluğa olan tepkileri açısından farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur (Tattini vd., 1992; Demiral, 2005).

Toprak tuzluluğunda meydana gelen bir artış genellikle bitki su alımında bir azalmaya neden olur. Bitkilerin pasif yolla bitki besin maddelerini almaları, su alımları ile ilgilidir ve su alımındaki herhangi bir azalma  $\text{NO}_3^-$ , K, Zn ve Ca gibi bitki besin maddelerinin alımlarında da bir azalma yaratır. Buna ek olarak tuzlu toprak çözeltisinin bileşiminde meydana gelen bir dengesizlik Cl, Na veya Mg gibi elementlerin alınan miktarlarının aşırı düzeyde artmasına neden olur. Bu iyonların konsantrasyonlarındaki bir artış ya bitkilere doğrudan toksik bir etki yapar ya da bitki besin maddesi metabolizmasındaki dengesizlikleri teşvik eder (Ghafoor vd., 2004). Tüm bu süreçler verimde azalmayla sonuçlanır.

Çalışmamızda tuz stresi altındaki Gemlik ve Memecik zeytin çeşitlerine belirli periyotlarla yapraktan uygulanan GB ve PRO'nun yaprak KM (%) içeriğine çok belirgin bir etkisi olmamıştır. Kasırğa (2009), kök bölgesinde artan tuz düzeyinin Gemlik zeytin çeşidinin yaprak KM (%) içeriğinde istatistiki olarak önemli bir değişime neden olmadığını belirlemiştir.

Zeytin tuzluluğa orta düzeyde tolerant bir bitkidir (Maas, 1986) ve toprak çözeltisinin elektriksel iletkenliği  $4-6 \text{ dS m}^{-1}$  olduğunda verim kaybı % 10 seviyelerinde olmaktadır (Therios ve Misopolinos, 1988). Daha önceki çalışmalar tuzluluğa toleranslı bitkilerin maksimum büyüme potansiyellerini ortaya koymak için tuza hassas bitkilerle karşılaştırıldığında toprak çözeltisinde daha yüksek bir tuz konsantrasyonuna ihtiyaçları olduğunu ortaya koymuştur (Demiral, 2003; Ksouri vd., 2007). Staples ve Toenniessen (1984)'e göre pek çok bitki türünde tuzluluğa bağlı olarak şekillenen  $\text{Cl}^-$  taşınımı ile büyümenin gerilemesi arasında herhangi bir ilişki bulunmamaktadır. Bununla beraber  $\text{Na}^+$  açısından durum daha farklıdır. Yapraklardan  $\text{Na}^+$  un aşağı taşınması ve köklerden dışarı atılması ile KM (%) düzeyindeki azalış arasında önemli ilişkiler bulunmaktadır. Görüldüğü gibi tuzlu şartlar altında yaprak kuru madde üretiminin devamlılığı daha çok  $\text{Na}^+$  ile ilgilidir. Çalışmamızda Gemlik zeytin çeşidi artan GB ve PRO dozlarının uygulaması altında yaprak Na konsantrasyonlarını hızla azaltırken (bu etki daha çok kontrol uygulaması ile osmoprotektan dozları arasında ortaya çıkmıştır) Memecik zeytin çeşidi daha farklı bir tepki göstermiş; PRO uygulaması altında Memecik zeytin çeşidinin yaprak Na içeriği 5 mM PRO dozunda artmış, daha sonra yavaşça azalmış; GB uygulaması altında ise kontrole ve 5 mM GB dozuna kıyasla 10 mM GB dozundan itibaren yavaş yavaş artmış ancak bu artış istatistiki bakımdan önemli bulunmamıştır.

Sonuçlar osmoprotektan uygulaması altında tuzluluğa tepki açısından çalışmada kullanılan iki çeşit arasında farklılıklar bulunabileceğini; Gemlik zeytin çeşidinin söz konusu şartlar altında yaprak Na içeriğini Memecik çeşidi ile kıyaslandığında daha iyi kontrol ettiğini, olasılıkla GB ve PRO uygulaması altında Gemlik yaprak KM (%) içeriğinin kontrol uygulamasına kıyasla en yüksek dozlarda bile fazla değişmemesinin bununla ilgili olabileceğini, Memecik çeşidinde ise istatistiki olarak önemli bulunmamakla beraber kontrol uygulamasına kıyasla özellikle 40 mM osmoprotektan uygulamalarından elde edilen KM (%) miktarında artışlar olduğunu ortaya koymuştur.

Çalışmada kullanılan osmoprotektanların yaprak N içeriğine olan etkisi kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında tüm çeşitlerde olumlu yönde etkili olmuştur. Bununla beraber bu artış GB'nin Memecik çeşidine uygulanmasında istatistik olarak önemli bulunmamıştır (Ek-3). GB ve PRO uygulamalarının yaprak N içeriğini arttırmasının ilk nedeni olasılıkla her iki bileşiğin de N içermesidir. Bununla beraber söz konusu sonuç kontrol uygulamasıyla karşılaştırıldığında GB

ve PRO uygulamalarının kök bölgesindeki tuzluluğun bitkide yarattığı stresin azaltılmasına olan katkısıyla da ilgili olabilir. Kasırğa (2009), Gemlik zeytin çeşidinde artan tuzluluğa bağlı olarak yaprak N içeriğinde kontrol uygulamasına kıyasla % 4.3 azalma olduğunu bildirmiştir. Benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından da (Peuke vd., 1996; Rubinigg vd., 2003) elde edilmiştir. Rubinigg vd. (2003)' e göre *Plantago maritima* L. bitkisinde tuzlu şartlarda köklerden gövdeye N taşınımının azalması ksilem iletim demetlerindeki yukarı doğru çözelti taşınımının azalması ile ilgilidir. Araştırmacı söz konusu durumu tuzlu şartlarda bitki transpirasyon oranına bağlı olarak  $\text{NO}_3^-$  veya amino asitlerin taşınmasındaki azalma ile ilişkilendirmektedir. Diğer bir olasılık ise  $\text{Cl}^-$  ve  $\text{NO}_3^-$  iyonlarının ksilem iletim demetlerine yüklenmesinde görev alan anyon kanallarının söz konusu anyonlar için benzer geçirgenliğe sahip olmasıdır (Köhler ve Raschke, 2000). Bu durumda olasılıkla artan GB ve PRO dozları yapraklara  $\text{Cl}^-$  taşınmasını kontrol altına alarak yaprak N miktarını arttırmış olabilir. Kasırğa (2009) artan kök bölgesi tuzluluğunda Gemlik zeytin çeşidinin yaprak N ve Cl içeriği arasında önemli ve negatif yönlü bir istatistiki etkileşimin olduğunu rapor etmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar hem Gemlik hem de Memecik çeşidinin yaprak Cl içeriğinin osmoprotektan uygulamasına bağlı olarak azaldığını ortaya koymuştur. Bu durum yaprak Cl konsantrasyonundaki azalmanın yaprak P içeriğinden çok N içeriği ile ilgili olabileceğini düşündürmektedir.

Yapraktan uygulanan osmoprotektan maddelerin Gemlik ve Memecik çeşitlerinin yaprak P konsantrasyonlarına olan etkisi farklı olmuştur. Osmoprotektan uygulaması Gemlik zeytin çeşidinde kontrole kıyasla yaprak P içeriğini istatistiki olarak önemli düzeyde azaltmıştır (Ek-1, Ek-5). Memecik çeşidinde ise aynı koşullarda yaprak P içeriğinde bir artış gözlenmiştir. Ancak bu etki sadece PRO uygulamasında istatistik olarak önemli bulunmuş (Ek-7), GB uygulamalarının Memecik zeytin çeşidinde yaprak P içeriğine etkisi önemli bulunmamıştır (Ek-3).

Benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir. Chabra vd. (1976)'a göre P ve Cl elementlerinin köklere alınmaları sırasında yaşadıkları rekabet tuzlu şartlar altında P alınımını azaltmaktadır. Bununla beraber diğer bazı sonuçlar tuzluluğun bitkide P alınımını arttırdığı yönündedir (Martinez vd., 1996b). Bitkiler iki farklı P alım sistemine sahiptir. (1) High affinity (düşük P konsantrasyonlarında P alımı) system, (2) Low affinity (daha yüksek P konsantrasyonlarında P alımı) system (Furihata vd., 1992). "Low affinity system"

asıl P alım sistemi olarak değerlendirilir (Dunlop vd., 1997) ve aktivitesi plazma membranlarındaki ve tonoplastlardaki çoklu iyon taşıyıcıların varlığıyla ilgilidir (Schachtman vd., 1998). Kasırğa (2009) artan kök bölgesi tuzluluğunda Gemlik zeytin çeşidinde yaprak P içeriğinin kontrol uygulamasına göre arttığını yapraklarda yeterli miktarda P biriktirebildiğini, dolayısıyla Gemlik zeytin çeşidinde kök bölgesindeki yüksek Cl içeriğine bağlı bir P alımında azalma olmadığını belirtmiştir. İki çeşit açısından tüm şartların eşit olduğu düşünüldüğünde osmoprotektan uygulamasının Gemlik ve Memecik çeşitlerinin yaprak Cl içeriğine olan etkileri açısından bir farklılık yaratıp yaratmadığına bakılması gerekmektedir.

Yapraktan uygulanan farklı osmoprotektan maddelerin tuz stresindeki Gemlik ve Memecik çeşitlerinde yaprak K içeriğine belirgin bir etkisi olmamıştır. Uygulama dozları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmamakla beraber (GB'nin Memecik çeşidinde yaprak K içeriğine etkisi hariç) bu değişim genel olarak bir dalgalanma şeklinde gerçekleşmiştir. Kasırğa (2009), artan tuz dozlarının Gemlik zeytin çeşidinde yaprak K içeriğine etkisini araştırdığı çalışmasında artan tuzluluğun yaprak K içeriğini istatistiki olarak önemli düzeyde azalttığını ortaya koymuştur. Benzer bir değişim yaprak Ca içeriğinde de belirlenmiştir. Buna karşılık kontrole kıyasla tuzlu ortamda yetiştirilen Gemlik zeytin çeşidi yapraklarının Mg içeriğinde bir artış görülmüştür (Kasırğa, 2009). Çalışmamızda ise PRO uygulamasına bağlı olarak Gemlik çeşidi yaprak Ca ve Mg içerikleri kontrole kıyasla istatistiki olarak artarken (Ek-5), Memecik çeşidinde kontrole kıyasla azalmıştır (Ek-7). GB uygulamasına bağlı olarak Gemlik çeşidinin yaprak Ca ve Mg içerikleri kontrole kıyasla artmış (bu etki Mg için istatistiki olarak önemli bulunmamıştır) (Ek-1), Memecik çeşidinde ise kontrole kıyasla azalmıştır (Ek-3).

Ghafoor vd. (2004)' a göre bitkilerde besin maddelerinin pasif yolla alınması suyun alımıyla ilgilidir ve suyun yarayışlılığındaki herhangi bir azalma bitki besin maddelerinin alımını azaltır. Buna ek olarak, tuzlu toprak çözeltisinin bileşimindeki bir dengesizlik bazı iyonların aşırı ya da yetersiz alımına neden olabilir. Melgar vd. (2006), Ca'un alımının ve bitkideki taşınımının doğrudan Na'un alınması ve taşınması ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Bütün bu literatür bilgileri ışığında tuz stresi altındaki Gemlik zeytin çeşidinde yapraklardan artan dozlarda yapılan osmoprotektan uygulamasının kontrole kıyasla yaprak Na içeriğini azalttığını, bu durumun da yaprak Ca ve Mg içeriğinde bir artış

gerçekleşmesine neden olduğunu söyleyebiliriz. Öte yandan aynı koşullar altında yaprak Na içeriği osmoprotektan uygulamasına bağlı olarak artan (ya da istatistiki olarak değişim göstermeyen) Memecik çeşidinde ise Gemlik çeşidindekinden farklı olarak yaprak Ca ve Mg içeriğinin azalmış olduğunu söyleyebiliriz. Osmoprotektan uygulamalarına karşın belirgin bir değişim göstermeyen Gemlik ve Memecik yaprak K içeriğinin Gemlik çeşidinde artan Ca ve Mg içeriğine bağlı olarak, Memecik çeşidinde ise artan Na içeriğine bağlı olarak değişmediğini söyleyebiliriz.

Tuz stresi altındaki Gemlik ve Memecik çeşitlerine uygulanan osmoprotektanların yaprak Fe, Mn, Zn, Cu konsantrasyonlarına etkisi farklı olmuştur. Bazı dalgalanmalar olmakla beraber PRO uygulaması Gemlik çeşidinde kontrole kıyasla en yüksek uygulama dozunda Fe, Mn, Zn ve Cu konsantrasyonunu artırmıştır (Ek-5). PRO uygulamasının Memecik çeşidine olan etkisi ise daha az belirgin olmuş, Mn ve Zn’da dozlara bağlı olarak bir artış gerçekleşirken Zn’daki değişim istatistiki olarak önemli bulunmamış, Fe’de ise değişim bir dalgalanma şeklinde olmuştur (Ek-7).

GB uygulamasına bağlı olarak Gemlik zeytin çeşidinde kontrole kıyasla en yüksek uygulama dozunda (40 mM) Mn, Zn ve Cu istatistiki olarak önemli düzeyde artmış, Fe’de ise bir dalgalanma olmuştur (Ek-1). GB uygulamalarının Memecik çeşidinde yaprak Zn ve Cu içeriğine etkisi önemsiz bulunmuş, Mn içeriği kontrole kıyasla uygulama dozlarının tümünde daha yüksek belirlenmiş, Fe’de ise bir dalgalanma gerçekleşmiştir (Ek-3).

Ağır metal grubu mikro elementlere göre Gemlik ve Memecik çeşitlerinin yaprak B içerikleri osmoprotektan uygulamasından çok daha belirgin bir şekilde etkilenmiştir. PRO uygulaması Gemlik çeşidinde yaprak B içeriğini kontrole kıyasla tüm uygulama dozlarında doğrusal olarak artırmış ve bu artış istatistiki yönden önemli bulunmuştur (Ek-5). PRO uygulamasının Memecik çeşidinde B içeriğine etkisi ise 10 mM PRO uygulamasına kadar artmış daha sonra giderek azalmıştır (Ek-7). GB uygulaması ise Gemlik yaprak B içeriğinde doğrusal bir artış yaratırken (Ek-1), Memecik zeytin çeşidinde kontrole kıyasla GB uygulaması arasında istatistiki yönden bir artış ortaya koymuştur (Ek-3).

Grattan ve Grieve (1999)’e göre tuzlulukla mikro bitki besin maddeleri arasındaki ilişki oldukça karmaşıktır. Farklılıklar bitki tipine, analizi yapılan dokuya, tuzluluk

düzeyine ve tuzluluğu oluşturan minerallerin bileşimine, yetiştirme ortamındaki mikro element konsantrasyonuna, yetiştirme şartlarına ve çalışmanın süresine göre değişebilmektedir.

Çalışmamızda da osmoprotektan uygulamalarına bağlı olarak yaprak mikro bitki besin maddesi konsantrasyonu çeşitler bazında farklılıklar göstermiş, yine topraktaki ve bitkideki davranışları çok benzer olmasına rağmen ağır metal grubu mikro elementler (Fe, Mn, Zn, Cu) arasında farklılıklar belirlenmiştir. Bu açıdan çalışmada elde edilen sonuç Grattan ve Grieve (1999)'in verilerine uymaktadır. Bununla beraber genel olarak tuz stresi altındaki zeytin çeşitlerine uygulanan osmoprotektanların yaprakların mikro element konsantrasyonlarında kontrole kıyasla artışa neden olduğunu söyleyebiliriz. Benzer şekilde B elementi de pasif olarak alınan ve taşınan bir element olduğu için osmoprotektan uygulamalarına paralel olarak azalan stres düzeyi sonucu giderek artan dozlarda bitki tarafından alınmıştır.

## **5.2. Osmoprotektanların Yaprakların Biyokimyasal İçeriği Üzerine Etkileri**

Doğal olarak kurak ve yarı kurak bölgelerin bitkisi olan zeytinin tuzluluk ve kuraklık gibi abiyotik stres faktörlerinin olumsuz etkilerine karşı bir antioksidatif savunma sistemi geliştirdiği bilinmektedir (Lauchli ve Epstein, 1990; Maas, 1990). Fenolik bileşikler doğal antioksidanlardır (Boskou ve Visioli, 2003) ve bu metabolitlerin bitkideki biriken düzeyleri stres altındaki bitkilerin antioksidatif savunma mekanizmalarının biyosisteminin tahmininde kullanılabilir. Bu amaçla DPPH süpürme aktivitesi ve İG analiz yöntemleri kullanılabilir. DPPH süpürme aktivitesi analiz yöntemi hücrelerde oksidatif stres olarak bilinen biyolojik hasara neden olan serbest radikalleri etkisiz hale getiren antioksidan kapasitenin belirlenmesinde kullanılan, en kolay, hızlı, hassas ve güvenilir yollardan biridir (Koleva vd., 2002; Huang vd., 2005). Buna ek olarak İG antioksidanların eylem mekanizmalarından biridir (Jayaprakasha vd., 2000).

Tuzluluğa maruz kalan bitkilerde genellikle hücrelerde su potansiyeli düşer. Tester ve Davenport (2003)'a göre tuz stresindeki bitkiler turgorlarını ve su alımlarını sürdürmek için içsel su potansiyellerini toprak su potansiyelinin altına düşürmek zorundadır. Bu ozmotik olarak düzenleme yapılmasını gerektirir. Bunun için iki yol vardır: (1) toprak çözeltisindeki çözülmüş inorganik maddeleri absorbe etmek,



(2) metabolik olarak faydalı bazı biyokimyasal molekülleri (sekonder metabolitler) sentezlemek. Bu noktada bitkiler bir ikileme düşerler. Toprak çözültisindeki  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  gibi çözülmüş iyonları almak çok düşük enerji harcamayı gerektirir. Ancak bu iyonlar hücre özsuyunda toksik etkiler yaratır. Öte yandan biyokimyasal moleküller toksik değildir ancak sentezleri yüksek düzeyde enerji gerektirir. Bununla beraber biyokimyasal moleküllerin kullanımı bazı avantajlar içerir: (1) Bu moleküller bitki metabolizmasıyla etkileşime girmeden yüksek düzeylerde biriktirebilir (Williamson vd., 2002). (2) Özel hidrofilik yapıları nedeniyle osmoprotektif özellikleri vardır. Proteinlerin, protein komplekslerinin ve membranlarının yüzeyindeki suyun yerine geçebilirler.

Çalışmamızda tuz stresi altındaki Gemlik ve Memecik çeşitlerine yapraktan yapılan PRO uygulaması yaprak PRO içeriğini olumlu yönde ve istatistiki olarak önemli düzeylerde etkilemiştir (Ek-6, Ek-8). Kontrol uygulamasına ait bitkilere bakıldığında Memecik çeşidinin Gemlik çeşidine göre tuz stresi altındayken doğal olarak daha yüksek PRO sentezleme kapasitesine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Yine artan PRO uygulaması yaprak PRO içeriğini Gemlik çeşidi ile karşılaştırıldığında daha yüksek düzeylere çıkarmıştır.

Demiral vd. (2011) Memecik çeşidinde yaptıkları çalışmada tuz stresi altındaki gemlik zeytin çeşidinde yaprak PRO içeriğinin  $8 \text{ dS m}^{-1}$  tuzluluk düzeyine kadar arttığını daha sonra ( $12 \text{ dS m}^{-1}$  tuzluluk seviyesinde) azaldığını belirlemişlerdir. Çalışmamızda bitkilere uygulanan tuzluluk seviyesi de  $8 \text{ dS m}^{-1}$  düzeylerinde tutulmuştur. Bu açıdan sonuçlar arasında benzerlik bulunmaktadır. Ben Ahmed vd. (2009) PRO sentezindeki artışın zeytin bitkisinde tuza tolerans mekanizması ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir.

Deneme bitkilerine uygulanan PRO'nun çeşitlere ait yapraklardaki GB içeriği üzerine olan etkisi ise istatistik olarak önemli bulunmamıştır (Ek-6, Ek-8). Kontrol uygulamasıyla karşılaştırıldığında en yüksek PRO dozu her iki çeşitte de yaprak GB birikimini arttırmıştır. Bu sonuç dışarıdan PRO takviyesinin bitkide benzer fonksiyonlara sahip GB sentezinin ve birikiminin hızını düşürdüğünü ortaya koymaktadır. Subbarao vd. (2001)'ne göre bitkilerin çoğunda GB'nin doğal birikiminin pek çok çevresel stres faktörüne bağlı olarak ortaya çıkan su kaybının olumsuz etkilerini giderebilecek olan düzeyden daha düşüktür.

Çalışmamızda tuz stresi altındaki Gemlik ve Memecik çeşitlerine yapraklardan uygulanan PRO'nun yaprakların DPPH süpürme aktivitesi üzerine olan etkisi çeşitler bazında farklı olmuştur (Ek-6, Ek-8). Her iki çeşitte de su ekstraksiyonu ile elde edilen değerler metanol ekstraksiyonu ile elde edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Benzer bir eğilim Demiral vd. (2011) tarafından tuz stresi altındaki Gemlik zeytin çeşidinin yaprak DPPH süpürme aktivitesinin araştırıldığı çalışmada da elde edilmiştir. Su hidrofilik fenolik maddeleri ekstrakte ederken, metanol hidrofobik fenolik maddelerin ekstraksiyonunda kullanılmaktadır (Demiral vd., 2011). Çalışmamızda yapraklardan PRO uygulaması Gemlik zeytin çeşidinin yapraklarındaki DPPH süpürme aktivitesi düzeyini her iki ekstraksiyon tipinde de 10 mM PRO uygulama düzeyine kadar arttırmış, 20 mM ve 40 mM PRO uygulama dozlarında ise bir azalma meydana gelmiştir. Bu açıdan bakıldığında artan PRO uygulama dozlarına bağlı olarak Gemlik çeşidinin yapraklarındaki artan PRO birikim düzeyleri, 10 mM ile 20 mM PRO uygulama düzeyi arasındaki bir noktada bitkinin stres seviyesini azaltmaya başlamıştır. Memecik çeşidinde ise su ekstraksiyonu ile elde edilen DPPH süpürme aktivitesi düzeyi kontrole kıyasla ilk uygulama dozu olan 5 mM PRO düzeyinde azalmaya başlamış ve dozlar arasında istatistik olarak farklılık bulunmamıştır. Metanol ekstraktlarında ise DPPH süpürme aktivitesi 10 mM düzeyinde azalmaya başlamış ancak 40 mM düzeyinde tekrar artmıştır. Bu açıdan çeşitler arasında fark olduğu görülmektedir.

Demiral vd. (2011)'a göre tuz stresi altındaki Gemlik zeytin çeşidinde yaprakların DPPH süpürme aktivitesi su ekstraksiyonunda  $8 \text{ dS m}^{-1}$  tuzluluk seviyesine kadar artmış daha sonra düşmüştür. Benzer bir eğilim metanol ekstraksiyonu için de söz konusu olmuş,  $8 \text{ dS m}^{-1}$ 'den sonra DPPH süpürme aktivitesi düşmese bile sabit kalmış, artmamıştır. Söz konusu araştırmacılara göre sonuçlar DPPH süpürme aktivitesinin zeytin bitkisinde tuz stresinin etkilerinin giderilmesinde rol alan antioksidanların etki düzeylerinin belirlenmesinde güvenilir bir parametre olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymuştur.

Diğer yandan tuz stresi altındaki Gemlik ve Memecik çeşitlerine yapraklardan artan düzeylerde GB uygulaması her iki çeşitte de PRO uygulamasının Gemlik zeytin çeşidinde yarattığı etkiye benzer bir etki yaratmıştır. Gemlik zeytin çeşidinde DPPH süpürme aktivitesi su ekstraksiyonunda 10 mM GB uygulama dozuna kadar artmış daha sonra azalmıştır. Metanol ekstraksiyonunda ise kontrole kıyasla 5 mM GB uygulamasında bir artış olmuş daha sonra doğrusal bir azalma meydana

gelmiştir. Memecik zeytin çeşidinde ise her iki ekstraksiyon yönteminde de DPPH süpürme aktivitesi 10 mM GB uygulama dozuna kadar artmış daha sonra azalmıştır. Bu açıdan tuz stresi altındaki zeytin bitkilerine uygulanan farklı osmoprotektanların etkileri benzer bulunmuştur.

Çalışmamızda tuz stresi altındaki Gemlik ve Memecik zeytin çeşitlerine yapraktan uygulanan PRO'nun yaprakların TFB içeriğine etkisi belirgin bir değişim göstermemiştir. Her iki çeşitte de metanol ekstraksiyonu ile elde edilen TFB içeriği su ekstraksiyonu ile elde edilen TFB içeriğine göre daha yüksek bulunmuştur (Ek-6, Ek-8). Bu sonuç Demiral vd. (2011)'in tuz stresi altındaki Gemlik zeytin çeşidinde elde ettikleri veriler ile benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda Gemlik zeytin çeşitinin TFB içeriği PRO uygulamasına bağlı olarak kontrole kıyasla ilk uygulama dozu olan 5 mM PRO uygulamasında istatistiki olarak önemli düzeyde azalmış 10 mM ve 20 mM PRO uygulama düzeylerinde de bu seviyesini korumuş 40 mM PRO uygulamasında ise yaklaşık olarak kontrol uygulamasındaki düzeyine yükselmiştir. Metanol ekstraksiyonunda ise kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında tüm GB uygulama dozlarında yüksek düzeylerde TFB birikimine rastlanmıştır. Memecik zeytin çeşidinde ise PRO uygulamasının yaprakların TFB içeriğine etkisi belirgin olmamış, su ekstraksiyonu ile elde edilen TFB içeriği PRO uygulama dozları bazında bir dalgalanma gösterirken metanol ekstraksiyonu ile elde edilen TFB içerikleri arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Eğer tuz stresi altında bitki tarafından sentezlenen TFB'nin birikim düzeyleri bitkilerin stres faktörünün olumsuz etkilerinin yenilmesinde bir belirteç olarak kabul edilecekse Gemlik zeytin çeşidinde yapraktan PRO uygulamasının su ekstraksiyonlarında kontrole kıyasla 5 mM, 10 mM ve 20 mM düzeylerinde bitkide abiyotik stres faktörünün etkilerinin giderilmesine katkıda bulunduğunu ancak bu etkinin 40 mM PRO uygulamasında ortadan kalktığını söyleyebiliriz. 40 mM PRO uygulamasından elde edilen sonuç bu uygulama dozunun bitkiye yaptığı olası toksik etki nedeniyle olabilir. Öte yandan metanol ekstraksiyonu ile elde edilen TFB'nin düzeylerindeki uygulama dozlarına bağlı artış tuz stresi altında hidrofilik ve hidrofobik fenolik bileşikler sentezinin farklı şekillerde etkilendiğini işaret ediyor olabilir.

Pek çok araştırıcı fenolik bileşiklerin sentez ve birikim düzeyinin genellikle bitkilerdeki biyotik ve abiyotik stres faktörleri tarafından tetiklendiğini belirtmiştir (Dixon ve Paiva, 1995; Naczki ve Shahidi, 2004). Bununla beraber farklı görüşler de bulunmaktadır. Örneğin Ksouri vd. (2007)'a göre tuzluluk *Cakile maritima* (cv. Tabarka) bitkisinde TFB birikimini düşürmektedir. Yine Agastian vd. (2000) farklı dut çeşitlerinde TFB ve PRO düzeylerinin düşük tuzluluğa bağlı olarak arttığını (1-2 dS m<sup>-1</sup>), daha yüksek tuzluluk düzeylerinde ise (8-12 dS m<sup>-1</sup>) azaldığını bildirmişlerdir. Memecik çeşidinden elde edilen TFB sonuçları yukarıdaki literatürler tarafından desteklenmektedir.

Tuz stresi altındaki Gemlik ve Memecik çeşitlerine yapraktan uygulanan diğer osmoprotektan olan GB'nin yaprakların TFB içeriğine etkisi açısından su ekstraksiyonu ile elde edilen her iki çeşitte de benzer olmuş ve kontrole kıyasla GB uygulama dozları yaprakların TFB düzeylerini düşürmüştür (Ek-2, Ek-4). Bu azalma Gemlik çeşidinde 20 mM GB uygulama dozunda, Memecik çeşidinde ise 10 mM GB uygulama dozunda kontrole göre istatistiki olarak farklılaşmıştır. Bu sonuç, yapraktan GB uygulamasının Gemlik çeşidinde 20 mM GB, Memecik çeşidinde ise 10 mM GB uygulama dozunda tuz stresinin olumsuz etkilerinin azaltılmasına katkıda bulunduğunu düşündürmektedir. Metanol ekstraksiyonundan elde edilen TFB sonuçları ise Gemlik çeşidinde kontrol uygulamasına kıyasla 20 mM GB uygulamasına kadar artmış, 40 mM GB uygulamasında ise azalmıştır. Bu parametre Memecik çeşidinde ise önemsiz bulunmuştur.

Çalışmamızda tuz stresi altındaki Gemlik ve Memecik zeytin çeşitlerine yapraktan uygulanan PRO'nun yapraklardaki İG düzeyine etkisi incelendiğinde; Gemlik zeytin çeşidinde her iki ekstraksiyonda da kontrole kıyasla ilk dozdan başlayarak bir azalma olduğu belirlenmiştir. Benzer bir görünüm Memecik çeşidi için de söz konusudur. Bununla beraber Memecik çeşidinde İG'deki azalma su ekstraksiyonu için 40 mM PRO uygulama dozunda, metanol ekstraksiyonunda ise 10 mM PRO uygulama dozunda sona ermiştir. Bu açıdan iki çeşit arasında bir fark bulunmaktadır (Ek-6, Ek-8). Deneme bitkilerine yapraktan GB uygulamasında ise Gemlik çeşidinde yaprak İG değerı her iki ekstraksiyonda da kontrol bitkilerine kıyasla 5 mM, 10 mM ve 20 mM uygulama dozlarında azalmış, 40 mM düzeyinde ise artmıştır. Memecik çeşidinde ise yaprak İG değerı su ekstraksiyonunda kontrole kıyasla tüm dozlara ait örneklerde düşerken, metanol ekstraksiyonunda 20 mM GB uygulama dozuna kadar düşmüş, 40 mM GB dozunda ise artmıştır. Her iki çeşitte de GB ve PRO uygulamalarına bağlı olarak methanol ekstraksiyonu

ile belirlenen İG değerlerinden daha yüksek olmuştur (Ek-2, Ek-4). Bu bulgu Demiral vd. (2011) tarafından Gemlik zeytin çeşidinde elde edilen verilerle benzerlik göstermektedir. Aynı araştırmacılar tuz stresine bağlı olarak Gemlik zeytin çeşidinde yapraklardaki İG değerinin her iki ekstraksiyon yönteminde doğrusal olarak azaldığını ortaya koymuştur. Bu sonuç çalışmamızda yapraktan uygulanan osmoprotektanların ancak yapraklardaki İG düzeyini artırmaya başladıkları noktadan itibaren, tuz stresinin bitkilerdeki olumsuz etkilerinin giderilmesinde katkıda bulduklarını ortaya koymaktadır. Bu veriler ise çeşit, uygulanan protektanın türü ve ekstraksiyon yöntemine göre değişmektedir.

Çalışmamızda tuz stresi altında Gemlik ve Memecik çeşitlerine yapraktan uygulanan GB'nin yapraklardaki GB birikimine etkisi incelendiğinde her iki çeşitte de kontrol uygulamasına kıyasla ilk GB uygulama dozunda (5 mM) bir azalma olmuş, yaprak GB içeriği daha sonra doğrusal olarak artmıştır (Ek-2, Ek-4). Bu açıdan çeşitler benzerlik göstermiştir. Bu sonuçtan her iki çeşidin de tuz stresi altında doğal olarak yüksek düzeylerde GB sentezleyebildiğini, yapraktan yapılan uygulamaya bağlı olarak bu sentezin düzeyini azalttıklarını ancak artan GB uygulama dozlarının yapraklardaki birikimi de artırdığını söyleyebiliriz.

## 6. SONUÇ

Kuru madde üzerine elde edilen sonuçlar osmoprotektanların bitkide fotosentetik aktivitenin dolayısıyla biyokütlenin ifadesi olan kuru madde miktarı üzerine belirgin bir etkisi olmadığını ortaya koymuştur. Bununla beraber yapraktan osmoprotektan uygulamasının çeşitlerin yaprak Na konsantrasyonu üzerine etkisi farklı bulunmuştur. Bu farklılık temelde osmoprotektan uygulaması altında kontrole kıyasla Gemlik zeytin çeşidinde yaprak Na içeriğinin azalmasına; PRO uygulaması yapılan Memecik çeşidinde kontrole kıyasla ilk dozda artmasına, sonra azalmasına; GB uygulamasında ise istatistiki olarak önemli bulunmama ile beraber kontrol ve ilk uygulama dozuna kıyasla diğer dozlarda artmasına neden olmuştur. Fotosentetik aktivitenin gerçekleştiği yapraklara “ilgili tuza ait iyonların ulaştırılmaması stratejisi” tuzluluğa tepki açısından bitkilerin ortaya koyabilecekleri savunma stratejilerinden biri olarak değerlendirildiğinde iki çeşit arasında tuzluluğa tepki açısından bir fark bulunduğu görülmektedir. Aynı türe ait çeşitler arasında bu anlamda bir fark olabileceği bilinmektedir. Bu etkinin Gemlik çeşidinin çelikle köklendirilmiş olması, Memecik çeşidinin ise delice anacı üzerine aşılınmış olması ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Çeşitler arasındaki bu farklılık yaprakların özellikle P, Ca, Mg konsantrasyonları üzerine etkili olmuştur. Bu açıdan bitkiler farklı davranışlar sergilemişlerdir. Denemede kullanılan osmoprotektanların N içeren bileşikler olduğu düşünüldüğünde yapraklardaki N konsantrasyonundaki artışların doğal olduğu söylenebilir. Bununla beraber her iki çeşidin yaprak K konsantrasyonunda istatistiki olarak belirgin bir değişim olmaması üzerinde durulması gereken bir sonuçtur. Osmoprotektanların yaprak Fe, Mn, Zn, Cu içerisine etkisi çeşitler bazında farklı olmuştur. Bununla beraber genel anlamda yapraklarda analizi yapılan tüm mikro element analizlerinde (Cl hariç) osmoprotektan uygulamalarının her iki çeşitte de yaprakların mikro element konsantrasyonlarını olumlu yönde etkilediğini söyleyebiliriz.

Çalışmamızdan elde edilen biyokimyasal sonuçlar, tuz stresi altındaki Gemlik ve Memecik çeşitlerine yapraktan uygulanan PRO'nun kontrole kıyasla tüm dozlarda PRO miktarını artırdığını ortaya koymuştur. Prolinin bitkiler tarafından doğal yollarla sentezlenen bir bileşik olduğu düşünüldüğünde Memecik çeşidinin Gemlik çeşidine göre daha yüksek düzeylerde PRO sentezleme yeteneğine sahip olduğu söylenebilir. Buna ek olarak yapraktan PRO uygulamasının söz konusu çeşitlerdeki PRO sentezleme düzeyini çok fazla azaltmadığı belirlenmiştir. Öte yandan aynı şartlardaki bitkilere yapılan yapraktan GB uygulamasının her iki

çeşitte de kontrole kıyasla ilk dozda GB düzeyini önemli düzeyde azaltması her iki çeşitin de ilgili osmoprotektan maddeyi doğal olarak yüksek düzeylerde sentezleyebildiğini, yapraktan yapılan GB takviyesinin bu sentezi azalttığını dolayısıyla 2. dozda bir azalma meydana geldiğini ancak artan dozlara paralel olarak yapraklardaki GB birikiminin arttığını söyleyebiliriz. Bununla beraber GB sentezleme düzeyi açısından çeşitler arasında bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Öte yandan PRO uygulamasının yapraklarda GB sentezini istatistiki olarak önemli düzeyde etkilemediği, buna karşın GB uygulamasının yapraklardaki PRO düzeyini önemli oranda arttırdığı görülmüştür. DPPH süpürme aktivitesinin tuz stresi altındaki zeytin bitkisine yapraktan uygulanan osmoprotektanlardan önemli düzeyde etkilenen biyokimyasal parametrelerden biri olduğu sonucuna varılmıştır. Memecik zeytin çeşidine PRO uygulaması ile elde edilen DPPH süpürme aktivitesi, su ekstraksiyonu sonuçları hariç, çeşitler benzer bir davranış göstermiştir. Her iki çeşitte de genel olarak DPPH süpürme aktivitesindeki artış, 10-20 mM uygulama dozları arasında konumlanmıştır ve su ekstraksiyonu ile elde edilen düzeyin metanol ekstraksiyonundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar TFB açısından ele alındığında her iki çeşide uygulanan PRO'nun belirgin bir değişime sebep olmadığı belirlenmiştir. Ancak son dozlardaki artış uygulanan osmoprotektanların toksik etkisinin olabileceğini düşündürmektedir. Öte yandan çalışmamızda yapraktan uygulanan osmoprotektanların ancak yapraklardaki İG düzeyini artırmaya başladıkları noktadan itibaren, tuz stresinin bitkilerdeki olumsuz etkilerinin giderilmesine katkıda buldukları düşünülmektedir. Bu etki ise olasılıkla çeşit, uygulanan protektanın türü ve ekstraksiyon yöntemine göre değişmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların, yeni çalışmaların planlanması aşamasında özellikle osmoprotektan maddelerin uygulama dozlarının ve uygulama sıklığının belirlenmesi için yol gösterici olabileceği düşünülmektedir.





## KAYNAKLAR

- Agastian, P., Kingsley, S.J., Vivekanandan, M. 2000. Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. **Photosynthetica**, 38: 287-290.
- Ashraf, M., Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, 59: 206-216.
- Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stressed studies. **Plant and Soil**. 39: 205-207.
- Ben Ahmed C., Ben Rouina, B., Şensoy, S., Boukhriss, M., Ben Abdullah, F. 2009. Saline water irrigation effects on antioxidant defense system and proline accumulation in leaves and roots of field grown olive. **J. Agric. Food Chem**, 57: 11484-11490.
- Boskou D., Visioli, F. 2003. Biophenols in table olives. In: (Vaquero, MP., Garcia-Ariasi, T, Garbajal, A.,) Eds. Bioavailability of Micronutrients and Minor Dietary Compounds. Metabolic and Technical Aspects. Research Signpost.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, 16: 15-30.
- Brown, J.G., Jackson, R.K. 1955. A note on the potentiometric determination of chloride. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.**, 65: 187-193.
- Canözer, Ö. 1991. Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Yayın Dairesi Başkanlığı. Mesleki Yayınlar, Genel: 334, Seri:16. Ankara.
- Chabra, R., Ringoet, A., Lamberts, D. 1976. Kinetics and interaction of chloride and phosphate absorption by intact tomato plants from a dilute nutrient solutions. **Zpflanz Physiol. Bd.**, 78: 253-261.

- Chartzoulakis, K.S. 2005. Salinity and olive: Growth, salt tolerance, photosynthesis and yield. **Agricultural Water Management** 78: 108–121.
- Cha-um, S., Supaibulwatana, K., Kirdmanee, C. 2006. Water relation, photosynthetic ability and growth of thai jasmine rice (*Oryza sativa* L. ssp. indica cv. KDML 105) to salt stress by application of exogenous glycinebetaine and choline. **Journal of Agronomy and Crop Science**, 192:25-36.
- Chen, S., Gollop, N., Heuer, B. 2009. Proteomic analysis of salt-stressed tomato (*Solanum lycopersicum*) seedlings: effect of genotype and exogenous application of glycinebetaine. **Journal of Experimental Botany**, 60: 2005-2019.
- Chen, T.H.H., Murata, N. 2002. Enhancement of tolerance of abiotic stress by metabolic engineering of betaines and other compatible solutes. **Current Opinion in Plant Biology**, 5: 250-257.
- Chen, T.H.H., Murata, N. 2008. Glycinebetaine: an effective protectant against abiotic stress in plants. **Trends in Plant Science**, 13: 499-505.
- Chen, T.H.H., Murata, N. 2011. Glycinebetaine protects plants against abiotic stress: mechanisms and biotechnological applications. **Plant, Cell & Environment**, 34: 1-20.
- Demiral, M.A. 2003. Determination of salt tolerance of stock (*Matthiola tricuspidata*) as a potential oil crop. **Turk J. Agric. For.**, 27: 229-235.
- Demiral, M.A. 2005. Comparative response of two olive (*Olea europaea* L.) cultivars to salinity. **Turk J. Agric. For.**, 29: 267-274.
- Demiral, M.A., Uygun Aktaş, D., Uygun, M., Kasırğa, E., Karagözler, A.A., 2011. Biochemical response of *Olea europaea* cv. Gemlik to short-term salt stress. **Turk J. Biol.**, 35: 433-442.

- Denaxa, N.K., Roussos, P.A., Damvakaris, T., Stournaras, V. 2012. Comparative effects of exogenous glycine betaine, kaolin clay particles and ambiol on photosynthesis, leaf sclerophylly indexes and heat load of olive cv. **Scientia Horticulturae**, 137: 87–94.
- Dixon, R.A., Paiva, N. 1995. Stres-induced phenylpropanoid metabolism. **Plant Cell**, 7: 1085- 1097.
- Dunlop, J., Phung, H.T., Meeking, R., White, DWR. 1997. The kinetics associated with phosphate absorption by Arabidopsis and its regulation by phosphorus status. **Aust J. Plant Physiol.**, 24: 623-629.
- Fallon, K.M., Phillips, R., 1989. Responses to water stress in adapted carrot cell suspension cultures. **J. Exp. Bot.**, 40: 681–687.
- Furihata, T., Suzuki, M., Sakurai, H. 1992. Kinetic characterization of two phosphate uptake systems with different affinities in suspension- cultured *Catharanthus roseus* protoplasts. **Plant Cell Physiol.**, 33: 1151-1157.
- Ghafoor, A., Qadir, M., Murtaza, G. 2004. Salt-Affected Soils: Principles of Management. Lahore, Allied Book Centre Publ. Pp. 110-123.
- Grattan, S.R., Grieve, C.M. 1999. Salinity- mineral nutrient relations in horticultural crops. **Sci Hortic.**, 78: 127-157.
- Grieve, C.M., Grattan, S.R. 1983. Rapid assay for determination of water soluble quaternary ammonium compounds. **Plant and Soil**. 70: 303-307.
- Hale, M.G., Orcutt, D.M. 1987. The Physiology of Plants Under Stress. 206 pp. ISBN 0-471-88997.
- Heuer, B. 2003. Influence of exogenous application of proline and glycinebetaine on growth of salt-stressed tomato plants. **Plant Science**. 165: 693-699.
- Huang, D., Ou, B., Prior, R.L. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **J. Agr. Food Chem**. 53: 1841-1856.
- Itai, C., Paleg, L.G. 1982. Responses of water-stressed *Hordeum distichum* L. and *Cucumis sativus* to proline and betaine. **Plant science Letters**, 25: 329-335.

- Jayaprakasha, G.K., Negi P.S., Sikder, S., Lingamallu, J.M., Sakariah, K.K. 2000. Antibacterial activity of *Citrus reticulata* peel extracts. **Zeitschrift fur Naturforschung C- A Journal of Biosciences**, 55: 1030-1034.
- Kacar, B., İnal, A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım. Yayın No:1241. Ankara.
- Kacar, B., Katkat, V.A., Öztürk, Ş. 2010. Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım. ISBN:9755918337 Ankara.
- Kasırğa, E. 2009. Tuzluluğun Gemlik Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidine Etkilerinin İncelenmesi. ADÜ. Fen Bilimleri Ens., Y. Lisans Tezi., Aydın.
- Kchaou, H., Larbi, A., Gargouri, K., Chaieb, M., Morales, F., Msallem, M. 2010. Assessment of tolerance to NaCl salinity of five olive cultivars, based on growth characteristics and Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> exclusion mechanisms. **Scientia Horticulturae**, 124: 306–315.
- Koleva, II, Van Beek, T.A., Linssen, JPH., Groot, A., Evstatieva, L.N. 2002. Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. **Phytochem .analysis**, 13: 8-17.
- Köhler, B., Raschke, K. 2000. The delivery of salts to the xylem. Three types of anion conductance in the plasmalemma of the xylem parenchyma of roots of barley. **Plant Physiol.** 122: 243-254.
- Ksouri, R., Megdiche, W., Debez, A., Falleh, H., Grignon C., Abdelly, C. 2007. Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile maritime*. **Plant Physiology and Biochemistry.** 45: 244-249.
- Lauchli, A., Epstein, E. 1990. Plant Responses Tos Aline and Sodic Conditions. In Agricultural Salinity Assesment and Management. (Ed. KK Tanji). NY: ASCE Manual No. 71: 113-137.
- Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Volume II. Water, Radiation, Salt, and Other Stresses. 607 pp. ISBN 0-12-445502-6.

- Little, T.M., Hills, F.J. 1978. *Agricultural Experimentation: Design and Analysis*. John Wiley & Sons. New York.
- Lopez, C.M.L., Takahashi, H., Yamazaki, S. 2002. Plant–water relations of kidney bean plants treated with NaCl and foliarly applied glycinebetaine. **Journal of Agronomy and Crop Science.**, 188:73-80.
- Maas, E.V. 1986. Salt tolerance of plants. **Applied Agr. Res.**, 1: 12-26.
- Maas, E.V. 1990. Crop salt tolerance. In *Agricultural Salinity Assessment and Management*. (Ed. KK Tanji). NY: ASCE Manual No. 71: 262-304.
- Martinez, C.A., Maestri, M., Lani, E.G. 1996a. In vitro salt tolerance and proline accumulation in Andean potato (*Solanum* spp.) differing in frost resistance. **Plant Science**. 116:177-184.
- Martinez, V., Bernstein, N., Lauchli, A. 1996b. Salt-induced inhibition of phosphorus transport in lettuce plants. **Physiol. Plant**, 97: 118-122.
- McCue, R.F., Hanson, A.D., 1990. Drought and salt tolerance: towards understanding and application. **TIBTECH** 8, 358–362.
- Melgar, J.C., Benlloch, M., Fernandez- Escobar, R. 2006. Calcium increases sodium exclusion in olive plants. **Scientia Horticulturae**, 109: 303-305.
- Mickelbart, M.V., Chapman, P., Collier-Christian, L. 2006. Endogenous levels and exogenous application of glycinebetaine to grapevines. **Scientia Horticulturae**, 111: 7-16.
- Munns, R., Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, 59: 651-681.
- Naczka M., Shahidi, F. 2004. Extraction and analysis of phenolics in food. **J. Chromatogr A**. 10054: 95-111.
- Oyaizu, M. 1986. Studies on products of browning reaction: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. **Jap J Nutr**. 44: 307-315.

- Özcan, H., Turan, M.A., Koç, Ö., Çıkılı, Y., Taban, S. 2000. Tuz stresinde bazı nohut (*Cicer aietinum* L. Cvs.) çeşitlerinin gelişimi ve prolin, sodyum, klor, fosfor ve potasyum konsantrasyonlarındaki değişimler. **Turk. J. Agric. For.** 24: 649-654.
- Peuke, A.D., Glaab, J., Kaiser, W.M., Jeschke, W.D. 1996. The uptake and flow of C, N and ions between roots and shoots in *Ricinus communis* L. IV. Flow and metabolism of inorganic nitrogen and malate depending on nitrogen nutrition and salt treatment. **J. Exp. Bot.** 47: 377-385.
- Raza, S.H., Athar, H.R., Ashraf, M., Hameed, A. 2007. Glycinebetaine-induced modulation of antioxidant enzymes activities and ion accumulation in two wheat cultivars differing in salt tolerance. **Environmental and Experimental Botany**, 60: 368-376.
- Rhodes, D., Hanson, A.D. 1993. Quarternary ammonium and tritry sulfonium compounds in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology & Plant Molecular Biology**, 44: 357-384.
- Rubbinigg, M., Posthumus, F., Ferscheke, M., Elzenga, J.T.M., Stulen, I. 2003. Effects of NaCl salinity on <sup>15</sup>N-nitrate fluxes and spesific root lenght in the halophyte *Plantago maritima* L. **Plant and Soil**, 250 (2): 201-213.
- Schachtman, D.P., Reid, R.J., Ayling, S.M. 1998. Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. **Plant Physiol.**, 116: 447-453.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela- Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and atioxidants by means of Folin-Ciocealtea reagent. **Methods in Enzimology**, 299:152-178.
- Staples, R.C., Toenniessen, G.A. 1984. Salinity Tolerance in Plants. Strategies for Crop Improvement. A. Wiley- Interscience Publication. John Wiley and Sons Inc. NY.
- Stewart, G.R., Lee, J.A. 1974. The role of proline accumulation in halophytes. **Planta**.120: 279-289.

- Subbarao, G.V., Wheeler, R.M., Levine, L.H., Stutte, G.W. 2001. Glycine betaine accumulation, ionic and water relations of red-beet at contrasting levels of sodium supply. **Journal of Plant Physiology**, 158: 767-776.
- Tabatabaei, S.J. 2006. Effects of salinity and N on the growth, photosynthesis and N status of olive (*Olea europaea* L.) trees. **Scientia Horticulturae**, 108: 432-438.
- Takabe, T., Rai, V., Hibino, T. 2006. Metabolic engineering of glycinebetaine. **Abiotic Stress Tolerance in Plants**: 137-151.
- Tattini, M., Bertoni, P., Caselli, S. 1992. Genotypic responses of olive plants to sodium chloride. **J. Plant Nutr.** 15: 1467-1485.
- Tester, M., Davenport, R. 2003. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**. 91: 503-527.
- Therios, I.N., Misopolinos, N.D. 1988. Genotypic responses to sodium chloride salinity of major olive cultivars (*Olea europaea* L.). **Plant and Soil**. 106: 105-111.
- Tunalıoğlu, R., Gökçe, O. 2002, Ege Bölgesinde Optimal Zeytin Yayılış Alanlarının Tespitine Yönelik Bir Araştırma, Yayın No: 90, Aralık, Ankara.
- U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Dept. Agr. Handbook.60:160 pp.
- Weimberg, R., Lerner, H.R., Poljakoff-Mayber, A., 1984. Changes in growth and water soluble solute concentrations in *Sorghum bicolor* stressed with sodium and potassium. **Physiol. Plant**. 62: 472-480.
- Williamson, J.D., Jennings, D.B., Goo, W. W., Pharr, D.M. 2002. Sugar alcohols, salt stress and fungal resistance: polyos- multifunctional plant protection. **J. Am. Soc. Hortic. Sci**. 127: 467-73.
- Wolf, B. 1974. Improvements in the Azomethin-H method for the determination of boron. **Soil Science and Plant Analysis** 5(1):39-44.

- Yang, X., Lu, C. 2005. Photosynthesis is improved by exogenous glycinebetaine in salt-stressed maize plants. **Physiologia Plantarum**. 124:343-352.
- Yang, W.-J., Rich, P.J., Axtell, J.D., Wood, K.V., Bonham, C.C., Ejeta, G., Mickelbart, M.V., Rhodes, D. 2003. Genotypic variation for glycine betaine in sorghum. **Crop Sci**. 43: 162–169.
- Yürekli, F., Topcuuoğlu, F., Bozcuk, S. 1996. Effect of abscisic acid treatment on proline accumulation in sunflower leaves depending on concentration and time course. **Turkish Journal of Biology**. 20: 81-85.
- Zhao, S.F., Chen, X.Y., Xue, X.N., Zhang, X.G., Li, Y.X. 2007. Physiological and growth responses of tomato progenies harboring the betaine aldehyde dehydrogenase gene to salt stress. **Journal of Integrative Plant Biology**, 49: 628–637.





## EKLER

Ek-1. Yapraktan yapılan GB uygulamasının tuz stresi altındaki Gemlik zeytin çeşidinde bitki besin maddesi ve kuru madde içeriğine etkisi

Glisin Betain Uygulama Dozu (mM)	Makro Bitki Besin Maddesi (%)						Mikro Bitki Besin Maddesi (mg kg <sup>-1</sup> )					(%)	Kuru Madde (%)
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Cl	
Kontrol	2.02c	0.23a	1.43a	0.21b	0.24öd	0.25a	467.20ab	25.36c	32.05ab	6.72b	13.98c	0.41a	38.05b
5	2.13b	0.18b	1.27b	0.41a	0.23	0.05b	572.68a	31.12bc	26.16b	7.12b	16.84b	0.23b	39.60a
10	2.29a	0.18b	1.41a	0.31a	0.28	0.06b	460.24ab	35.04ab	36.03a	11.52a	18.28ab	0.20b	38.70ab
20	2.30a	0.19b	1.42a	0.36a	0.27	0.06b	323.92b	34.72ab	33.60a	11.84a	18.44ab	0.26b	38.91ab
40	2.30a	0.19b	1.39a	0.34a	0.29	0.06b	450.16ab	41.36a	36.15a	13.52a	19.90a	0.25b	39.58a
LSD	0.059	0.018	0.073	0.104	0.085	0.042	208.600	9.152	7.136	2.837	1.778	0.084	1.057

\*Harfler arasındaki fark LSD testine göre % 5 düzeyinde önemlidir.

öd: önemli değil.

Ek-2. Yapraktan yapılan GB uygulamasının tuz stresi altındaki Gemlik zeytin çeşidinde çeşitli biyokimyasal parametrelere etkisi

Prolin Uygulama Dozu (mM)	DPPH (IC <sub>50</sub> )		TFB (mg gallik asit ml <sup>-1</sup> )		İndirgeme Gücü (%)		PRO (μM g <sup>-1</sup> )	GB (μg ml <sup>-1</sup> )
	Su Ekstraksiyonu	Metanol Ekstraksiyonu	Su Ekstraksiyonu	Metanol Ekstraksiyonu	Su Ekstraksiyonu	Metanol Ekstraksiyonu		
Kontrol	28.08b	17.78c	144.17a	223.78a	42.41a	92.23a	0.65b	147.92a
5	32.70ab	24.64a	141.83ab	217.33b	38.88ab	80.71b	1.59a	109.42b
10	42.84a	23.57ab	143.83a	219.78b	27.56c	84.92b	1.39a	115.58b
20	35.98ab	24.02ab	140.50b	217.11b	30.29bc	85.31b	1.56a	117.58b
40	35.85ab	20.83bc	136.17c	226.22a	45.71a	92.64a	1.64a	128.41ab
LSD	13.670	3.581	2.483	3.903	9.686	4.923	0.264	26.700

\*Harfler arasındaki fark LSD testine göre % 5 düzeyinde önemlidir.

öd: önemli değil.

Ek-3. Yapraktan yapılan GB uygulamasının tuz stresi altındaki Memecik zeytin çeşidinde bitki besin maddesi ve kuru madde içeriğine etkisi

Glisin Betain Uygulama Dozu (mM)	Makro Bitki Besin Maddesi (%)						Mikro Bitki Besin Maddesi (mg kg <sup>-1</sup> )					(%)	Kuru Madde (%)
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Cl	
Kontrol	1.98öd	0.18öd	1.42öd	0.37a	0.30a	0.15öd	540.08a	27.12b	34.68öd	10.32öd	13.50b	0.31a	37.52öd
5	2.04	0.21	1.37	0.20b	0.25b	0.15	275.12b	33.52a	31.36	11.12	21.56a	0.25bc	36.96
10	1.89	0.20	1.35	0.22b	0.21bc	0.17	342.96b	35.44a	33.85	11.60	19.08a	0.28ab	39.78
20	1.99	0.22	1.30	0.24b	0.24b	0.22	344.48b	37.44a	31.56	10.96	20.59a	0.20c	40.19
40	2.10	0.20	1.41	0.21b	0.19c	0.23	658.24a	38.40a	32.52	12.88	21.75a	0.23bc	40.08
LSD	0.341	0.038	0.158	0.042	0.042	0.119	172.100	5.148	5.565	2.985	3.671	0.059	4.286

\*Harfler arasındaki fark LSD testine göre % 5 düzeyinde önemlidir.

öd: önemli değil.

Ek-4. Yapraktan yapılan GB uygulamasının tuz stresi altındaki Memecik zeytin çeşidinde çeşitli biyokimyasal parametrelere etkisi

Prolin Uygulama Dozu (mM)	DPPH (IC <sub>50</sub> )		TFB (mg gallik asit ml <sup>-1</sup> )		İndirgeme Gücü (%)		PRO (µM g <sup>-1</sup> )	GB (µg ml <sup>-1</sup> )
	Su Ekstraksiyonu	Metanol Ekstraksiyonu	Su Ekstraksiyonu	Metanol Ekstraksiyonu	Su Ekstraksiyonu	Metanol Ekstraksiyonu		
Kontrol	30.56b	10.59c	152.17a	245.11öd	65.09a	124.12a	0.87c	134.92ab
5	41.85b	16.01b	145.83ab	243.33	53.57b	88.44b	1.57b	93.95b
10	63.03a	22.14a	134.17c	224.22	14.78d	69.78c	2.64a	94.42b
20	36.19b	16.10b	135.50c	236.44	44.52c	84.18bc	1.86b	148.75a
40	40.39b	16.28b	140.50bc	244.22	45.64c	97.30b	1.42b	153.91a
LSD	15.890	4.299	7.148	11.870	4.159	15.500	0.532	45.770

\*Harfler arasındaki fark LSD testine göre % 5 düzeyinde önemlidir.

öd: önemli değil.

Ek-5. Yapraktan yapılan PRO uygulamasının tuz stresi altındaki Gemlik zeytin çeşidinde bitki besin maddesi ve kuru madde içeriğine etkisi

Prolin Uygulama Dozu (mM)	Makro Bitki Besin Maddesi (%)						Mikro Bitki Besin Maddesi (mg kg <sup>-1</sup> )						(%)	Kuru Madde (%)
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Cl		
Kontrol	2.02b	0.23a	1.42ab	0.21c	0.23b	0.25a	467.20b	25.36b	32.05b	6.72d	13.98c	0.42a	38.05ab	
5	2.20a	0.20b	1.44ab	0.30ab	0.30a	0.10b	557.20b	40.16a	34.99b	16.56a	17.33b	0.32ab	37.32b	
10	2.21a	0.20b	1.41b	0.27b	0.29a	0.09b	313.60b	25.28b	35.76ab	9.92c	19.24b	0.26b	37.43b	
20	2.26a	0.19b	1.41b	0.33a	0.31a	0.07b	518.80b	24.00b	30.92b	12.08bc	18.13b	0.25b	38.40ab	
40	2.31a	0.20b	1.53a	0.29ab	0.30a	0.06b	1159.12a	29.92b	42.86a	14.40ab	23.35a	0.20b	38.69a	
LSD	0.119	0.014	0.103	0.042	0.059	0.059	533.60	7.838	7.108	2.741	2.721	0.103	1.177	

\*Harfler arasındaki fark LSD testine göre % 5 düzeyinde önemlidir.  
öd: önemli değil.

Ek-6. Yapraktan yapılan PRO uygulamasının tuz stresi altındaki Gemlik zeytin çeşidinde çeşitli biyokimyasal parametrelere etkisi

Prolin Uygulama Dozu (mM)	DPPH (IC <sub>50</sub> )		TFB (mg gallik asit ml <sup>-1</sup> )		İndirgeme Gücü (%)		PRO (µM g <sup>-1</sup> )	GB (µg ml <sup>-1</sup> )
	Su Ekstraksiyonu	Metanol Ekstraksiyonu	Su Ekstraksiyonu	Metanol Ekstraksiyonu	Su Ekstraksiyonu	Metanol Ekstraksiyonu		
Kontrol	28.08b	17.78c	144.17a	223.78b	42.41a	92.24a	0.65c	147.92öd
5	32.08b	21.05bc	136.83b	236.00a	32.29c	79.98b	0.54c	137.92
10	47.33a	26.80a	137.83b	236.45a	25.52d	74.05b	0.65c	169.08
20	33.96b	23.70ab	138.50b	235.56a	36.11b	60.70c	1.24b	177.42
40	33.88b	23.07abc	144.83a	232.00ab	36.38b	59.02c	1.49a	166.75
LSD	7.385	5.649	2.224	10.640	3.354	8.887	0.216	39.970

\*Harfler arasındaki fark LSD testine göre % 5 düzeyinde önemlidir.

öd: önemli değil.

Ek-7. Yapraktan yapılan PRO uygulamasının tuz stresi altındaki Memecik zeytin çeşidinde bitki besin maddesi ve kuru madde içeriğine etkisi

Prolin Uygulama Dozu (mM)	Makro Bitki Besin Maddesi (%)						Mikro Bitki Besin Maddesi (mg kg <sup>-1</sup> )						(%)	Kuru Madde (%)
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Cl		
Kontrol	1.98ab	0.18d	1.42ab	0.37a	0.29a	0.15b	540.08c	27.12ab	39.11öd	10.32c	13.50c	0.32a	37.40öd	
5	1.89b	0.22c	1.45ab	0.26b	0.25b	0.25a	1722.24ab	27.20ab	34.74	12.00c	19.85b	0.30a	37.61	
10	1.97ab	0.23bc	1.40ab	0.20b	0.21b	0.16b	1347.52abc	24.96b	33.86	13.44c	26.32a	0.21b	38.91	
20	2.08ab	0.26a	1.47a	0.21b	0.24b	0.11bc	2259.52a	31.28a	41.07	17.76b	19.42b	0.15b	35.27	
40	2.14a	0.23b	1.36b	0.22b	0.22b	0.09c	650.40bc	32.08a	40.99	28.00a	18.99b	0.20b	41.97	
LSD	0.220	0.017	0.104	0.059	0.042	0.059	1120.000	5.372	10.610	3.656	3.843	0.042	6.836	

\*Harfler arasındaki fark LSD testine göre % 5 düzeyinde önemlidir.

öd: önemli değil.



Ek-8. Yapraktan yapılan PRO uygulamasının tuz stresi altındaki Memecik zeytin çeşidinde çeşitli biyokimyasal parametrelere etkisi

Prolin Uygulama Dozu (mM)	DPPH (IC <sub>50</sub> )		TFB (mg gallik asit ml <sup>-1</sup> )		İndirgeme Gücü (%)		PRO (µM g <sup>-1</sup> )	GB (µg ml <sup>-1</sup> )
	Su Ekstraksiyonu	Metanol Ekstraksiyonu	Su Ekstraksiyonu	Metanol Ekstraksiyonu	Su Ekstraksiyonu	Metanol Ekstraksiyonu		
Kontrol	30.56a	10.59d	152.17ab	245.11öd	65.09a	124.12a	0.87b	134.92öd
5	24.84ab	17.64ab	139.83c	243.33	42.89b	87.38b	0.92b	149.25
10	23.80b	14.93bc	158.50a	250.45	44.75b	114.31a	1.10b	161.58
20	23.23b	12.95cd	144.17bc	248.00	46.12b	113.77a	1.23b	161.92
40	24.67ab	18.14a	156.50a	245.56	69.61a	116.82a	2.52a	163.81
LSD	6.557	3.041	8.753	14.340	8.796	23.87	1.030	35.32

\*Harfler arasındaki fark LSD testine göre % 5 düzeyinde önemlidir. öd: önemli değil.



## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Seçil KÜÇÜK  
Doğum Yeri ve Tarihi : TİRE 26.11.1987

### EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : EGE Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Toprak Bölümü  
Yüksek Lisans Öğrenimi : ADÜ Fen Bilimleri Enstitüsü  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı  
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

### BİLİMSEL FAALİYETLERİ

- a) Makaleler
- b) Bildiriler

-Tuz Stresi Altındaki Zeytin Bitkisine Yapaktan Uygulanan Osmoprotektanların Yaprak Azot ve Kuru Madde Düzeyine Etkisi. Ulusal Türkiye II. Zeytin ve Zeytinyağı Kongresi (Sözlü) Şanlıurfa, Ekim 2012.

Katıldığı Projeler

### İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : ADÜ Ziraat Fakültesi Araştırma Görevlisi  
2010-Devam ediyor

### İLETİŞİM

E-posta Adresi : secilkucuk@adu.edu.tr  
Tarih : 16.01.2013