



T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ZTO-YL-2009-0003

**TUZLULUĞUN GEMLİK ZEYTİN (*Olea europaea* L.)  
ÇEŞİDİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**Erkan KASIRĞA**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Doç. Dr. Mehmet Ali DEMİRAL**

**AYDIN-2009**

**T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ZTO-YL-2009-0003**

**TUZLULUĞUN GEMLİK ZEYTİN (*Olea europaea* L.)  
ÇEŞİDİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**Erkan KASIRĞA**

**TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Mehmet Ali DEMİRAL**

**AYDIN-2009**

**KABUL VE ONAY SAYFASI****T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE  
AYDIN**

Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Erkan KASIRĞA tarafından hazırlanan “Tuzluluğun Gemlik Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidine Etkilerinin İncelenmesi” başlıklı tez 13/01/2009 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

<b>UNVANI ADI SOYADI</b>	<b>KURUMU</b>	<b>İMZASI:</b>
Doç. Dr. Mehmet Ali DEMİRAL	Adnan Menderes Üniversitesi	.....
Prof. Dr. Nevin ERYÜCE	Ege Üniversitesi	.....
Prof. Dr. F. Ekmel TEKİNTAŞ	Adnan Menderes Üniversitesi	.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nun .....tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**Enstitü Müdürü**  
**Prof.Dr.Serap AÇIKGÖZ**

**İNTİHAL BEYAN SAYFASI**

**Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.**

**Adı-Soyadı  
Erkan KASIRĞA**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### TUZZLULUĞUN GEMLİK ZEYTİN (*Olea europaea* L.) ÇEŞİDİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Erkan KASIRĐA

Adnan Menderes Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Toprak Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mehmet Ali DEMİRAL

Çalışmada 18 litrelik saksılarda 1:1.5 toprak:dere kumu karışımı kullanılarak yetiştirilen bir yaşındaki Gemlik zeytin (*Olea europaea* L.) fidanlarına artan NaCl dozları (kontrol, 2560, 5120 ve 7680 mg L<sup>-1</sup> NaCl; sırasıyla 4.0, 8.0 ve 12.0 dS m<sup>-1</sup> tuzluluk yaratacak şekilde) uygulanmıştır. Tuz çözeltileri yarı yarıya seyreltilmiş Hoagland besin ortamına uygun miktarlarda NaCl tuzu eklenerek elde edilmiştir. Denemede tuz uygulamasının başlatılmasından itibaren saksılar bu çözeltiler ile sulanmıştır. Deneme deseni “tesadüf parselleri deneme desenine” göre 12 tekerrürlü olarak belirlenmiştir. Her saksıya bir adet bitki dikilmiş ve her parselde toplam 12 adet saksı kullanılmıştır. Deneme toplam 48 adet saksıdan oluşmuştur. Deneme dikimden sonra toplam dört ay boyunca sürdürülmüştür. Bu sürenin sonunda saksılar boşaltılmış, bitkiler kök, toprak altı gövde, gövde ve yaprak olarak dört farklı bölüme ayrılmıştır. Söküm işlemi sırasında bitki boyları belirlenmiştir. Laboratuarda kurutulup öğütülen bitki örneklerinde % kuru madde belirlenmiş, Na, Cl, K, Ca, Mg, N, P, Fe, Mn, Zn analizleri yapılmıştır. K/Na, K+Ca+Mg/Na oranları belirlenmiştir. Bor analizi bitki materyalinin yetersiz olması nedeniyle sadece yapraklarda gerçekleştirilebilmiştir. Elde edilen sonuçlar “MSTAT istatistik paket programı” kullanılarak varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Tuzluluk kuru madde miktarını kök örneklerinde azaltmış, toprak altı gövde ve gövdede belirgin bir değişime neden olmamış, yapraklarda ise arttırmıştır. Toplam taze ağırlıkta belirgin bir değişim belirlenmemiştir. Tuzlulukla beraber bitki dokularında genel olarak K, Ca, P, Mn, Zn, B içeriği düşmüştür. Toplam N içeriğinde bir değişim gözlenmezken Mg içeriği artmıştır. K/Na ve K+Ca+Mg/Na oranları önemli düzeyde azalmıştır. Denemede

kullanılan bitkiler artan tuzluluk şartları altında Na ve Cl'un büyük kısmını kök ve gövdede depolayarak fotosentetik organlar olan yaprakları tuzun olumsuz etkilerinden korumaya çalışmıştır.

**2009, 53 sayfa**

**Anahtar Sözcükler:**

NaCl, kuru madde, bitki besin maddesi içeriği, bitki besin maddesi oranı, Gemlik zeytin çeşidi

**ABSTRACT**

M.Sc. Thesis

**INVESTIGATION OF SALINITY EFFECTS ON GEMLIK  
OLIVE (*Olea Europaea* L.) CULTIVAR**

Erkan KASIRĞA

Adnan Menderes University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Agricultural Soil Sciences

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Ali DEMİRAL

In the study, one year-old cv. Gemlik olive (*Olea europaea* L.) seedlings grown in 18 L containers by using 1:1.5 soil:coarse sand mixture were exposed to increasing concentrations of NaCl (control, 2560, 5120 ve 7680 mg L<sup>-1</sup> NaCl which is equal to 4.0, 8.0 ve 12.0 dS m<sup>-1</sup> salinity). The salinity levels were obtained by addition of appropriate amounts of NaCl to half-strength Hoagland solution. The experiment was set up according to completely randomised block design with 12 replications and one plant per container. The experiment was consisted of 48 plants and lasted four 4 months after planting. Then the plants were divided into four different parts; root, subsoil trunk, trunk and leaf. The samples were dried and and ground at the laboratory. Fresh weight, dry matter (%) of the samples were determined Na, Cl, K, Ca, Mg, N, P, Fe, Mn, Zn were analyzed and K/Na, K+Ca+Mg/Na ratios were also measured. Due to insufficient sample amounts B analysis were performed only in the leaf samples.

Analysis of variance was performed for obtained data by using MSTAT statistical program. Mean separation was performed using “least significant difference” (LSD) at  $P \leq 0.05$ . Salinity decreased dry matter in the root of experimental plants, not affected subsoil trunk and trunk samples and increased in the leaves. Total fresh weight of the samples were not affected by salinity. In general, K, Ca, P, Mn, Zn, B contents of the samples reduced with salinity. Total N contents of samples were not affected by salinity while Mg contents increased. Since, K/Na and K+Ca+Mg/Na

ratios decreased significantly. In general experimental plants were kept leaves for their photosynthetic activity by accumulating high amounts of Na and Cl into roots.

**2009, 53 pages**

**Key Words :**

NaCl, dry matter, plant nutrient content, nutrient ratio, cv. Gemlik



## ÖNSÖZ

Tarım arazilerinde artan tuzluluk sorunu, zeytinin artan ekonomik önemine bağlı olarak tuzluluk riski olan taban arazilerin zeytin tarımına açılması, zeytin tarımında sulama ve gübreleme pratiklerinin giderek yaygınlaşması, Ege bölgesi ve ülkemizdeki su kaynaklarında yaşanan hızlı kirlenme ve tuzlanma zeytin bitkisine ait yerel genetik potansiyelin araştırılmasını gerekli kılmaktadır.

Gemlik ülkemizde bilinen 100'ün üzerindeki zeytin çeşidi arasında ekonomik önemi en fazla olanlardan biridir. Doğal yayılım alanı nemli ve serin kuzey bölgeler olan bu çeşide ait çelikler kolayca köklendirilebilmektedir. Son on yılda uygulanan tarım politikalarıyla beraber özellikle Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamında geniş alanlara Gemlik fidanı dikilmiştir. Bu dikim alanları potansiyel bir tuzluluk tehlikesi altındadır. Güney Ege'de de geniş alanlara Gemlik fidanı dikilmektedir. Doğal yayılım alanlarına göre çok daha kurak ve sıcak olan bu bölgelerde Gemlik çeşidinin nasıl bir performans göstereceği henüz bilinmemektedir. Bu nedenle zeytin bitkisine ait yerel genetik potansiyelin kuraklık ve tuz stresi gibi abiyotik stres faktörlerine dayanıklılık açısından araştırılması önem taşımaktadır. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar çerçevesinde uygun bitkisel stokların üretimi sağlanarak vakit geçirmeden üreticiye ulaştırılmalı, uygun sulama ve gübreleme pratikleri oluşturulmalıdır.

Çalışma Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu'nun maddi katkılarıyla (Proje No. FBE-08019) gerçekleştirilmiştir. Bu açıdan söz konusu katkının gerçekleşmesini sağlayan herkese teşekkürü bir borç biliyorum. Son derece mütevazî şartlarda ve özveriyle hazırlanan tez çalışmamdan elde ettiğim sonuçların ülkemizin zeytin tarımına katkı yapacağını ve konu ile ilgili yeni çalışmalara temel oluşturacağını ümit ediyorum. Çalışmalarım boyunca bana destek olan, bana olan güveni sayesinde kendime olan güvenimin artmasını sağlayan tez danışmanım Doç. Dr. Mehmet Ali DEMİRAL'a, laboratuvar çalışmalarındaki katkıları için Toprak Bölümü personeli Araştırma Görevlisi Mustafa Ali KAPTAN ve Laborant Ersin KARADEMİR'e, denemenin kurulmasında yardımlarını esirgemeyen Ziraat Mühendisleri Figen YILMAZ ve Kürşat ÇIRAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

**İÇİNDEKİLER**

Sayfa No

<b>KABUL VE ONAY SAYFASI</b> .....	<b>i</b>
<b>İNTİHAL BEYAN SAYFASI</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÇİZELGELAR DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>RESİMLER DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1. Tuzluluk ile İlgili Temel Kavramlar</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2. Tuzluluğun Bitkilerde Gelişim ve Verim Üzerine Etkileri</b> .....	<b>8</b>
<b>2.3. Tuzluluğun Bitki Besin Maddesi İçeriğine Etkileri</b> .....	<b>11</b>
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1. Bitki Materyali</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2. Yetiştirme Ortamı</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3. Besin Çözeltisi</b> .....	<b>17</b>
<b>3.4. Yöntem</b> .....	<b>17</b>
<b>3.4.1. Bitki Besin Maddesi Analizleri</b> .....	<b>21</b>
<b>4. BULGULAR</b> .....	<b>23</b>
<b>4.1. Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi</b> .....	<b>23</b>
<b>4.1.1. Kuru Madde (%)</b> .....	<b>23</b>
<b>4.1.2. Toplam Taze Ağırlık (g)</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2. Tuzluluğun Bitki Besin Maddelerinin Alınması ve Taşınması Üzerine Etkisi</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2.1. Sodyum</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2.2. Klor</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2.3. Potasyum</b> .....	<b>25</b>
<b>4.2.4. K/Na Oranı</b> .....	<b>26</b>
<b>4.2.5. Kalsiyum</b> .....	<b>26</b>

<b>4.2.6. Magnezyum .....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.7. K+Ca+Mg/Na Oranı .....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.8. Toplam Azot .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2.9. Fosfor .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2.10. Demir.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2.11. Mangan .....</b>	<b>29</b>
<b>4.2.12. Çinko .....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.13. Bor .....</b>	<b>31</b>
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>32</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>41</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>43</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>53</b>

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

Sayfa No

Çizelge 3.1. Gemlik zeytin ( <i>Olea europaea</i> L.) çeşidine ait bazı özellikler .....	15
Çizelge 3.2. Zeytin yapraklarının kritik besin maddesi seviyeleri .....	16
Çizelge 3.3. Yetiştirme ortamının hazırlanmasında kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	16
Çizelge 3.4. Modifiye edilmiş Hoagland çözeltisi içeriği.....	17
Çizelge 3.5. Deneme süresince toplanan drenaj sularının ortalama tuzluluğu ..	18
Çizelge 4.1. Tuzluluğun kuru madde miktarına etkisi .....	23
Çizelge 4.2. Tuzluluğun toplam taze ağırlığa (gr) etkisi .....	24
Çizelge 4.3. Tuzluluğun Na içeriğine etkisi .....	24
Çizelge 4.4. Tuzluluğun Cl içeriğine etkisi .....	25
Çizelge 4.5. Tuzluluğun K içeriğine etkisi .....	25
Çizelge 4.6. Tuzluluğun K/Na oranına etkisi .....	26
Çizelge 4.7. Tuzluluğun Ca içeriğine etkisi .....	26
Çizelge 4.8. Tuzluluğun Mg içeriğine etkisi .....	27
Çizelge 4.9. Tuzluluğun K+Ca+Mg/Na oranına etkisi .....	27
Çizelge 4.10. Tuzluluğun toplam N içeriğine etkisi .....	28
Çizelge 4.11. Tuzluluğun P içeriğine etkisi .....	28
Çizelge 4.12. Tuzluluğun Fe içeriğine etkisi .....	29
Çizelge 4.13. Tuzluluğun Mn içeriğine etkisi .....	30
Çizelge 4.14. Tuzluluğun Zn içeriğine etkisi .....	30
Çizelge 4.15. Tuzluluğun yaprak B içeriğine etkisi .....	31

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

<b>Şekil 3.1. Denemede kullanılan Gemlik zeytin (<i>Olea europaea</i> L.) fidanları.....</b>	<b>14</b>
<b>Şekil 3.2. Fidanların saksılara dikimi.....</b>	<b>18</b>
<b>Şekil 3.3. Saksılara dikilmiş fidanların yakından görünümü .....</b>	<b>19</b>
<b>Şekil 3.4. Sera içindeki denemenin genel görünümü (1).....</b>	<b>19</b>
<b>Şekil 3.5. Sera içindeki denemenin genel görünümü (2).....</b>	<b>20</b>
<b>Şekil 3.6. Nethouse içine alınan saksıların alüminyum folyo ile kaplanması .....</b>	<b>20</b>
<b>Şekil 3.7. Nethouse içindeki denemenin genel görünümü .....</b>	<b>21</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER

B	Bor
Ca	Kalsiyum
Cl	Klor
cm <sup>3</sup>	Santimetreküp
Cu	Bakır
dS m <sup>-1</sup>	Desi Siemens Metre
EC	Elektriksel İletkenlik
Fe	Demir
g	Gram
ha	Hektar
K	Potasyum
kg	Kilogram
L	Litre
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
mM	Milimol
mmhos cm <sup>-1</sup>	Milimos Santim
Mn	Mangan
Mo	Molibden
N	Azot
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum Klorür
nm	Nanometre
P	Fosfor
S	Kükürt
Zn	Çinko
µm	Mikromol
%	Yüzde

### KISALTMALAR

Atm	Atmosfer
KM	Kuru Madde
OSK	Oransal Su Kapsamı
OM	Organik Madde
SAR	Sodyum Adsorbsiyon Oranı

## 1. GİRİŞ

Zeytin (*Olea europaea* L.) ılık Akdeniz ikliminde iyi gelişen bir bitkidir. Dünyadaki yaklaşık 810 milyon zeytin ağacının büyük bir kısmı Akdeniz havzasında bulunmakta ve bu ülkelerin sosyal, kültürel ve ekonomik hayatında oldukça önemli bir yer almaktadır. Akdeniz havzasındaki ülkelerde genellikle *Olea europaea* Sativa alt türüne ait olan zeytin çeşitleri yetiştirilmekte ve büyük bir çeşit zenginliği dikkati çekmektedir. Ülkemizde ise kuzeyden başlayarak Karadeniz, Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerine dağılmış 35 ilde zeytin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dolayısıyla, zeytin, anavatanı olan Türkiye’de geniş bir ekolojiye yayılmış olup büyük bir çeşit zenginliğine sahip bulunmaktadır. Bu çeşitlerden en az 28 tanesinin ekonomik öneminin olduğu bilinmektedir (Canözer, 1991).

Toprak verimliliğini önemli derecede etkileyen faktörlerden birisi tuzluluktur. NaCl kaynaklı tuz stresi kurak ve yarı kurak bölgelerde yaygın olarak karşılaşılan ve verimde ciddi düşüşler yaratan bir sorundur. Tuzlu topraklar, genellikle nehirlere çıkışı olmayan kapalı havzalarda uygun olmayan toprak yapısı, sert toprak tabakaları, uygun olmayan sulama şekli, yetersiz drenaj sistemi ve aşırı buharlaşma sonucunda ortaya çıkmaktadır. Dünyada ve ülkemizde tuzlu toprakların miktarı her geçen gün artmakta, verim azalmakta ve bazı alanlar aşırı tuzlanma nedeniyle tamamen üretim dışı kalmaktadır (Ekiz ve ark., 1995). Tüm dünyada tarım yapılan yaklaşık 1.5 milyar arazinin %1.5 ini oluşturan 77 milyon hektar arazi yine tuzluluk sorunu yaşamaktadır (Munns *et al.*, 2002). Diğer önemli bir sorun ise kullanılan yanlış tarımsal teknikler nedeniyle tuzluluk tehlikesinin giderek artmasıdır. Dünyada sulanan tarım alanlarının yaklaşık üçte biri yüksek risk altında bulunmaktadır. Sözü edilen bu alan her ne kadar toplam içinde küçük bir yer tutsa da dünya gıda gereksiniminin üçte birini karşılaması nedeniyle oldukça önemlidir (Munns, 2002).

Ülkemizde 1 235 648 ha tuzlu, sodyumlu ve drenaj problemi olan tarım arazisi vardır. Bu alanın 16 786 hektarı Büyük Menderes, 7301 hektarı Küçük Menderes Havzası’nda olmak üzere bölgemizde bulunmaktadır (Özer, 2004). Cumhuriyet tarihimizin en büyük

yatırımı olan Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamında 1994 yılından beri sulamaya açılmış bulunan 120 000 ha lık tarım arazisinin 5000 ha lık bölümü tuzlanma nedeniyle kullanılamaz duruma gelmiştir (Özkaldı ve ark., 2004). Tuzluluğa genelde Na, Ca ve Mg kationları ile Cl ve SO<sub>4</sub> anyonları neden olmaktadır. En zararlı etki ise NaCl, CaCl<sub>2</sub> ve NaSO<sub>4</sub> tuzlarından oluşmaktadır (Richards, 1954; Jeschenke, 1984). Tuzlu ortamda özellikle yağışın sınırlı olduğu durumlarda fizyolojik kuraklık bitki ölümlerinin ana sebebidir. Artan tuz konsantrasyonu nedeniyle toprağın negatif su potansiyeli artmakta ve bitkilerin yaşam döngüleri için gerekli olan suyu topraktan almaları zorlaşmaktadır. Diğer yandan, bitki tarafından alınan aşırı miktardaki tuzun hücre fonksiyonlarını bozması sonucunda meydana gelen zararlar nedeniyle fotosentez, solunum ve benzeri yaşamsal işlemlerin sekteye uğraması tuz zararının başka bir sonucudur (Leopold ve Willing 1984).

Tuzluluğun olumsuz etkisini gidermenin iki temel yolu vardır. Birincisi, tuzlu toprakların iyileştirilmesi, ikincisi ise yetiştirilmesi düşünülen bitkilerin tuza olan toleranslarının artırılması ya da daha toleranslı tür ve çeşitlerin belirlenmesidir. Sulama suyunun tuzlu, taban suyunun yüksek ve toprak geçirgenliğinin az olduğu toprakların ıslahı pahalı bir işlemdir ve büyük yatırımlar gerektirir. Tuzluluğun aşırı olmadığı alanlarda toleranslı tür ve çeşitlerin yetiştirilmesi bu alanları değerlendirilmenin en kolay yoludur. Tuza tolerans yönünden türler ve aynı türe ait çeşitler arasında önemli genotipik farklılıklar vardır (Sajyad, 1986; Suhayda ve ark., 1992).

Zeytin tuza semitolerant bir bitkidir (Hartmann *et al.*, 1966; Maas, 1986) ve genellikle su stresinin tarımsal olarak temel sınırlayıcı faktör olduğu bölgelerde yetiştirilir (Tattini *et al.*, 1994). Bununla birlikte tuza olan tolerans açısından çeşitlerin davranışları çok değişkendir (El Gassar *et al.*, 1979; Therios ve Misopolinos, 1988; Tattini *et al.*, 1992; Tattini *et al.*, 1997; Demiral, 2004; Demiral, 2005) ve bu özellik henüz tam olarak araştırılmamıştır (Tattini *et al.*, 1994). Bazı bitkilerde özellikle çok yıllık olanlarda (turuçgiller ve asma gibi) Na kalın köklerde ve gövdede tutulmakta, Cl ise gövdede birikerek genellikle fotosentezi engelleyerek bitkiye zarar vermektedir (Flowers, 1988). Bununla beraber, tahıllar gibi bazı bitkilerde Na “spesifik iyon” zararının temel nedenini



oluşturmaktadır (Tester ve Davenport, 2003; Demiral ve ark., 2005). Toprak çözültisindeki tuz konsantrasyonu 4-6 mmhos  $\text{cm}^{-1}$  olduğunda zeytinin verimi %10 düzeyinde düşmektedir. Bu değer yüksek Ca içeren topraklarda 6-8 mmhos  $\text{cm}^{-1}$  e kadar yükselebilmektedir. Bununla beraber NaCl'ün topraktaki toplam tuzun yalnızca küçük bir kısmını oluşturduğu durumlarda bitkinin toleransı daha da artabilmektedir (Therios ve Misopolinos, 1988).

Çalışmada kullanılan “Gemlik” çeşidi Trilye, Kaplık, Kıvırcık, Kara adlarıyla da anılmaktadır. Bursa, Tekirdağ, Kocaeli, Bilecik, Kastamonu, Zonguldak, Sinop, Samsun, Trabzon, Balıkesir, İzmir, Manisa, Aydın, İçel, Adana, Antalya, Adıyaman illerinde yetiştirilmektedir. Ürünü sofralık olarak değerlendirilmektedir. Meyveleri parlak, koyu siyah renkte olup, tat ve tekstür açısından üstün özelliktedir. Yağ açısından da zengin olduğu için kalite dışı ürün yağlık olarak da işlenebilir. Canözer (1991)' e göre, söz konusu çeşit Marmara Bölgesindeki ağaç varlığının %80 ini, Türkiye genelindeki ağaç varlığının ise %11'ini oluşturmaktadır. Ağaç sayısı olarak Memecik ve Ayvalık'tan sonra üçüncü sırayı almaktadır. Bununla beraber özellikle son 10 yılda Tarım Bakanlığı'nın zeytin tarımını destekleyen politikaları nedeniyle milyonlarca Gemlik fidanı kendi ekolojisi dışındaki alanlara dikilmiştir. Çelikleri son derece kolay köklenebildiği için fidan üretiminde en fazla kullanılan ve dolayısıyla yeni tesis bahçelerde en fazla tercih edilen çeşittir. Değişen tarım teknikleri ile birlikte geleneksel zeytin üretimi kısmen şekil değiştirmiş ve ve tuzluluk tehlikesi olan sulanabilir arazilerde dikim yapılmaya başlanmıştır. Özellikle Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamında tuzluluk sorunu olan veya bu potansiyeli taşıyan geniş alanlara Gemlik fidanlarının dikilmiş olması bu ve benzer çalışmaların yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu çalışmada Gemlik zeytin çeşidinin tuza tolerans düzeyini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla tuzluluğun Gemlik zeytin çeşidinde bazı gelişme parametreleri üzerine olan etkisi ile bitki besin maddelerinin alınması ve taşınmasındaki değişimlere olan etkileri irdelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar ülkemize ait zengin zeytin genetik potansiyelinin tanınması ve değerlendirilmesi açısından da önem taşımaktadır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Tuzluluk ile İlgili Temel Kavramlar

Çözünebilir tuzlar, bitkiler tarafından kolayca alınabilir. Bitki bünyesine giren tuz bileşikleri çeşidine ve miktarına göre belli bir konsantrasyonu aşınca bitkiye zararlı olur. Bitki üzerine, beslenme ve metabolizmayı bozmak yoluyla zehirleyici etki yapar. Ayrıca toprakta tuz konsantrasyonunun artmasıyla, bitkinin topraktan su alımı güçleşir, toprağın yapısı bozularak bitki gelişimi yavaşlar, hatta durur (Kanber ve ark., 1992; Güngör ve Erözel, 1994). Toprak içerisinde yeterli miktarda su bulunmasına rağmen bazı koşullar altında bitkiler solmaya başlar. Bu durum genellikle yüksek toprak tuzluluğunun yarattığı “fizyolojik kuraklık” nedeniyle oluşur. Fizyolojik kuraklık yüksek ozmotik basınç nedeniyle bitki köklerinin topraktaki mevcut suyu alamamasıdır (Ayyıldız, 1990).

Toprakta bitki gelişmesinin iyi bir göstergesi olan ozmotik basınç 20 atm’e ulaştığında bitki gelişmesi kısıtlanmakta, 40 atm’e yükseldiğinde ise bitki ölümleri görülmektedir. Ozmotik basınç ile saturasyon çamurunun elektriksel iletkenliği arasındaki ilişki aşağıdaki eşitlikle verilmektedir (Güngör ve Erözel, 1994).

$OP = 0.36 (EC \times 103)$  Eşitlikte;

OP: Ozmotik basınç (atm)

ECx103: Saturasyon ekstraktının elektriksel iletkenlik değeri ( $dS m^{-1}$ , 25 °C)

Toprak suyu tuzluluğunun bitki gelişmesi üzerindeki zararlı etkileri şu şekilde özetlenebilir;

- Yavaş ve yetersiz çimlenme,
- Fizyolojik kuraklık, solma ve kuruma,
- Bodurluk, küçük yapraklar, kısa gövde ve dallar,

- Mavimsi yeşil yapraklar
- Çiçeklenmenin gecikmesi, daha az çiçek açma ve tohumların daha küçük olması,
- Tuza dayanıklı yabancı otların gelişmesi.

Bitkilerin normal gelişmeleri için toprakta sürekli olarak, gelişmelerini engellemeyecek düzeyde suyun bulunması gerekir. Kök bölgesinde suyun azalması ile bitkilerin su kullanımlarında da azalma görülür. Tuzluluk toprak ortamında bitkinin suyu kolaylıkla almasını engelleyen durumlardan biridir. Kök bölgesindeki çözelti ortamında tuz konsantrasyonunun artması ile bitkinin bu suyu alabilmek için harcamak zorunda kaldığı enerji miktarı da artar ve sonuçta tuzluluk arttıkça bitkinin su kullanımı azalır. Bitkinin su kullanımının zorlaşması ve su kullanımının azalması, bitki verimi ve kalitesini azaltıcı etkide bulunur (Yurtseven ve Bozkurt, 1997; Yurtseven, 2000; Kara ve Apan, 2000; Yurtseven ve ark, 2001).

Kök bölgesi tuz konsantrasyonunun verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyecek kadar artması toprak verimliliğini doğrudan etkiler. Kök bölgesine çeşitli nedenlerle iletilen tuzlar burada birikirse, bitki verimi ve kalitesi zaman içinde giderek düşer. Kök bölgesindeki yüksek tuz konsantrasyonunun en önemli nedeni sulama suyunun içerdiği çözülmüş tuzlar ya da yüksek düzeyde tuz içeren taban suyu olabilir. Belli bir konsantrasyonda toprağa iletilen sulama suyu toprak içerisinde tutulduktan sonra bitki kullanımı ve buharlaşma ile eksilmeye başlar. Bu sırada iletilen tuzların büyük bölümü toprak içerisinde kalır (Yurtseven, 1999).

Toprak tuz konsantrasyonunun artması iklim öğelerinden özellikle sıcaklık ve nemin etkisi altındadır. Hava sıcaklığı ve nemi, hem toprak yüzeyinden olan buharlaşmayı ve hem de bitki yapraklarından olan terlemeyi kontrol edici bir etkiye sahiptir. Buharlaşma ve terlemenin artmasıyla kök bölgesi içerisinde ve toprak yüzeyindeki suyun eksilmesi hız kazanır (Yurtseven, 1999; Kanber ve ark., 1992).

Tarımı yapılan kültür bitkilerinin tümü, tuzluluğa karşı aynı tepkiyi göstermez. Bazı bitkiler tuzluluğa karşı daha hassas iken, bazı bitkiler daha dayanıklıdır. Dayanıklı

bitkiler, tuzlu topraklarda su gereksinimlerini karşılamak amacıyla ozmotik etkiye karşı daha fazla direnebilen bitkilerdir. Bitkinin tuza dayanımlarının incelenmesi, özellikle toprak tuzluluğunun belirli bir düzeyin altına düşürülemediği alanlarda, ekonomik düzeyde ürün verebilecek bitkilerin seçilerek yetiştirilmesi için önemlidir (Kotuby-Amacher *et al.*, 1997).

Uygulanacak bazı tarım teknikleri, değişik gelişme dönemlerindeki bitkilerin verimliliklerine etki edebilir. Örneğin bitkiler zayıf bir çimlenme ve ilk gelişme devresi geçirdiklerinde genellikle daha sonraki vejetatif gelişmelerini iyi sürdüremezler ve verimlerinde bir azalma olur. Bu nedenle özellikle ilk gelişme dönemlerinde uygulanacak bazı kısa dönem kültürel önlemlerle bu olumsuz etki azaltılabilir. Bunlar;

- Daha iyi bir su dağılımı için arazi tesviyesi,
- Keseklenmeyi ve su eksikliğinden dolayı oluşabilecek stresi önlemek amacıyla sulama zamanının düzenlenmesi,
- Tohum ekiminde tuzluluk etkisinde olabilecek karık sırtı gibi yerlere ekim yapılmaması,
- Gübre cinslerinin, miktarlarının ve zamanlarının seçimine dikkat edilmesidir.

Bilindiği gibi sulamanın asıl amacı bitki büyüme dönemlerinde, su eksikliğinden dolayı meydana gelen verim eksikliğinin önlenmesi için toprağa yeterli miktarda ve zamanında su vermektir. Ancak su uygulamaları ile toprakta tuz birikimi olabilir. Böylece suyun yararlılığı azalır ve su eksikliği başlangıcı hızlandırılır (Kanber ve ark., 1992).

Su içerisinde bulunan bileşikler topraktaki organik ve inorganik komplekslerle fiziksel ve kimyasal tepkimeye girerler. Bunun sonunda istenen veya istenmeyen bazı toprak özellikleri ortaya çıkar. Örneğin suda Ca olması, toprağın hava-su geçirgenliğini artırırken, Na olması bunun tersi bir durum ortaya çıkarır. Toprakta adsorbe edilen katyonların dağılımı toprak suyu ile denge halindedir. Sulama ve gübreleme ile toprakta tutulan iyonların dağılımı değişir. Kalsiyum, Mg ve Al gibi iki ve üç değerli katyonlar, Na ve K gibi bir değerli katyonlara göre kil kolloidlerinin yüzeyinde daha kuvvetle

tutulur. Bu nedenle bu katyonlar kil kolloidlerinin daha büyük ve stabil agregatlar halinde bir araya toplanmasını ve daha iyi yapıdaki tarım topraklarının oluşmasını sağlarlar. Ortamda Ca'un hakim olması ile granüle bir yapı oluşur. Toprak kolayca işlenen geçirgen bir özellik kazanır. Topraklarda aralarında Na'un da yer aldığı değişebilir katyonların hakim duruma geçmesi toprak yapısının bozulmasına neden olur. Ortada Na yokken su kolaylıkla infiltre olurken, Na'un varlığında bu mümkün olmaz ve su toprak üzerinde birikir. Toprakta adsorbe edilen sodyum (SAR) değeri %10-15'i geçtiğinde, kil kompleksleri disperse hale geçer, geçirgenlik azalır, toprak işleme güçleşir, çimlenme zayıflar. Dolayısıyla bitki gelişimi olumsuz yönde etkilenir. Toprakta birikmesi olası "değişebilir sodyum yüzdesi" (ESP) miktarı SAR değeri kullanılarak hesaplanabilir. Nicelik olarak sodyumlu toprak,  $ESP > 15$  olan topraklardır. Tuzlu topraklarda  $ESP < 15$ , tuzlu-sodyumlu topraklarda  $ESP > 15$ 'tir (Kanber ve ark., 1992).

Sulamanın olduğu her yerde toprağa tuz iletimi de söz konusudur (Kanber ve ark., 1992; Yurtseven ve Bozkurt, 1997; Yurtseven, 1999). Sulama suları ile toprağa iletilen tuzlar, toprak çözeltisi içerisinde birikerek üzerinde yetiştirilen bitkiyi farklı biçimlerde etkiler. Bu tuzlar toprak fiziksel özelliklerini etkileyebileceği gibi doğrudan bitki üzerine zehir etkisi de yapabilir ve sonuçta verimde azalmalar oluşur (Kara ve Apan, 2000). Bitki yetişme ortamındaki fazla tuz bitkinin gelişmesini önemli ölçüde sınırlar. Tuzlar bitki büyümesine üç şekilde etki eder;

**Fiziksel etki;** Osmotik basıncın yükselmesi sonucu bitkinin su alımı ve dolayısıyla beslenmesi yavaşlar veya tamamıyla durur. Bitki su alımında güçlük çeker. Buna "osmotik basınç etkisi" de denir.

**Kimyasal etki;** Bir kısım tuzlar, bitki besin maddelerinin alımını zorlaştırıp, metabolizmayı bozarak bitkinin bünyesine zarar verirler. Buna "özel iyon toksisitesi" de denir.

**Dolaylı Etkiler;** Tuzluluk veya sodyumluluğun toprak üzerinde meydana getirdiği değişiklikler bitkilerin gelişmesine etkiler. Örneğin su alımının sağlanması için metabolik enerjinin kullanılması ve verimde düşme meydana gelmesi gibi.

Bitki kökleri çoğu tuzları geçirmeyen ancak su moleküllerinin geçmesine de engel olmayan yarı-geçirgen hücre zarını içerir. Tuz etkisiyle ilgili önemli bir özellik de, bazı bitkilerin özellikle tohumlarının çimlenmesi veya fide devrelerinde tuzluluğa karşı oldukça hassas olmalarıdır. Böyle hallerde tohum yatağı veya yastıkların daha az tuz toplayabilen kısımları seçilmeli ve tohum veya fide bu kısımlara ekilmeli veya dikilmelidir (Bayraklı, 1998).

## 2.2. Tuzluluğun Bitkilerde Gelişim ve Verim Üzerine Etkileri

Khanouja *et al.* (1980), Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde artan NaCl konsantrasyonlarına bağlı olarak vejetatif büyümenin azaldığını ve yaprak yanıklıklarının arttığını belirlemiştir.

Çiçek ve Çakırlar (2002), çalışmalarında tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkisinde, bitki boyu, nispi su içeriği ile toplam yaş ve kuru ağırlıklarda azalma saptarken, prolin, Na ve Na/K oranlarında artma rapor etmiştir.

Shannon ve Grieve (1999)'e göre tuzluluğun bütün etkileri negatif değildir. Ürün üzerinde, kalite ve hastalıklara dirençte, olumlu etkileri de vardır. Ispanakta düşükten orta dereceye kadar olan tuzlulukta üründe artış olmaktadır. Havuçta şeker oranı artmakta, patatesten tuzluluk arttıkça nişasta oranı azalmaktadır. Düşük tuzlulukta lahananın başları daha sıkı olmakta, tuz yoğunluğu arttırıldıkça kerevizin kolayca etkilendiği ve iç kararmasına karşı daha dirençli olduğu rapor edilmiştir.

Kabar ve Kocaçalışkan (1990), NaCl kaynaklı tuzluluğun buğday tohumunun (*Triticum aestivum* L.) çimlenmesini azalttığını belirlemiştir.

Scialabba ve Melati (1990), turp (*Raphanus sativus* L. var. *Rossa guarantee*) tohumlarına uygulanan  $18 \text{ dS m}^{-1}$  NaCl konsantrasyonunun turp fidelerinin büyümesini, olgunlaşmasını ve ksilem farklılaşmasını olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Romero-Aranda *et al.* (2001), tuzluluğun domates (*Lycopersicon esculentum* L.) bitkisinde toplam kuru ağırlık, bitki boyu ve yaprak sayısını azalttığını bildirmiştir. Yapraklardaki ozmotik basınç tuzluluktan dolayı azalmış fakat kontrol bitkileri ile kıyaslandığında yaprak turgor basıncı önemli derecede yükselmiştir.

Cook ve Veseth (1991), toprak çözeltisindeki tuz konsantrasyonu arttıkça bitki köklerinin su almasının zorlaştığını bildirmiştir. Araştırmacıya göre, toprak kurudukça ve/veya toprak çözeltisindeki tuz konsantrasyonu arttıkça bitki enerjisinin büyük bir kısmını büyüme olayları yerine su alımına harcamaktadır. Bu nedenle tuzluluk bitki gelişimini geriletmektedir. Buna ek olarak su stresine maruz kalmış bitkilerde tipik bir şekilde ortaya çıkan koyu mavi-yeşil renk kısmen hücrelerin az büyümesinden kaynaklanmakta, tuzların miktarına ve çeşidine bağlı olarak bitkide besin elementi dengesizliği oluşmaktadır. Yüksek Na miktarı genellikle Ca ve Mg eksikliğine neden olmaktadır.

Sönmez ve Yurtseven (1995) domates (*Lycopersicon esculentum* L.) bitkisinde farklı gelişme dönemlerinde farklı tuzluluk düzeyinin etkisini araştırmışlardır. Gerek tuzluluk gerek SAR düzeyinin artması çimlenme oranlarını azaltmıştır.  $10 \text{ dS m}^{-1}$  tuzluluk düzeyinde çimlenme olmamıştır. Fide gelişimi üzerine ise  $4 \text{ dS m}^{-1}$ 'nin üzerindeki tuzluluk düzeyleri olumsuz etki yapmıştır. Çalışmalar sonunda ilk yıl verim değerlerinin ele alınan tuzluluk ve SAR değerlerinden etkilenmediği gözlenirken tuzluluğun etkisi denemenin ikinci ve üçüncü yıllarında etkisini giderek arttırmıştır.

Yurtseven ve ark. (1996) biberde (*Capsicum annuum*) çimlenme üzerine  $3 \text{ dS m}^{-1}$  lik tuzluluk düzeyinin etkisini önemsiz bulmuştur. Fide boyu ise artmıştır. Çimlenme ve fide oluşumu dönemlerindeki tuzluluklar sonraki bitki gelişmesi üzerine herhangi bir etki yapmamıştır. Bu azalma  $6 \text{ dS m}^{-1}$  düzeyinde % 61 düzeyine ulaşmıştır.

Elkoca (1997), artan tuz konsantrasyonlarının farklı fasulye genotiplerinde çimlenme oranını önemli derecede azalttığını bildirmiştir. Saksı denemesine alınan genotipler artan tuzluluk seviyelerine bağlı olarak daha uzun sürede ve daha düşük oranda çıkış yapmıştır. Artan tuzluluk seviyeleri genotiplerin yaprak sayısı, kök ve sürgün uzunluğu, kök ve sürgün yaş ve kuru ağırlığını ve ayrıca kök/sürgün oranını azaltmıştır.

Cuartero ve Fernandez-Munoz (1999)'a göre tuzluluk domatestede çimlenmeyi ve çimlenme için gereken süreyi önemli derecede azaltmaktadır. Düşük NaCl konsantrasyonları domates tohumunun çimlenmesini azaltmakta, en büyük azalma 190 mM tuzluluk düzeyinde meydana gelmektedir.

Güngör ve ark. (1993), sulama suyu tuzluluğunun soya (*Soia hispida*) verimini etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğunu rapor etmiştir.

Yurtseven ve Bozkurt (1997) sulama suyunun tuzluluğu ile Na içeriğindeki artışa bağlı olarak marul (*Lactuca sativa*) bitkisinin gelişiminde önemli azalmalar olduğunu belirtmiştir.

Sivritepe (1995), artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak Müşküle, Sultani Çekirdeksiz ve Çavuş üzüm çeşitlerinin kök gelişiminin sırasıyla % 64, % 67 ve % 25 düzeyinde azaldığını bildirmiştir.

Alpaslan ve ark. (1998) ile Sherif *et al.* (1998) tuz stresi altında buğday ve çeltikte bitki gelişimlerinin gerilediğini bildirmiştir.

Ueda *et al.*, (2004)'e göre arpa bitkisinde büyümedeki gerileme hem ozmotik ve hemde iyonik stresten kaynaklanmaktadır.

Yurtseven ve ark. (1999) turp (*Raphanus sativus*) bitkisinde yumru ve gövde veriminin tuzluluk artışına bağlı olarak azaldığını bildirmiştir.

Yurtseven ve Baran (2000) brokoli (*Brassica oleracea botrytis*) bitkisinde 6 dS m<sup>-1</sup>'den itibaren sulama suyu tuz konsantrasyonunun verim üzerine olumsuz etkisi olduğunu



belirlemiştir. Artan tuzluluk bitki kuru madde miktarlarını azaltmış, toplam kül içeriğini ise arttırmıştır.

Yurtseven ve ark. (2001a) kolzada (*Brassica napus oleifera*) sulama suyu tuzluluğunun bitki yaş ağırlığını ve bitki yaprak alanını azalttığını bildirmiştir.

Scardaci *et al.* (2002) toprak ve su tuzluluğunun çeltik (*Oryza sativa*) verimini azalttığını rapor etmiştir. Yine sulama suyu EC'sinin artmasıyla tohum yoğunluğu ve bio kütle değerleri de azalma göstermiştir.

### **2.3. Tuzluluğun Bitki Besin Maddesi İçeriğine Etkileri**

Demiral (2005) kum kültüründe yetiştirilen iki zeytin (*Olea europaea* L.) çeşidine, Leccino ve Barnea, artan NaCl dozları (kontrol, 2560, 5120 ve 7680 mg L<sup>-1</sup> NaCl; sırasıyla 4, 8 ve 12 dS m<sup>-1</sup> tuzluluk yaratacak şekilde) uygulamıştır. Daha sonra bitkileri hasat etmiş ve ince kök, kalın kök, gövde ve yapraklarına ayırmıştır. Bitki dokularında Na, Cl, K, Ca ve Mg analizleri yapmıştır. Bitkilerin kuru madde ağırlıkları belirlenmiştir. Aynı zamanda sürgün uzunlukları alınmıştır. Tuzluluk bitki gelişimini sınırlandırmıştır. Bununla beraber, bu etki sadece Barnea'da istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Leccino çeşidinin sürgün uzunluğu ise tuzluluktan istatistik olarak önemli derecede etkilenmemiştir. Çeşitler ince kökleriyle benzer miktarlarda NaCl almış ancak yapraklara farklı seviyelerde iletmişlerdir. Tuzluluk bitki dokularının K, Ca ve Mg içeriklerini azaltmıştır. Genel olarak, artan tuzluluktan en fazla K içeriği etkilenmiş, bu elementi Ca ve Mg izlemiştir. Bitki dokularının Na/K oranı tuzluluk ile artış göstermiştir. Sonuçlar, *Olea europaea* L. çeşitlerinin kök sistemlerinde etkin olarak çalışan ve alınan tuzu dışlayan bir denetim mekanizmasının var olabileceğini ortaya koymuştur.

Ravikovitch ve Porath (1967) tuz uygulamaları ile bitki P içeriğinin azaldığını belirlemiştir.

Clarkson ve Hanson (1980) tuz uygulamasına bağılı olarak Ca içeriğinde görülen artışlar ile ilgili yaptıkları çalışma sonucunu; aşırı Na varlığında bitkinin tuzluluğa direnç göstermek için olasılıkla Ca alımını arttırdığını belirtmiştir.

Litifi *et al.* (1992), tarafından bitkilerin tuza toleransını etkileyen faktörlerin araştırıldığı çalışmada bitkilerin tuza toleransının Na alımındaki sınırlandırma ile ilişkili olduğu ve bu sınırlandırmada K'un önemli rol oynadığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmada bitkideki K/Na oranının artması ile tuza toleransının arttığı görülmüştür.

Ashraf *et al.* (1994), tuza toleranslı çeşitlerin duyarlı olanlara oranla daha fazla K aldığını, kuraklık ve tuz baskısına toleransta K'un önemli rol oynadığını belirtmiştir.

Hasegawa ve Bressan (2000) tuz stresi altındaki bitkilerde, K'un birçok enzim için ko-faktör olduğunu ve Ca'un dışsal uygulanmasıyla NaCl'nin zararlı etkisini azaltabileceği bildirmiştir

Din *et al.* (2001), K/Na oranının tuzluluğa bağılı olarak düştüğünü, tuza maruz bırakılan bitkilere yapraktan ve topraktan uygulanan K'un ise K/Na oranını yükselttiğini bildirmiştir.

De Azevedo Neto *et al.* (2004), mısır bitkisinde tuz stresi ile ilişkili olarak yaprak ve köklerin Na içeriği arttıkça K içeriğinin düştüğünü, yaprak su potansiyeli ve transpirasyon yeteneğinin özellikle tuza hassas çeşitlerde bozulduğunu bildirmiştir.

Chavan ve Karadge (1980), Martinez *et al.* (1987) yaptıkları çalışmalarda tuz stresi koşullarında bitkinin Mn, Cu ve Fe içeriklerinde artışlar olduğunu ortaya koymuşlardır.

Villora *et al.* (2000) Fe, Mn, Zn, ve Cu elementlerinin alımının tuz stresi altında arttığını bildirmiştir. Fasulye bitkisinde NaCl'ün etkisiyle besin elementlerinden Cl ve Mn köklerde, Cl, Fe ve Mn yapraklarda, Cl ve Fe meyvelerde yüksek miktarlarda bulunmuştur. Kabak bitkisinde Cl, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonları NaCl'ün miktarına bağılı olarak artmıştır.

Meneguzzo *et al.* (2000) tuz stresi altındaki iki farklı bugday (*Triticum aestivum* L.) genotipinde (Ofanto, Adamello), su potansiyeli ve ozmotik potansiyelin azaldığını bildirmiştir. Araştırmacılara göre ozmotik uyum Na, Cl ve K iyonlarının hücre öz suyunda birikmesiyle sağlanmakta ve turgor korunmaktadır.

Yurtseven (2000) tuzluluğun patlıcan (*Solanum melongena*) bitkisinde bitki su tüketiminin azalttığını belirlemiştir. Bu azalma olasılıkla toprak ortamındaki çözelti konsantrasyonunun sulama suyu ile iletilen tuzlar nedeniyle artması ile ozmotik basıncın yükselmesi ve buna bağlı olarak bitki su alımının zorlaşmasından kaynaklanmıştır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Bitki Materyali

Çalışmada Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fidan Üretim Tesislerinden sağlanan gelişim açısından homojen bir yaşındaki Gemlik zeytin (*Olea europaea* L.) çeşidi fidanları kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Denemede kullanılan Gemlik zeytin (*Olea europaea* L.) fidanları

Gemlik çeşidine ait özellikler Çizelge 3.1’de, çeşidin yaprak örneklerine göre kritik besin maddesi seviyeleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.1.Gemlik zeytin (*Olea europaea* L.) çeşidine ait bazı özellikler ( DAZB, 2003)

<b>Adı ve Sinonimleri</b>	Gemlik, Trilye, Kaplık, Kıvırcık, Kara
<b>Orjini</b>	Bursa'nın Gemlik İlçesi
<b>Coğrafi Dağılımı</b>	Bursa, Tekirdağ, Kocaeli, Bilecik, Kastamonu, Sinop, Samsun, Trabzon, Balıkesir, İzmir, Manisa, Aydın, İçel, Adana, Antalya, Adıyaman
<b>Morfolojik Özellikleri</b>	
Ağaç	
Kuvveti	Orta kuvvettedir
Habitusu	Genellikle orta büyüklükte, düzgün yuvarlak bir taç
Taç Yoğunluğu	Dallanma durumu iyi
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.
<b>Yaprak</b>	
Şekli	Kısa- geniş eliptik
Sap Rengi	Gri- yeşil
Ortalama Boy	50.68 mm
<b>Meyve</b>	
Büyüklüğü	Orta
Şekli	Yuvarlağa yakın silindirik
Ağırlığı(100 meyve)	372.80 gr
Hacmi(100 meyve)	370.00 cm <sup>3</sup>
% Et Oranı	85.86
% Yağ Oranı	29.98
<b>Çekirdek</b>	
Ağırlığı	52.70 g
Hacmi	50.00 cm <sup>3</sup>
% Çekirdek	14.14
<b>Fizyolojik Özellikler</b>	
Gelişme Kuvveti ve	Orta kuvvette ve verimli
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 tozlayıcı olarak önerilebilir.

Çizelge 3.2. Zeytin yapraklarının kritik besin maddesi seviyeleri (Temmuz ayı yaprak örneklerine göre) (Özkaya, 2006)

Besin Maddesi	Eksik	Yeterli	Fazla (toksik)
<b>Toplam N (%)</b>	1.40	1.50 – 2.00	
<b>P (%)</b>	0.05	0.10 – 0.30	
<b>K (%)</b>	0.40	>0.80	
<b>Ca (%)</b>	0.30	>1.00	
<b>Mg (%)</b>	0.08	>0.10	
<b>Mn (mg kg<sup>-1</sup>)</b>		>20	
<b>Zn (mg kg<sup>-1</sup>)</b>		>10	
<b>Cu (mg kg<sup>-1</sup>)</b>		>4	
<b>B (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	14	19 – 150	185
<b>Na (mg kg<sup>-1</sup>)</b>			>0.20
<b>Cl (mg kg<sup>-1</sup>)</b>			>0.50

### 3.2. Yetiştirme Ortamı

Denemede 18 litrelik saksılar kullanılmıştır. Saksıların alt kısmına drenajı kolaylaştırmak amacıyla yaklaşık 5 cm kalınlığında çakıl serilmiş, üzerine 1.0:1.5 oranında toprak ve dere kumu karışımından elde edilen harç doldurulmuştur. Denemede kullanılan toprağın analiz sonuçları Çizelge 3.3.'de görülmektedir.

Çizelge 3.3. Yetiştirme ortamının hazırlanmasında kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	OM (%)	EC (µmhos cm <sup>-1</sup> )	pH	CaCO <sub>3</sub> (%)	Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	Na (mg kg <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )
10.1	20.0	69.9	0.65	354	7.61	19.3	1987.2	31.5	117.2

Analiz sonuçlarına göre, denemede yetiştirme ortamının hazırlanmasında kullanılan toprakların organik madde düzeyi “fakir” hafif tuzlu, hafif alkali, kireç içeriği yüksek, Ca içeriği düşük, Na içeriği düşük ve K içeriği düşük olarak belirlenmiştir.

### 3.3. Besin Çözeltisi

Denemede temel besin çözeltisi olarak modifiye edilmiş Hoagland (Hoagland ve Arnon, 1950) çözeltisi kullanılmıştır (Çizelge 3.4). Denemenin kurulmasından sonra ilk 4 hafta bitkiler yarı yarıya seyreltilmiş Hoagland çözeltisi ile sulanmıştır. Beşinci haftada yarı yarıya seyreltilmiş Hoagland çözeltisine uygun miktarlarda NaCl tuzu (2560, 5120 ve 7680 mg L<sup>-1</sup> NaCl) eklenmiş ve sırasıyla 4.0, 8.0 ve 12.0 dS m<sup>-1</sup> tuzluluk düzeyleri elde edilmiştir.

Çizelge 3.4. Modifiye edilmiş Hoagland çözeltisi içeriği (Hoagland ve Arnon, 1950)

Bitki Besin Maddesi	Konsantrasyon (mg L <sup>-1</sup> )
N	210
P	31
K	234
Ca	185
Mg	48
S	64
Fe	2.5
Mn	0.4
Zn	0.05
Cu	0.05
B	0.5
Mo	0.01

### 3.4. Yöntem

Çalışma Toprak Bölümü serasında tesadüf parselleri deneme desenine göre 12 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme de kontrole ek olarak 3 farklı tuz (NaCl) dozu kullanılmıştır. Her parsel 12 saksı ve her saksı bir adet bitkiden oluşmuş, denemede toplam 48 adet bitki kullanılmıştır. Deneme saksıları ilk bahar yağışlarından korumak için sera içinde kurulmuş, saksılar daha sonra nethouse içine taşınmıştır. Saksı yüzeyleri dikimden sonra evaporasyonu azaltmak ve yüzeyde tuz birikimini engellemek için alüminyum folyo ile kaplanmıştır. Gübrelemeye yarı yarıya seyreltilmiş Hoagland çözeltisi ile başlanmış ve bitkiler 4 hafta bu koşullarda tutulmuştur. Asıl deneme

dozlarına geçmeden önceki 5. ve 8. haftalar arasında tuz uygulamasının bitkiler üzerine şok etkisi yapmasını engellemek için besin çözeltisine uygulanan tuz miktarı kademeli olarak artırılmıştır. Tuz çözeltileri yarı yarıya seyreltilmiş Hoagland çözeltisine uygun miktarlarda NaCl tuzu eklenerek elde edilmiştir. Sekizinci hafta sonunda kontrole ek olarak nihai uygulama dozları olan 2560, 5120 ve 7680 mg L<sup>-1</sup> NaCl (sırasıyla 4.0, 8.0 ve 12.0 dS m<sup>-1</sup> tuzluluk yaratacak şekilde) saksılara uygulanmaya başlanmıştır. Saksılara verilen çözeltinin en az %25'inin drene olmasına dikkat edilmiştir. Artan tuzluluk her sulama sonrası toplanan drenaj sularının EC'lerinin ölçülmesi ile belirlenmiş, EC aşımında saksılar kontrol çözeltisi ile sulanarak EC normal düzeylere çekilmiştir. Deneme süresince toplanan drenaj sularının ortalama tuzluluk değerleri Çizelge 3.5'de görülmektedir. Tuz uygulaması 8 hafta boyunca sürdürülmüş, deneme 16. hafta sonunda bitirilmiştir.

Çizelge 3.5. Deneme süresince toplanan drenaj sularının ortalama tuzluluğu

Uygulama	Kontrol	4.0 dS m <sup>-1</sup>	8.0 dS m <sup>-1</sup>	12.0 dS m <sup>-1</sup>
EC (dS m <sup>-1</sup> )	2.20	4.07	7.99	11.70



Şekil 3.2. Fidanların saksılara dikimi





Şekil 3.3. Saksılara dikilmiş fidanların yakından görünümü



Şekil 3.4. Sera içindeki denemenin genel görünümü (1)



Şekil 3.5. Sera içindeki denemenin genel görünümü (2)



Şekil 3.6. Nethouse içine alınan saksıların alüminyum folyo ile kaplanması



Şekil 3.7. Nethouse içindeki denemenin genel görünümü

#### 3.4.1. Bitki Besin Maddesi Analizleri

Deneme sonunda saksılar boşaltılmış ve bitkiler kök, toprak altı gövde, gövde ve yaprak olarak dört bölüme ayrılmıştır. Örneklerin taze ağırlıkları alınmış, kese kağıtlara konmuş ve 65°C'de 48 saat kurutulmuştur. Yeniden tartılarak kuru ağırlıkları ve % kuru maddeleri belirlenmiştir. Daha sonra öğütülerek analize hazır hale getirilen örneklerde makro (P, K, Ca, Mg, Na ve toplam N) ve mikro (Fe, Mn, Zn, Cu, Cl) elementlerin analizleri yapılmıştır. Bor analizi bitki materyalinin yetersiz olması nedeniyle sadece yapraklarda gerçekleştirilebilmiştir. K/Na, K+Ca+Mg/Na oranları belirlenmiştir.

Örneklerin toplam N içerikleri Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Fosfor, K, Ca, Mg, Fe, Zn ve Mn miktarlarını belirlemek için öğütülmüş bitki örnekleri nitrik asit: perklorik asit (HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub>) (4:1) karışımında yakılmış ve son hacim bidestile su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Ekstraktların Mg, Fe, Zn ve Mn içerikleri bulunan atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazında (Varian SpectrAA 220FS); K, Ca, Na fleymfotometre

cihazında (Jenway PFP7), P ise vanadomolibdofosforik metot kullanılarak spektrofotometre cihazında (Shimadzu UV-160A) belirlenmiştir (Kacar, 1972). Örneklerdeki Cl içeriği Brown and Jackson (1955)'a göre belirlenmiştir. Bu amaçla 0.1 g kurutulup öğütülmüş bitki örneğinin üzerine 10 ml bidestile su eklenmiş, karışım iki saat çalkalayıcıda çalkalanmış ve 12 saat boyunca buzdolabında bekletilmiştir. Örneklerdeki Cl miktarı klorimetre (Jenway PCLM3) cihazı kullanılarak saptanmıştır. Yaprak örneklerindeki B içeriği azomethin-H yöntemi ile belirlenmiştir. Yöntemin esası, kül fırınında kuru yakma yöntemi ile yakılan bitki örneklerinden elde edilen ekstraktaki B'un azomethin-H ile oluşturduğu kompleksdeki renk intensitesinin 430 nm dalga boyunda kolorimetrik (Shimadzu UV-160A) olarak ölçülmesidir (Wolf, 1971). Analizlerin tamamı Toprak Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır.

Çalışma sonunda elde edilen veriler 'MSTAT' istatistik analiz paket programı ile değerlendirilmiş ve sonuçlara varyans analizi ve LSD testi uygulanmıştır. Çizelgelarda verilen değerler 12 tekerrürün ortalamasıdır. Farklı harfler, değerler arasındaki farkın LSD ( $P \leq 0.05$ ), düzeyinde önemli olduğunu ifade etmektedir. İstatistik analiz Çizelgelerinde önemli olmayan farklar 'öd' kısaltmasıyla tanımlanmıştır.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi

#### 4.1.1. Kuru Madde (%)

Tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin kuru madde miktarına (%) etkisi Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Artan tuzluluk kök örneklerinin (%) kuru madde miktarı istatistiki olarak önemli düzeyde azaltmıştır. Toprak altı gövdesi, gövde ve yaprak örneklerinin (%) kuru madde miktarlarında ise artış belirlenmiştir. Ancak toprak altı gövdesi ve yaprak örneklerindeki artış istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek (%) kuru madde miktarı gövdede belirlenmiştir. Bunu toprak altı gövdesi, yaprak ve kök izlemiştir.

Çizelge 4.1. Tuzluluğun kuru madde miktarına etkisi

Tuzluluk Düzeyi (dS m <sup>-1</sup> )	Kuru Madde (%)			
	Kök	Toprak Altı Gövdesi	Gövde	Yaprak
<b>Kontrol</b>	24.60a	49.30öd	51.70b	41.70 öd
<b>4.0</b>	24.20a	49.00	51.50b	41.70
<b>8.0</b>	17.60b	51.00	54.70a	42.30
<b>12.0</b>	17.20b	50.30	53.80a	42.90
<b>LSD (0.05)</b>	<b>2.99</b>	<b>2.11</b>	<b>2.16</b>	<b>1.37</b>

#### 4.1.2. Toplam Taze Ağırlık (g)

Tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin toplam taze ağırlığına (g) etkisi Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Artan tuzluluk denemede kullanılan bitkilerin toplam taze ağırlıklarını belirgin bir şekilde değiştirmemiştir. Bununla beraber diğer uygulamalarla karşılaştırıldığında 4 dS m<sup>-1</sup> tuzluluk toplam yaş ağırlığı belirgin ölçüde arttırmıştır.

Çizelge 4.2. Tuzluluğun toplam taze ağırlığa etkisi

Tuzluluk Düzeyi (dS m <sup>-1</sup> )	Toplam Taze ağırlık (g)			
	Kök	Toprak Altı Gövdesi	Gövde	Yaprak
<b>Kontrol</b>	6.50b	10.43öd	13.74ab	17.42ab
<b>4.0</b>	11.00a	10.6	15.51a	24.90a
<b>8.0</b>	8.00ab	10.2	10.90b	13.30b
<b>12.0</b>	9.53ab	10.6	13.14ab	18.30ab
<b>LSD (0.05)</b>	<b>4.04</b>	<b>2.78</b>	<b>4.14</b>	<b>9.23</b>

## 4.2. Tuzluluğun Bitki Besin Maddelerinin Alınması ve Taşınması Üzerine Etkisi

### 4.2.1. Sodyum

Tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin Na içeriğine etkisi Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Tuzluluğun Na içeriğine etkisi

Tuzluluk Düzeyi (dS m <sup>-1</sup> )	Sodyum (%)			
	Kök	Toprak Altı Gövdesi	Gövde	Yaprak
<b>Kontrol</b>	0.20c	0.05d	0.13d	0.03c
<b>4.0</b>	0.53b	0.17c	0.28c	0.13b
<b>8.0</b>	0.58b	0.24b	0.42b	0.33a
<b>12.0</b>	1.07a	0.31a	0.58a	0.38a
<b>LSD (0.05)</b>	<b>0.16</b>	<b>0.05</b>	<b>0.07</b>	<b>0.07</b>

Artan tuzluluk denemede kullanılan bitkilerin kökleriyle aldığı ve toprak üstü organlarına ilettiği Na miktarını istatistiksel olarak arttırdı. Bununla beraber köklerle alınan Na'un çok küçük bir kısmı yapraklara iletildi. Köklerden sonra Na elementinin en fazla biriktirildiği organ gövde oldu. 8.0 ve 12.0 dS m<sup>-1</sup> tuzluluk uygulamalarında yaprakların Na içerikleri "toksik" olarak kabul edilen düzeylere ulaştı (Çizelge 3.2).

### 4.2.2. Klor

Tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin Cl içeriğine etkisi Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Tuzluluğun Cl içeriğine etkisi

Tuzluluk Düzeyi (dS m <sup>-1</sup> )	Klor (%)			
	Kök	Toprak Altı Gövdesi	Gövde	Yaprak
<b>Kontrol</b>	0.38c	0.12d	0.15d	0.19c
<b>4.0</b>	0.93b	0.21c	0.26c	0.34b
<b>8.0</b>	0.98b	0.30b	0.44b	0.56a
<b>12.0</b>	1.40a	0.56a	0.68a	0.55a
<b>LSD (0.05)</b>	<b>0.22</b>	<b>0.06</b>	<b>0.11</b>	<b>0.10</b>

Artan tuzluluk denemede kullanılan bitkilerin kökleriyle aldığı ve toprak üstü organlarına ilettiği Cl miktarını istatistiksel düzeyde arttırdı. Bu açıdan Cl ve Na elementleri benzerlik gösterdi. Bununla beraber Cl elementinin yapraklara iletilen miktarları Na'a göre daha fazla oldu. Her iki elementte de 8.0 dS m<sup>-1</sup> tuzluluk düzeyinden sonra yapraklara taşınan miktarlar göreceli olarak azaldı. Bununla beraber 8.0 ve 12.0 dS m<sup>-1</sup> tuzluluk uygulamalarında yaprakların Cl içerikleri "toksik" olarak kabul edilen sınırın üzerine çıktı (Çizelge 3.2).

### 4.2.3. Potasyum

Tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin K içeriğine etkisi Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Tuzluluğun K içeriğine etkisi

Tuzluluk Düzeyi (dS m <sup>-1</sup> )	Potasyum (%)			
	Kök	Toprak Altı Gövdesi	Gövde	Yaprak
<b>Kontrol</b>	1.97a	0.39öd	1.71a	2.53a
<b>4.0</b>	0.70b	0.40	1.39b	2.32ab
<b>8.0</b>	0.35c	0.35	0.57c	2.08b
<b>12.0</b>	0.34c	0.34	0.55c	2.04b
<b>LSD (0.05)</b>	<b>0.17</b>	<b>0.06</b>	<b>0.26</b>	<b>0.40</b>

Artan tuzluluk genel olarak bitkinin K içeriğinin azalmasına neden oldu. Köklerle alınan K'un büyük bir kısmının yapraklara taşındığı belirlendi. Diğer organlarla karşılaştırıldığında artan tuzluluk yaprakların K içeriğinde daha küçük bir azalmaya neden oldu. Tüm uygulamalarda yaprak K içerikleri yeterlilik sınırının üzerinde bulundu (Çizelge 3.2).

#### 4.2.4. K/Na Oranı

Tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin K/Na oranına etkisi Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Tuzluluğun K/Na oranına etkisi

Tuzluluk Düzeyi (dS m <sup>-1</sup> )	K/Na			
	Kök	Toprak Altı Gövdesi	Gövde	Yaprak
<b>Kontrol</b>	9.97a	8.18a	13.45a	122.80a
<b>4.0</b>	1.33b	2.49b	4.92b	20.61b
<b>8.0</b>	0.62c	1.58c	1.48c	7.45b
<b>12.0</b>	0.36c	1.18c	0.99c	5.81b
<b>LSD (0.05)</b>	<b>0.64</b>	<b>0.81</b>	<b>1.99</b>	<b>17.39</b>

Artan tuzluluk deneme bitkilerinin K/Na oranını daha ilk dozdan başlayarak tüm organlarda belirgin şekilde azalttı. İlk doz uygulaması ile birlikte ortaya çıkan bu şiddetli azalış istatistiksel anlamda önemli bulundu ancak 8 dS m<sup>-1</sup> ve 12 dS m<sup>-1</sup> düzeyindeki tuzluluk şartlarında önemli bir değişim olmadı.

#### 4.2.5. Kalsiyum

Tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin Ca içeriğine etkisi Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Tuzluluğun Ca içeriğine etkisi

Tuzluluk Düzeyi (dS m <sup>-1</sup> )	Kalsiyum (%)			
	Kök	Toprak Altı Gövdesi	Gövde	Yaprak
<b>Kontrol</b>	0.92öd	0.91öd	1.35a	1.11a
<b>4.0</b>	0.84	0.92	1.16b	1.03a
<b>8.0</b>	0.85	0.87	1.22ab	0.74b
<b>12.0</b>	0.84	0.75	0.88c	0.70b
<b>LSD (0.05)</b>	<b>0.14</b>	<b>0.19</b>	<b>0.18</b>	<b>0.11</b>

Artan tuzluluk bitki organlarının Ca içeriğini genel olarak düşürmüştür. Bu azalma gövde ve yaprakta istatistiki olarak önemli, kök ve toprak altı gövdesinde ise istatistiki olarak önemsiz olmuştur. En yüksek miktarda Ca gövdede depolanmıştır. Yaprakların Ca içeriği kontrol ve 4 dS m<sup>-1</sup> tuzluluk ortamında yeterli düzeylerdeyken 8 dS m<sup>-1</sup> ve 12



dS m<sup>-1</sup> tuzluluk ortamında yaprakların Ca içeriği “yetersiz” düzeylere inmiştir (Çizelge 3.2).

#### 4.2.6. Magnezyum

Tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin Mg içeriğine etkisi Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Tuzluluğun Mg içeriğine etkisi

Tuzluluk Düzeyi (dS m <sup>-1</sup> )	Magnezyum (%)			
	Kök	Toprak Altı Gövdesi	Gövde	Yaprak
<b>Kontrol</b>	0.16öd	0.06öd	0.11a	0.10b
<b>4.0</b>	0.16	0.06	0.09b	0.12a
<b>8.0</b>	0.17	0.06	0.10b	0.11ab
<b>12.0</b>	0.17	0.07	0.12a	0.12a
<b>LSD (0.05)</b>	<b>0.18</b>	<b>0.09</b>	<b>0.13</b>	<b>0.18</b>

Artan tuzluluk bitki kök ve toprak altı gövdesinde Mg elementi açısından istatistiksel açıdan bir fark yaratmamıştır. En yüksek düzeyde Mg köklerde biriktirilmiş, bu organı yapraklar izlemiştir. Genel olarak artan tuzluluk gövde ve yaprakların Mg içeriğini hafifçe arttırmıştır. Kontrol bitkilerinde “yeterli” düzeyin altında bulunan yaprak Mg içeriği artan tuzlulukla beraber “yeterli” seviyelere yükselmiştir (Çizelge 3.2).

#### 4.2.7. K+Ca+Mg/Na Oranı

Tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin K+Ca+Mg/Na oranına etkisi Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Tuzluluğun K+Ca+Mg/Na oranına etkisi

Tuzluluk Düzeyi (dS m <sup>-1</sup> )	K+Ca+Mg/Na			
	Kök	Toprak Altı Gövdesi	Gövde	Yaprak
<b>Kontrol</b>	3.71a	2.52a	3.92a	8.18a
<b>4.0</b>	1.86b	1.72b	2.87b	4.47b
<b>8.0</b>	1.50c	1.51bc	2.03c	3.23c
<b>12.0</b>	1.36c	1.32c	1.66d	3.04c
<b>LSD (0.05)</b>	<b>0.17</b>	<b>0.23</b>	<b>0.33</b>	<b>0.66</b>

Artan tuzluluk bitki dokularının K+Ca+Mg/Na içeriğini istatistik olarak önemli düzeyde düşürmüştür. En yüksek değerler yapraklarda belirlenmiş, gövde, kök ve toprak altı gövdesi bunu takip etmiştir.

#### 4.2.8. Toplam Azot

Tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin toplam N içeriğine etkisi Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Tuzluluğun toplam N içeriğine etkisi

Tuzluluk Düzeyi (dS m <sup>-1</sup> )	Toplam Azot (%)			
	Kök	Toprak Altı Gövdesi	Gövde	Yaprak
<b>Kontrol</b>	1.63 öd	0.53a	0.87a	2.31a
<b>4.0</b>	1.63	0.54a	0.77b	2.31a
<b>8.0</b>	1.65	0.51ab	0.74b	2.29a
<b>12.0</b>	1.62	0.47b	0.70b	2.21b
<b>LSD (0.05)</b>	<b>0.04</b>	<b>0.06</b>	<b>0.07</b>	<b>0.07</b>

Artan dozlardaki tuzluluğun köklerdeki toplam N miktarına etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Toprak altı gövdesi, gövde ve yaprakların toplam N miktarında ise azalma belirlenmiştir. Bununla en yüksek düzeydeki tuzluluk ortamında bile yaprakların toplam N içeriği “eksik” düzeylere inmemiştir (Çizelge 3.2).

#### 4.2.9. Fosfor

Tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin P içeriğine etkisi Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Tuzluluğun P içeriğine etkisi

Tuzluluk Düzeyi (dS m <sup>-1</sup> )	Fosfor (%)			
	Kök	Toprak Altı Gövdesi	Gövde	Yaprak
<b>Kontrol</b>	0.04c	0.03c	0.05öd	0.12b
<b>4.0</b>	0.08b	0.05a	0.06	0.14a
<b>8.0</b>	0.10ab	0.04b	0.05	0.13ab
<b>12.0</b>	0.12a	0.05ab	0.06	0.13ab
<b>LSD (0.05)</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>	<b>0.12</b>	<b>0.15</b>

Artan tuzluluk gövde dışındaki bitki organlarının P içeriğini genel olarak arttırmıştır. En yüksek P birikimi yaprakta belirlenmiş, bu organı kök, gövde ve toprak altı gövdesi izlemiştir. Yaprakların P içerikleri tüm tuzluluk uygulamalarında “yeterli” düzeylerde belirlenmiştir (Çizelge 3.2.).

#### 4.2.10. Demir

Tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin Fe içeriğine etkisi Çizelge 4.12.’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Tuzluluğun Fe içeriğine etkisi

Tuzluluk Düzeyi (dS m <sup>-1</sup> )	Demir (mg kg <sup>-1</sup> )			
	Kök	Toprak Altı Gövdesi	Gövde	Yaprak
<b>Kontrol</b>	362.4b	129.9öd	174.5a	128.5öd
<b>4.0</b>	367.2b	148.0	106.1c	126.7
<b>8.0</b>	475.6a	152.3	125.7bc	131.6
<b>12.0</b>	394.0b	151.3	127.7b	129.5
<b>LSD (0.05)</b>	<b>77.75</b>	<b>29.23</b>	<b>19.81</b>	<b>19.58</b>

Artan tuzluluk farklı bitki organlarının Fe içeriğini değişik şekilde etkilemiştir. Genel olarak kök ve toprak altı gövde örneklerinde bir artış belirlenirken, gövdede bir azalma olmuş yapraklarda ise belirgin bir farklılık oluşmamıştır. Ancak bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Yapraklar da ise kontrol ile tuzluluk uygulamaları arasında belirgin bir değişim gerçekleşmemiştir.

#### 4.2.11. Mangan

Tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin Mn içeriğine etkisi Çizelge 4.13’de verilmiştir.

**Çizelge 4.13. Tuzluluğun Mn içeriğine etkisi**

Tuzluluk Düzeyi (dS m <sup>-1</sup> )	Mangan (mg kg <sup>-1</sup> )			
	Kök	Toprak Altı Gövdesi	Gövde	Yaprak
<b>Kontrol</b>	42.5b	10.1b	13.0a	26.5a
<b>4.0</b>	47.7ab	11.3ab	12.1a	23.7ab
<b>8.0</b>	45.5ab	10.9ab	10.0b	20.2c
<b>12.0</b>	56.0a	14.1a	12.4a	23.2bc
<b>LSD (0.05)</b>	<b>11.94</b>	<b>3.36</b>	<b>1.71</b>	<b>2.98</b>

Artan tuzluluk kök ve toprak altı gövdesinin Mn içeriğini arttırmıştır. Gövde ve yapraklarda ise kontrol uygulamasıyla karşılaştırıldığında tuzluluk Mn içeriğinde azalmaya neden olmuştur. En yüksek Mn birikimi köklerde gerçekleşmiş, bunu yapraklar ve gövde ve toprak altı gövdesi izlemiştir. Yaprak Mn içerikleri tüm uygulamalarda “yeterli” düzeylerde bulunmuştur (Çizelge 3.2.).

#### 4.2.12. Çinko

Tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin Zn içeriğine etkisi Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Artan tuzluluk kök ve gövdenin Zn içeriğini istatistiki olarak önemli düzeyde azaltmıştır. Toprak altı gövdesi ve yaprak Zn içeriğinde ise bir artış gözlenmiştir. Bununla beraber bu artış sadece toprak altı gövdesinde istatistiki olarak önemli olmuştur. Yaprak Zn içerikleri tüm uygulamalarda “yeterli” düzeylerde bulunmuştur (Çizelge 3.2.).

**Çizelge 4.14. Tuzluluğun Zn içeriğine etkisi**

Tuzluluk Düzeyi (dS m <sup>-1</sup> )	Çinko (mg kg <sup>-1</sup> )			
	Kök	Toprak Altı Gövdesi	Gövde	Yaprak
<b>Kontrol</b>	70.13a	20.57c	53.59a	45.05öd
<b>4.0</b>	67.50a	29.32b	49.83ab	48.27
<b>8.0</b>	62.43a	36.73ab	38.98bc	51.17
<b>12.0</b>	46.48b	40.66a	28.53c	53.62
<b>LSD (0.05)</b>	<b>14.35</b>	<b>8.51</b>	<b>12.82</b>	<b>12.93</b>

### 4.2.13. Bor

Tuzluluğun denemede kullanılan bitkilerin yaprak B içeriğine etkisi Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Artan tuzluluk yaprak B içeriğini kararlı bir şekilde düşürmüştür. Değişimler istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek iki tuzluluk uygulaması yaprak B içeriklerinin “yeterli” olarak kabul edilen sınır değerinin altına düşmesine neden olmuştur (Çizelge 3.2.).

Çizelge 4.15 Tuzluluğun yaprak B içeriğine etkisi

Tuzluluk Düzeyi (dS m <sup>-1</sup> )	Bor (mg kg <sup>-1</sup> )
	Yaprak
<b>Kontrol</b>	20.25a
<b>4.0</b>	19.80a
<b>8.0</b>	17.65b
<b>12.0</b>	16.00c
<b>LSD (0.05)</b>	<b>1.39</b>

## 5. TARTIŞMA

Elde edilen sonuçlar kısa dönemli çalışmalarda tuzluluğun bitki gelişimine etkisi açısından kuru madde miktarının (%), toplam taze ağırlığa göre daha güvenilir sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur. Tuzluluk kök gelişim hızını çok açık olarak geriletmiştir. Buna karşın gövde ve yapraklarda kuru madde birikimi açısından bir artış gözlenmiştir. Bu durum olasılıkla kök gelişiminin azalmasına bağlı olarak bitki su alımının azalması sonucu toprak üstü organlara daha az su iletilmesi ile ilgilidir. Özellikle yapraklara daha az su iletilmesi zaman içinde fotosentetik aktiviteyi düşürmüş, sonuçta üretilen ve köklere gönderilen organik bileşik miktarı azalmıştır. Bu durum kök gelişiminin gerilemesine neden olmuştur.

Diğer olasılıklar ise (1) kök ortamında tuz konsantrasyonunun aşırı artışının fizyolojik kuraklık olarak tanımlanan bir süreci başlatmasıdır. Tuzluluğa bağlı olarak toprak çözeltisinin ozmotik potansiyeli bitki köklerinin ozmotik potansiyelini aştığı için su alımı azalmıştır. (2) Kök gelişim ortamında çok yüksek konsantrasyonlara ulaşan Na ve Cl elementlerinin fotosentetik organlara taşınmasını azaltmak için bitkilerin su alımını sınırlandırmasıdır. Her iki durumda da toprak üstü organlardaki kuru madde miktarı göreceli olarak artmaktadır.

Çalışmada tekerrür sayısı oldukça fazla olmasına ve çalışma planlanırken vegetatif gelişim açısından birbirine yakın fidanlar seçilmesine karşın tuzluluğun toplam yaş ağırlığa etkisi uygulamalar arasında belirgin bir artış yada azalışa neden olmamıştır. Bu durum olasılıkla çalışma süresinin kısa olmasından kaynaklanmıştır. Bununla beraber 4 dS m<sup>-1</sup> tuzluluk ortamında yetiştirilen bitkilerin toplam taze ağırlıkları kontrol uygulaması da dahil olmak üzere diğer tüm uygulamalarda yetiştirilen bitkilerin toplam taze ağırlıklarına göre belirgin düzeyde yüksek bulunmuştur. Bu durum olasılıkla ortam tuzluluğunu arttırmak üzere kullanılan NaCl tuzunun bitki besin maddesi olarak deneme bitkilerine olumlu etkisinden kaynaklanmıştır.

Elde edilen sonuçlar deneme materyali olarak zeytin bitkisinin kullanıldığı ve tuzluluğun bitki besin maddelerinin alınması ve taşınmasına etkilerinin araştırıldığı kısa süreli saksı denemelerinin bu konuda önemli ipuçları verebileceğini ortaya koymuştur. Gemlik çeşidi  $8.0 \text{ dS m}^{-1}$  tuzluluğa kadar kökleriyle Na alımını sınırlandırmıştır. Ancak bu noktadan sonra köklerdeki Na düzeyi önemli düzeyde artmıştır. Bu durum olasılıkla (1) Gemlik çeşidinin köklerine Na girişini engelleyememesi ve/veya (2) kök içine giren ve üst organlara taşınan Na'un bir kısmının tekrar köke gönderilmesi (3) azalan su alımı ve iletimine bağlı olarak Na'un yapraklara taşınmaması yada taşınamaması ile ilgilidir. Olasılıkla her üç mekanizma bir arada çalışmıştır. Bununla beraber  $8.0 \text{ dS m}^{-1}$  ile  $12.0 \text{ dS m}^{-1}$  tuzluluk uygulamaları arasında kök Na içeriğinde çok büyük bir artış olmasına karşın yaprak Na içeriğinde küçük bir artış olması ikinci olasılığın daha ağırlıklı olarak işlediğini ortaya koymuştur.

Yapraklar açısından bakıldığında ise  $4.0 \text{ dS m}^{-1}$  tuzluluk düzeyinde “toksik” sınırın altında olan yaprak Na içeriği  $8.0 \text{ dS m}^{-1}$  tuzluluk düzeyinde toksik sınırın üzerine çıkmıştır (Çizelge 3.2.). Bu açıdan Gemlik çeşidi için Na kaynaklı olası tuzluluk zararının başladığı noktanın  $4.0 \text{ dS m}^{-1}$  ile  $8.0 \text{ dS m}^{-1}$  arasında bulunduğu sonucuna varılmıştır. Tuzluluk zararının başladığı kesin noktanın bulunması için daha detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Poljakoff-Mayber (1975), köklerden toprak üstü organlara olan Na taşınımını sınırlandırma yeteneğinin tuza toleransın belirlenmesinde en önemli unsurlardan biri olduğunu belirtmiştir. Bitkilerin toprak çözeltisindeki yüksek tuz konsantrasyonunda toprak tuzluluğundan sakınımında temel stratejileri Na'un ve diğer elementlerin tuzlarının yapraklara iletiminin sınırlandırılmasıdır. Bu sonucu elde edebilmek için kullandıkları stratejiler arasında tuzların kök içine alımının sınırlandırılması, eğer kök içine giriş yeterince sınırlandıramadıysa köklerden yapraklara taşınımın azaltılması gelmektedir. Buradaki amaç fotosentez ve diğer yaşamsal faaliyetlerin devam ettiği yapraklardaki hücrelerin osmotik potansiyellerinin olabildiğince düşük tutulması ve hücre membranlarındaki yıkımın engellenmesi için Na'un yapraklara iletiminin azaltılmasıdır.

Sodyumdan farklı olarak Cl hücre membranları tarafından kolayca alınmakta ve taşınmaktadır. Bu nedenle genellikle toprak üstü organlardaki düzeyi mikro element olmasına rağmen Na'a göre daha yüksek olmaktadır (Marschner, 1995). Denemede kullanılan bitkilerin dokularındaki Cl içeriğinin Na'a oranla daha yüksek oluşu bu açıklama (Marschner, 1995) ile uyumludur. Bitki analiz sonuçları Gemlik çeşidi için Cl kaynaklı olası tuzluluk zararının başladığı noktanın köklerde kontrol ile 4.0 dS m<sup>-1</sup> arasında, yapraklarda ise 4.0 dS m<sup>-1</sup> ile 8.0 dS m<sup>-1</sup> arasında bulunduğunu göstermektedir. Söz konusu noktanın kesin olarak belirlenmesi için daha detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Artan tuz uygulamalarıyla birlikte bitkinin K içeriği kök, gövde ve toprak altı gövdede düşerken yapraklar bu düşüşten çok az miktarda etkilenmiştir. Yapraklarda diğer organlara göre düşüşün daha az olmasının nedenleri arasında Na'un yapraklara daha az iletilmiş olması düşünülebilir. Lang (1983)'a göre K miktarının yapraklarda daha az düşmesinin nedeni K'un fotosentez ürünlerinin floeme yüklenmesindeki artırıcı görevi ve bu görevin önemidir. Potasyumun Na ile rekabetine ilişkin çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Hecht- Buchholz *et al.*, (1982) tuz uygulamasına bağlı olarak ortama verilen Na'un K ile rekabete girdiğini ve K'un bitkilerce alınmasının engellendiğini yada kök vakuollerindeki K'un Na ile yer değiştirdiğini bildirmiştir. Benzer sonuçlar Siegel *et al.* (1980) tarafından da yayınlanmıştır.

Potasyumun fotosentez, enzimatik aktivite, turgor potansiyeli, hücre uzaması, toprak üstü ve toprak altı organlarının büyümesi, stoma hareketliliği, transpirasyon ve protein sentezinde önemli etkileri vardır (Tisdale *et al.*, 1993; Marschner, 1995). Bu nedenle artan Na içeriğine bağlı olarak azalan K miktarı dolayısıyla bitkide fotosentez, enzimatik aktivite, turgor potansiyeli, hücre uzaması, topraküstü ve toprak altı organlarının büyümesi, stoma hareketliliği, transpirasyon ve protein sentezinde önemli gerilemeler olması kaçınılmazdır.

Bitki örneklerinde K/Na oranı artan tuzlulukla beraber hızlı bir düşüş göstermiştir. Bununla beraber K/Na oranındaki düşüş köklerde hem K alımındaki azalmadan hem de



Na alımındaki artıştan kaynaklanırken yapraklarda daha çok Na'un köklerden yapraklara iletimindeki artıştan kaynaklanmıştır. Denemede kullanılan bitkiler her düzeydeki tuzluluk uygulamasında yapraklarında %2'nin üzerinde ve birbirine yakın miktarlarda K<sup>+</sup> depolamayı başarmıştır (Çizelge 4.5.). Olasılıkla azalan K alımına karşın K'un hücre membranlarından kolay geçişi, iyon taşıyıcılar tarafından tercih edilmesi ve bitki iletim demetlerinde çok miktarda ve hızlı olarak taşınması bu elementin yapraklara her koşulda yüksek miktarlarda taşınmasını sağlamıştır (Marschner, 1995). Öte yandan çeşitli araştırmacılar K/Na oranının tuza dayanıklılıkla doğru orantılı olduğunu bildirmiştir (Gorham 1990, Ashraf *et al.* 1997, Sherif *et al.* 1998).

Tuzluluk tüm bitki organlarında Ca içeriğini düşürmüştür. Bununla beraber köklerdeki azalma düzeyi yapraklardaki azalma düzeyine göre çok daha az olmuştur (Çizelge 4.7). Bu durum olasılıkla kök ortamındaki NaCl kaynaklı tuzluluğun Ca'un köklere girişini, köklerden yapraklara taşınmasına göre daha az etkilediğinin bir göstergesidir. Yani Na ile Ca asıl arasındaki rekabet köklerle alınma sırasında değil bitki içinde taşınma sırasında gerçekleşmektedir. Clarkson ve Hanson (1980) ve Epstein (1981) aşırı Na varlığında bitkilerin tuzluluğa karşı toleranslı kalabilmek için Na yanında Ca'u almaya devam ettiğini bildirmiştir. Maas (1993)'a göre tuzlu toprak çözeltilisinde yeterli Ca düzeyinin sürdürülmesi özel iyon toksitesinin (özellikle de Na ve Cl için) şiddetinin kontrolünde önemli bir faktördür. Banuls *et al.* (1991) Ca'un tuzlu şartlarda yetişen turuncgillerde Na ve Cl'un köklerden yapraklara taşınımının sınırlandırılmasında etkili olduğunu bildirmiştir.

Cachorro *et al.* (1994)'a göre tuzlu ortama eklenen Ca fasülyede kök membran bütünlüğünü arttırmış ve membranlardan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ile H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> kayıplarını en aza indirmiştir.

Öte yandan Ca da Na gibi bir katyondur ve olasılıkla antagonistik bir etkileşim söz konusudur. Diğer bir olasılık ise kök ortamında tuzluluğa bağlı olarak artan ozmotik potansiyel sonucu azalan su alımına ve transpirasyona bağlı olarak Ca'un alınmasının ve üst organlara taşınmasının gerilemesidir. Kalsiyum bitki içerisinde hareketliliği en düşük elementlerden biridir ve taşınımı büyük oranda transpirasyona bağlıdır. Kalsiyumun

ortam sıcaklığının düşük ve nispi nemin yüksek olduğu dönemlerde transpirasyon düzeyine bağlı olarak alımı ve taşınımı azalır (Marschner, 1995). Deneme bitkileri açısından NaCl kaynaklı tuzluluk koşullarında yaprak Ca içeriğinin yetersiz düzeylere gerilediği noktanın  $4.0 \text{ dS m}^{-1}$  ile  $8.0 \text{ dS m}^{-1}$  arasında bulunduğunu söylenebilir (Çizelge 4.7.). Söz konusu noktanın kesin olarak belirlenmesi için daha detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Sodyum, K ve Ca gibi bir katyon olmasına karşın NaCl kaynaklı tuzluluk deneme bitkilerinin Mg içeriğini arttırmıştır. Bu artış toprak altı organlarda istatistiki olarak önemsiz bulunurken toprak üstü organlarda önemli bulunmuştur. Yani bu artışın düzeyi bitki içindeki iyon iletim mekanizmalarına bağlı olarak artmıştır. Tüm tuzluluk düzeylerinde yaprak Mg içeriğinin yeterlilik sınırının üzerinde bulunması tuzlu koşullarda ilgili mekanizmaların Mg'un lehine işlediğini göstermektedir (Çizelge 3.2.). Marschner (1995)'e göre Mg kök plazma membranları üzerindeki bağlanma bölgeleri için Ca ile güçlü bir rekabet içindedir. Olasılıkla Mg'un köklerle alınması ve bitki içinde taşınması süreci Na'dan çok K ve Ca elementleriyle rekabet halindedir. Artan Na içeriğine bağlı olarak azalan K ve Ca alınması-taşınması Mg'un alınmasını ve taşınmasını olumlu yönde etkilemiştir. Bernstein (1975)'e göre artan tuzluluk her zaman azalan Mg düzeyi ile ilgili değildir. Bununla beraber farklı sonuçlar yayınlayan araştırmacılar da bulunmaktadır. Ruiz *et al.* (1997) NaCl tuzluluğunun turunçgillerde yaprak Mg içeriğini düşürdüğünü belirlemiştir. Demiral (1995) artan NaCl kaynaklı tuzluluğun zeytin bitkisinde Mg içeriğini düşürdüğünü belirlemiştir.

Artan tuzluluk ile beraber K+Ca+Mg/Na oranında ilk doz uygulamasından başlayarak düşüş gözlenmiştir. Bu durum artan miktarda Na'un bu iyonların alınması ve taşınmasını azaltması ile ilgilidir. Artan tuzluluğa bağlı olarak denemede kullanılan bitkilerin yaprak Na, Cl ve Ca içerikleri göz önüne alındığında Gemlik çeşidi için tuz zararının başladığı noktadaki K/Na oranına değerin 20.61 ile 7.45 arasında, K+Ca+Mg/Na oranına ait sınır değerin ise 4.47 ile 3.23 (yaklaşık 4.0) arasında bulunduğunu söyleyebiliriz. K+Ca+Mg/Na oranına ait değerin çok daha dar sınırlar içinde değişmesi Gemlik çeşidinin tuza olan toleransının belirlenmesinde K+Ca+Mg/Na oranının K/Na oranına

göre olasılıkla daha güvenilir bir parametre olduğunu ortaya koymaktadır. Söz konusu noktanın kesin olarak belirlenmesi için daha detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Tuzluluk uygulaması denemede kullanılan bitkilerin toplam N içeriğini düşürmüştür. Bununla beraber yaprak toplam N içerikleri tüm uygulamalarda yeterlilik sınırının üzerinde bulunmuştur (Çizelge 3.2.). Bu durum Gemlik çeşidinde köklerle N alınmasının ve bitkide taşınmasının NaCl kaynaklı tuzluluk tarafından çok fazla etkilenmediğini göstermektedir. Azot diğer bitki besin maddelerinden farklı olarak hem anyon ( $\text{NO}_3^-$ ) hem de kation ( $\text{NH}_4^+$ ) olarak alınabilmektedir (Marschner, 1995). Bu durum olasılıkla diğer elementlerle olan rekabette N için bir avantaj sağlamaktadır.

Laboratuar ve serada yapılan pek çok çalışma tuzluluğun bitkideki N birikimini düşürebileceğini göstermiştir (Al-Rawahy *et al.* 1992). Bu durum olasılıkla bir anyon olan  $\text{NO}_3^-$ 'in  $\text{Cl}^-$  ile rekabetine bağlıdır. Diğer bazı araştırmacılar ise  $\text{NO}_3^-$  alımındaki gerilemenin tuzluluk stresine giren bitkilerde meydana gelen su alımındaki gerileme ile ilgili olduğunu öne sürmektedir (Lea-Cox and Syvertsen, 1993).

Artan tuzluluk gövde dışındaki bitki organlarının P içeriğini genel olarak arttırmıştır. Araştırmacılar bitkilerin P içerikleri yönünden tuzluluğa farklı tepkiler verdiğini bildirmektedir. Bununla beraber çalışmaların çoğu bitkilerdeki P konsantrasyonunu arttıran şartların topraksız yetiştiricilik metotlarında ortaya çıktığını, toprakta ise böyle bir sonucun meydana gelmediğini belirtmektedir (Grattan and Grieve, 1994). Bu durum büyük bir olasılıkla besin çözeltilerindeki P konsantrasyonlarının genellikle topraktaki P konsantrasyonlarına göre çok daha yüksek (örneğin 2mM yerine 2 $\mu$ M) olmasına bağlıdır. Bitki sürgünlerindeki P birikimi olasılıkla kök bölgesinde kontrol edilmekte ve tuz bileşiminden bağımsız bulunmaktadır (Grattan and Maas, 1985). Söz konusu araştırmacılara göre tuzluluk ve P beslenmesi arasındaki interaksiyon en az tuzluluk-N interaksiyonu kadar karmaşıktır (Grattan and Grieve, 1999). Bu etkileşim büyük oranda bitki türü ve hatta bitki çeşidine, bitkinin yaşına, tuzluluk düzeyi ve tuzun bileşimine ve

çözeltideki P konsantrasyonuna bağlıdır. Bu nedenle seçilen bitki türüne ve deneme koşullarına bağlı olarak elde edilmiş pek çok farklı sonuç bulunmaktadır

Tuzlu topraklarda P'un alınabilirliği fosfat aktivitesini azaltan iyonik gerilim etkisi ile ve/veya kalsiyum fosfat minerallerinin düşük çözünürlüğü nedeniyle azalabilmektedir. Bu nedenle (NaCl+CaCl<sub>2</sub>) tuzlarının etkisi altındaki topraklarda fosfat konsantrasyonunun azalması kolayca anlaşılabilir (Sharpley *et al.* 1992). Pek çok durumda, bitki P içeriği %20-50 düzeylerinde azalabilir ancak bu durumun bitkilerde P noksanlığına neden olduğu konusunda bir kanıt bulunmamaktadır. Bunun dışında Cl<sup>-</sup> ile H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> iyonları arasında da bir antagonizm bulunmaktadır (Champagnol, 1979).

Page *et al.* (1990) mikro elementlerin çoğunun alınabilirliğinin organik ve inorganik tanecik yüzeylerindeki bağlanma bölgelerinin yapısına olduğu kadar toprak çözeltisinin pH ve pE (elektron aktivitesinin negatif logaritması)'sine bağlı olduğunu bildirmiştir. Tuzlu ve alkali topraklarda mikro elementlerin çözünürlüğü genellikle düşüktür ve bu topraklarda yaşayan bitkiler her zaman olmamakla beraber genellikle mikro element noksanlığı gösterir. Farklılıklar bitki tipine, bitki dokusuna, tuzluluk düzeyine ve bileşimine, mikro element konsantrasyonuna, gelişim şartlarına ve çalışmanın süresine bağlıdır. Sonuç olarak tuzluluk ve mikro element beslenmesi arasındaki ilişki kompleksdir ve tuzluluk bitki dokularındaki mikro element miktarlarını arttırabilir, azaltabilir ya da herhangi bir etkide bulunmayabilir.

Artan tuzluluk farklı bitki organlarının Fe içeriğini değişik şekilde etkilemiştir. Genel olarak toprak altı organlarda bir artış belirlenirken, toprak üstü organlardan gövdede bir azalma olmuş yapraklarda ise belirgin bir farklılık oluşmamıştır (Çizelge 4.12.).

Çeşitli araştırmacıların ulaştığı sonuçlar tuzluluğun bitkilerin Fe konsantrasyonu üzerine olan etkisinin farklı olabileceğini ortaya koymaktadır. Örneğin tuzlu şartlarda yetiştirilen bezelye bitkisinin gövdesinde (Dahiya and Singh, 1976), domates, soya fasulyesi, kabakta Fe miktarı artmış, arpa ve mısırdaki ise azalmıştır (Hassan *et al.* 1970). Martinez

*et al.* (1987) tuzlu koşullarda bazı domates eřitlerinin Fe içeriği dūřerken, diğer bazı çeşitlerin Fe içeriğinin ise arttığını bildirmiştir.

Tuzluluk uygulaması bitki organlarının Mn ve Fe içeriğini çok benzer bir şekilde etkilemiştir. Genel olarak toprak altı organlarda bir artış belirlenirken, toprak ũstü organlarda bir azalma meydana gelmiştir (izelge 4.13.). Her iki elementte de köklerde yũksek miktarda birikim söz konusudur. Bu sonuçlar Na ile Fe ve Mn gibi mikro elementler arasındaki olası antagonistik etkileşimlerin kök içine girişten çok toprak ũstü organlara taşınma aşamasında ortaya çıktığını ortaya koymaktadır.

Bununla beraber konuyla ilgili olarak farklı araştışıcılar farklı sonuçlara ulaşmıştır. Rahman *et al.* (1993) toprakta ya da topraksız yetiştiricilikte yapılan çalışmaların çoğunluğu tuzluluğun gövdedeki Mn konsantrasyonunu azalttığını belirtmektedir. Al-Harbi (1995), tuzluluğun domates bitkisinin yaprak yada gövdesindeki Mn içeriğini etkilemediğini bildirirken, Niazi and Ahmed (1984) arttırdığını bildirmektedir. Khattak and Jarrell (1989) ise tuzluluğun şeker pancarının gövdesindeki Mn konsantrasyonunu arttırdığını belirtmiştir. Araştışıcılara göre bu durum (NaCl+CaCl<sub>2</sub>) eklenmesinin sature olmuş toprak ozeltisindeki alınabilir Mn konsantrasyonunu arttırması ile ilgilidir.

Tuzluluk uygulaması diğer mikro elementler olan Fe ve Mn ile karşılaştırıldığında denemede kullanılan bitkilerin Zn içeriklerini farklı şekilde etkilemiştir. Bitkilerde kök ve gövdenin Zn içeriği istatistiki olarak önemli dũzeyde azalmıştır. Toprak altı gövdesi ve yaprak Zn içeriğinde ise kontrole göre bir artış gözlenmiştir (izelge 4.14.). Sonuçlar NaCl kaynaklı tuzluluk koşullarında Gemlik zeytin çeşidinde yapraklara yeterince Zn taşınabildiğini göstermiştir. Literatũrde bu konuda farklı bilgiler bulunmaktadır. Mehrotra *et al.* (1986) gövdedeki Zn konsantrasyonunun artan alkalilikle azaldığını ancak artan tuzlulukla ilgili olmadığını bildirmiştir. Çalışmaların çoğu tuzluluğun bitki gövdesindeki Zn miktarını arttırdığı yonũndedir. Turunçgiller (Ruiz *et al.* 1997) ve fasulye (Doering *et al.* 1984) bu bitkiler arasındadır. Bununla beraber diğer bazı araştışıcılar etkisi olmadığı yada azaldığı yonũnde gorũř bildirmiştir (Al-Harbi, 1995).

Artan tuzluluk denemede kullanılan bitkilerin yaprak B içeriğini kararlı bir şekilde düşürmüştür ve en yüksek iki tuzluluk uygulamasında yaprak B içeriklerinin “yeterli” olarak kabul edilen sınır değerinin altına düşmesine neden olmuştur. Yadav *et al.* (1989) Na, Ca, Cl ve  $SO_4^-$  dan oluşan bir tuz karışımının saksılarda tınlı kum kullanılarak yetiştirilen nohut bitkisinde yaprak B içeriğini düşürdüğünü belirlemiştir. Ferreyra *et al.* (1997) yüksek düzeyde B içeren sularla sulanan tarla bitkilerinde çeşitli elementlerin tuzlarından oluşan karışımın B elementinin olumsuz etkilerini azalttığını bildirmiştir. Olasılıkla B diğer anyonlar olan  $SO_4^-$  ve Cl ile antagonistik bir etkileşime girmektedir. Pek çok çalışma sonucu bu hipotezi doğrular niteliktedir (El-Motaium *et al.* 1994, Grattan *et al.* 1997). Öte yandan B ile Ca arasında da bir rekabet olduğu öteden beri bilinmektedir. Yetiştirme ortamındaki yüksek düzeydeki Ca, B alımını azaltarak noksanlığı tetiklemektedir (Gupta *et al.* 1985). Bu nedenle  $SO_4^-$  ve Ca iyonlarının her ikisinin de bulunduğu tuzlu ortamlarda B noksanlığına hangi iyonun öncelikle neden olduğunu belirlemek oldukça güçtür.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmadan elde edilen sonuçlar saksılarda toprak:dere kumu kullanılarak yetiştirilen Gemlik zeytin çeşidine uygulanan NaCl-kaynaklı tuzluluğun bitkilerin gelişimini ve besin maddelerini alma- taşıma düzeylerini etkilediğini ortaya koymuştur. Kısa dönemli çalışmalarda tuzluluğun bitki gelişimine etkilerini ortaya koymak açısından (%) kuru madde miktarı toplam yaş ağırlığa göre daha güvenilir bir parametre olabileceği sonucuna varılmıştır. Tuzluluk genel olarak toprak altı organların kuru madde verimini azaltmış, toprak üstü organların kuru madde verimini ise arttırmıştır. Toplam taze ağırlık açısından Gemlik çeşidi kontrol uygulaması da dahil diğer tüm uygulamalarla karşılaştırıldığında ilk dozla ( $4 \text{ dS m}^{-1}$ ) en yüksek gelişimi sağlamıştır. Bu sonuç düşük dozdaki tuzluluğun Gemlik bitkisinin gelişimini olumlu yönde etkilediğini düşündürmüştür.

Sonuçlar bitki besin maddelerinin alınması ve taşınması yönünden irdelendiğinde; olasılıkla Gemlik çeşidi için Na kaynaklı tuzluluk zararının başladığı noktanın  $4.0 \text{ dS m}^{-1}$  ile  $8.0 \text{ dS m}^{-1}$  arasında bulunduğu kanısına varılmıştır. NaCl tuzunun diğer önemli bileşeni olan Cl ele alındığında ise bitki analiz sonuçları Gemlik çeşidi için Cl kaynaklı olası tuzluluk zararının başladığı noktanın köklerde kontrol uygulaması ile  $4.0 \text{ dS m}^{-1}$  arasında, yapraklarda ise  $4.0 \text{ dS m}^{-1}$  ile  $8.0 \text{ dS m}^{-1}$  arasında bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu konuda daha detaylı çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Bitki analiz sonuçları K'lu ve Ca'lu gübrelemenin tuzluluk sorunu olan alanlarda üzerinde önemle durulması gereken konular olduğunu göstermiştir. Kalsiyum ve K olasılıkla Na'un köke girişini ve bitki içerisinde fotosentetik organlara taşınmasını kısmen engellemiştir. Denemede kullanılan bitkiler her düzeydeki tuzluluk uygulamasında yapraklarında %2'nin üzerinde ve birbirine yakın miktarlarda K depolamayı başarmıştır. Bitki analizleri Mg ile ilgili olarak farklı sonuçlar ortaya koymuştur. Sonuçlar Mg'un kök ortamında alınma ve bitkide taşınma ile ilgili olarak Na'dan çok Ca ve K ile rekabet ettiğini düşündürmüştür. Olasılıkla artan Na içeriğine

bağlı olarak K ve Ca alınması-taşınmasındaki azalma Mg'un alınmasını ve taşınmasını olumlu yönde etkilemiştir. Bitki besin maddeleri arasındaki oranlar söz konusu olduğunda Gemlik çeşidinin tuza olan toleransının belirlenmesinde  $K+Ca+Mg/Na$  oranının K/Na oranına göre olasılıkla daha güvenilir bir parametre olduğu belirlenmiştir. Artan tuzluluğa bağlı olarak denemede kullanılan bitkilerin yaprak Na, Cl ve Ca içerikleri göz önüne alındığında Gemlik çeşidi için olası tuz zararının başladığı noktada  $K+Ca+Mg/Na$  oranı K/Na oranına göre çok daha dar sınırlar içinde değişmiştir. Tuz uygulamaları denemede kullanılan bitkilerin toplam N içeriğini düşürmüştür. Bununla beraber yaprak toplam N içerikleri tüm uygulamalarda yeterlilik sınırının üzerinde bulunmuştur. Artan tuzluluk gövde dışındaki bitki organlarının P içeriğini genel olarak arttırmıştır. Sonuçlar artan tuzluluğun bitkilerin Mn ve Fe içerikleri açısından toprak altı organlarında bir artış, toprak üstü organlarında bir azalma yarattığını göstermiştir. Bu açıdan tuzluluk bitki organlarının Mn ve Fe içeriğini çok benzer bir şekilde etkilemiştir. Çinko ise daha farklı bir görünüm sergilemiştir. Bitkilerde kök ve gövdenin Zn içeriği istatistiki olarak önemli düzeyde azalmıştır. Toprak altı gövdesi ve yaprak Zn içeriğinde ise kontrole göre bir artış gözlenmiştir.

Artan tuzluluk denemede kullanılan bitkilerin yaprak B içeriklerinin “yeterli” olarak kabul edilen sınır değerinin altına düşmesine neden olmuştur. Bor elementi olasılıkla  $SO_4$  ve Cl anyonlarıyla ve Ca katyonuyla antagonistik bir etkileşime girmiştir.

Elde edilen sonuçlar Gemlik zeytin çeşidi için tuz zararının başladığı noktanın olasılıkla  $4.0 \text{ dS m}^{-1}$  ile  $8.0 \text{ dS m}^{-1}$  arasında bulunduğunu ve bu konuda daha detaylı çalışmalar yapılması gerektiğini ortaya koymuştur.



## KAYNAKLAR

- Al-Harbi, A. R. 1995. Growth and nutrient composition of tomato and cucumber seedlings as affected by sodium chloride salinity and supplemental calcium. **J. Plant Nutr.** 18(7): 1403-1416.
- Alpaslan, M., Güneş, A., Taban, S., Erdal, İ. ve Tarakcıoğlu, C. 1998. Tuz stresinde çeltik ve buğday çeşitlerinin kalsiyum, fosfor, demir, bakır, çinko, ve mangan içeriklerindeki değişmeler. **Tr. J. of Agriculture and Forestry**, **22**: 227-233.
- Al-Rawahy, S. A., Stroehlein, J. L. and Pessaraki, M. 1992. Dry matter yield and nitrogen -15, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> and K<sup>+</sup> content of tomatoes under sodium chloride stress. **J. Plant Nutr.** 1: 341-358.
- Ashraf, M., Zafar, Z. U. and Cheema, Z. A. 1994. Effect of low potassium regimes on some salt and drought tolerant lines of pearl millet. **Phyton. Horn.**, 34 (2): 219-227.
- Ashraf, M., Aasiya, K. and Khanum, A. 1997. Relationship between ion accumulation and growth in two spring wheat lines differing in salt tolerance at different growth stages. **Journal of Agronomy and Crop Science** **178**: 39-51.
- Ayyıldız, M. 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1196, Ders Kitabı: 344, Ankara, 282s.
- Banuls, J., Legaz, F. and Primo-Millo, E. 1991. Salinity-calcium interactions on growth and ionic concentration of Citrus plants. **Plant Soil** 133: 39-46.
- Bayraklı, F. 1998. Toprak Kimyası. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 26, 1. Baskı, Samsun, 214s.
- Bernstein, L. 1975. Effects of salinity and sodicity on plant growth. **Ann. Rev. Phytopathol.** 13: 295-312.
- Brown, J.K. and Jackson, R.K. 1955. A note on the potentiometric determination of chloride. **Amer. Soc. Hort. Sci.** 65: 187-193.
- Cachorro, P., Ortiz, A., Cerda, A. 1994. Implications of calcium nutrition on the response of *Phaseolus vulgaris* L. to salinity. **Plant Soil** 159: 205-212.

- Canözer, Ö. 1991. Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Yayın Dairesi Başkanlığı Mesleki Yayınlar, Genel: 334, Seri: 16. Ankara.
- Champagnol, F. 1979. Relationships between phosphate nutrition of plants and salt toxicity. **Phosphorus Agri.** 76: 35-43.
- Chavan, P.D. and Karadge, B.A. 1980. Influence of salinity on mineral nutrition of peanut (*Arachis hypogea* L.). **Plant and Soil**, 54: 5-13.
- Clarkson, D.T. and Hanson, J.B. 1980, The Mineral nutrition of higher plants. **Ann. Rev. Plant Physiol.** 31: 239-2980.
- Cook, R.J. and Veseth, R.J. 1991. Wheat Health Management. The American Phytopathological Society, 3340 Pilot Knob Road, St. Paul, Minnesota 55121, USA.
- Cuartero, J. ve Fernandez-Munoz, R. 1999. Tomato and salinity. **Sci. Hort.**, 78: 83-125.
- Çiçek, N. and Çakırlar, H. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. **Bulg. J. Plant Physiol.**, 28(1-2): 66-74.
- Dahiya, S. S. and Singh, M. 1976. Effect of salinity, alkalinity and iron application on the availability of iron, manganese, phosphorus and sodium in pea (*Pisum sativum* L.) crop. **Plant Soil** 44: 697-702.
- DAZB (Doğu Akdeniz Zeytin Birliği). 2003. Gemlik Zeytin çeşidine ait esas özellikler. [www.dazb.org.tr/upload/gemlik\\_zeytin\\_cesidine\\_ait\\_esas\\_ozellikler.pdf](http://www.dazb.org.tr/upload/gemlik_zeytin_cesidine_ait_esas_ozellikler.pdf) .[Erişim Tarihi: 02.08.2008].
- De Azevedo Neto, A. D., Prisco, J. T., Eneas-Filho, J., de Lacerda, C. F., Silva, J. V., da Costa, P. H. A. and Gomes-Filho, E. 2004. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. **Braz. J. Plant Physiol.**, 16: 31-38.
- Demiral, M. A. 2004. Effect of Cultivars on uptake and translocation of sodium and chloride in olive (*Olea Europaea* L.) plant. Adnan Menderes Üniversitesi, **Ziraat Fakültesi Dergisi** 1(2): 5-12.
- Demiral, M. A. 2005. Comparative response of two olive (*Olea europaea* L.) cultivars to salinity. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 29: 267-274.

- Demiral, M. A., Aydın, M., Yorulmaz, A. 2005. Effect of salinity on growth, chemical composition and antioxidative enzyme activity of two malting barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. **Turkish Journal of Biology**. 29: 117-123.
- Din, C., Mehdi, S. M., Sarfraz, M., Hassan G. and Sadiq, M. 2001. Comparative efficiency of foliar and soil application of K<sup>+</sup> on salt tolerance in rice. **Pakistan Journal of Biological Sciences** 4: 815-817.
- Doering, H. W., Schulze, G. and Roscher, P. 1984. Salinity effects on the micronutrient supply of plants differing in salt resistance. **Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Colloquium for the Optimization Plant Nutrition**. Montpellier, France, pp. 165-172.
- Ekiz, H., Bağcık, S.A., Yılmaz, A., Çağlayan N. ve Bozoğlu, S. 1995. Bazı arpa genotiplerinin tuzluluğa karşı toleranslarının ve toleransla ilgili seleksiyon kriterlerinin belirlenmesi. **3. Arpa. Malt Sempozyumu** 5-7 Eylül, Konya.
- El Gassar, A.M., El-Azad, E. M. and Shehata, M. 1979. Effect of irrigation with fraction of sea water and drainage water on growth and mineral composition of young grapes, guavas, oranges and olives. **Alexandria J. Agric. Res.**, 27: 207-219.
- Elkoca, E. 1997. Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Tuza Dayanıklılık Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Özetleri. s.76. (1995-2000).
- El-Motaium, R., Hu, H., Brown, P.H. 1994. The relative tolerance of six *Prunus* rootstocks to boron and salinity. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 119: 1169-1175.
- Epstein, E. 1981. Genetic engineering of osmoregulation. impact of plant productivity for food. **Chemicals and Energy**. pp 7-29 Eds. D.W. Rains, C. Valentine and H. Follander, Plenum Press, London.
- Ferreya, R., Aljaro, A. U., Ruiz, R. S., Rojas, L. P., Oster, J.D. 1997. Behavior of 42 crop species grown insaline soils with high boron concentrations. **Agric. Water Manage.** 34: 111-124.
- Flowers, T. J. 1988. Chloride as a nutrient and as an osmoticum. In. Tinker B., Lauchli A., Eds. **Advances in Plant Nutrition**, Vol. 3, 55-78.
- Gorham, J. 1990. Salt tolerance in the Triticeae: Ion discrimination in rye and triticale. **Journal of Experimental Botany** 41: 609-614.

- Grattan, S. R. and Maas, E. V. 1985. Root control of leaf phosphorus and chloride accumulation in soybean under salinity stress. **Argon. J.** **77**: 890-895.
- Grattan, S. R. and Grieve, C. M. 1994. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: Pessarakli, M. (Ed), Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, New York, pp.203-226.
- Grattan, S.R., Shannon, M.C., Grieve, C.M., Poss, J.A., Suarez, D.L., Francois, L.E. 1997. Interactive effects of salinity and boron on the performance and water use of eucalyptus. **Proceeding 2<sup>nd</sup> International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops**. In: Chartzoulakis, K.S. (Ed.), September 8-13, 1996, Chania, Crete, Greece. **Acta Hort.** 449: 607-613.
- Grattan, S. R. and Grieve, C. M. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae.** **78**: 127-157.
- Gupta, U.C., Jame, Y.W., Campbell, C.A., Leyshon, A.J., Nicholaichuk, W. 1985. Boron toxicity and deficiency: a review. **Can. J. Soil Sci.** **65**: 381-409.
- Güngör, Y., Artık, N. ve Yurtseven, E. 1993. Sulama suyu tuzluluğunun soya kimyasal bileşimi üzerine etkisi. **Tr. J. of Agriculture and Forestry**, **17**: 443-449.
- Güngör, Y. ve Erözel, Z. 1994. Drenaj ve Arazi Islahı. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:1341, Ders Kitabı:389, Ankara, 232s.
- Hartmann, H. T., Uriu, K. and Lilleland, O. 1966. Olive nutrition, p.252-261. In: N.F. Childers (ed.) Temperate to Tropical Fruit Nutrition. **Hort. Publications**, The State University, Rutgers.
- Hasegawa, P. M. and Bressan, R. A. 2000. Plant cellular and molecular research to high salinity. **Annu. Rev.Plant Physiol. Plant Mol. Biol.** **51**: 463-499.
- Hassan, N. A. K., Drew, J. V., Knudsen, D. and Olson, R. A. 1970. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn. II. Corn (*Zea mays* L.) **Agron. J.** **62**: 46-48.
- Hecht-Buchholz, C. 1982. Wirkundder mineralstoffernährung auf Die feinstruktur der pflanzenzelle. Z. **Pflanzenernähr. Bodenk.**, **132**: 45-68.

- Hoagland, D. R. and Arnon, D. I. 1950. The water culture method for growing plants without soil. Circular 347, College of Agriculture, University of California, Berkeley.
- Jeschenke, W. D. 1984.  $K^+$ - $Na^+$  exchange of cellular membranes, intracellular compartmentation of cations and salt tolerance. In :R. C. Staples and G. H. Toenniessen (Eds.) Salinity Tolerance in Plants. Strategies for Crop Improvement. pp. 37-66. A. Wiley-Interscience Publication, Toronto, Singapore.
- Kabar, K., Kocaçalışkan, İ. 1990. Buğday tohumlarının çimlenmesinde tuzluluk (NaCl), polifenol oksidaz ve büyüme düzenleyicileri arasındaki etkileşimler. **Doğa Türk Botanik Dergisi**. V 14. N 3: 235-245.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No. 453. Ankara.
- Kanber, R., Kırdar, C. ve Tekinel, O. 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:21, Ders Kitapları Yayın No:6, Adana.
- Kara, T. ve Apan. M. 2000. Tuzlu taban suyunun sulamalarda kullanımı için bir hesaplama yöntemi. **O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi**.15(3):62-67.
- Khanouja, S. D., Chaturvedi, K. N. J. and Garg, V. K. 1980. Effect of exchangeable sodium percentage on the growth and mineral composition of Thomson Seedless grapevine. **Sci. Hort.** 12 (1), p: 47-53.
- Khattak, R. A. and Jarrell, W. M. 1989. Effect of saline irrigation waters on soil manganese leaching and bioavailability to sugar beet. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 53: 142-146.
- Kotuby-Amacher, J., Koenig, R. and Kitchen, B. 1997. Salinity and Plant Tolerance. Utah State University Extension, **Electronic Publishing AG-SO-03.**, Utah.
- Lang, A. 1983. Turgor-regulated translocation. **Plant Cell and Environment**. 6, 683-689.
- Lea-Cox, J. D. and Syvertsen, J. P. 1993. salinity reduces water use and nitrate-N-use efficiency of citrus. **Ann. Bot.** 72: 47-54.

- Leopold, A. C. and Willing, R. P. 1984. Evidence for toxicity effects of salt on membranes. In: R. C. Staples, and G. H. Toenniessen (Eds) *Salinity Tolerance in Plants, Strategies for Crop Improvement*. pp 67-76 A Wiley- Interscience Publication, Toronto, Singapore.
- Litifi, A., Beek, J. G. and Van-de-Beek, J. G. 1992. Capsicum-Newsletter. Special Issue, 51-56, **EUCARPIA VIII<sup>th</sup> Meeting on Genetics and Breeding on Capsicum and Egg Plant**, Rome, Italy, 7-10 September, 1992. 6 ref.19-227.
- Maas, E. V. 1986. Salt tolerance of plants. **Applied Agr. Res.** 1: 12-26.
- Maas, E. V., 1993. Salinity and citriculture. **Tree Physiol.** 12: 195-216.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London.
- Martinez, V., Cerda, A., Fernandez, F. G. 1987. Salt Tolerance of four tomato hybrids. **Plant and Soil** 97: 233-242.
- Mehrotra, N. K., Khanna, V. K. and Agarwala, S. C. 1986. Soil-sodicity-induced zinc deficiency in maize. **Plant soil**, 92: 63-71.
- Meneguzzo, S., Navari-Izzo, F. and Izzo, R. 2000. NaCl effect on water relations and accumulation of mineral nutrients in shoots, roots and cell sap of wheat seedlings. **J. Plant Physiol.**, 156: 711-716.
- Munns, R., Husain, S., Rivelli, A. R., James, R. A., Condon, A. G., Lindsay, M. P., Lagudah, E. S., Schachtman, D. P. and Hare, R. A. 2002. Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. **Plant and Soil**, 247: 93-105.
- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell and Environment**. 25: 239-250.
- Niazi, B. H. and Ahmad, T. 1984. Effect of sodium chloride and zinc on the growth of tomato. II. Uptake of ions. **Geobios** 11: 155-160.
- Özer, N. 2004. Dünya ve Türkiye’de tuzluluk durumu ve eğilimler. **Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu**. S.S. 49-54. 20-21 Mayıs, Ankara.

- Özkaldı, A., Boz, B. ve Yazıcı, V. 2004. GAP'ta drenaj sorunları ve çözüm önerileri. **Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu**. S.S. 97-115. 20-21 Mayıs, Ankara.
- Özkaya, M. 2006. [www.keyifdunyasi.com /Downloads/zeytin%20ekitap.pdf](http://www.keyifdunyasi.com/Downloads/zeytin%20ekitap.pdf) .[Erişim Tarihi: 02.08.2008]
- Page, A. L., Chang, A. C. and Adriano, D .C. 1990. Deficiencies and toxicities of trace elements. *Agricultural Salinity Assessment and Management*, Chapter 7, ASCE Manuals and Reports on Eng. Practice No. 71, ASCE, pp. 138-160.
- Poljakoff-Mayber, A. 1975. Morphological and anatomical changes in plants as a response to salinity stress. *In* A. Poljakoff-Mayber and J. Gale (eds.), *Plants in Saline Environment*, Ecological Series 15. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, pp. 97-117.
- Rahman, S., Vance, G. F. and Munns, L. C. 1993. Salinity induced effects on the nutrients status of soil, corn leaves and kernels. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 24: 2251-2269.
- Ravikovitch, S. and Porath, A. 1967. The Effect of nutrients on the salt tolerance of crops. **Plant and Soil**, 26: 49-71.
- Richards, L. A. 1954. Origin and nature of saline and alkali soils. pp. 1-6, *Agricultural Handbook*, No: 60. USDA.
- Romero-Aranda, R., Soria, T., Cuartero, J. 2001. Tomato plant- water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. **Plant Sci.**, 160: 265-272.
- Ruiz, D., Martinez, V. and Cerda, A. 1997. Citrus response to salinity, growth and nutrient uptake. **Tree Physiol.** 17: 141-150.
- Sajyad, M. S. 1986. Evaluation of wheat germplasm for salt tolerance. **Rachis** 5(1):28-31.
- Scardaci, S. C., Eke, A. U., Hill, J. E., Shannon, M. C. and Rhoades, J. D. 2002. *Water and Soil Salinity Studies on California Rice*. U.S. Salinity Lab., USDA, 450w. CA, 92507, California.
- Scialabba, A., Melati, M. R. 1990. The effect of NaCl on growth and xylem differentiation of radish seedling. **Bot. Gaz.**, 15(4): 516-521.

- Shannon, M. C. and Grieve, C. M., 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. **Scientia Horticulturae**, 78: 5-38.
- Sharpley, A. N., Meisinger, J. J., Power, J. F. and Suarez, D. L. 1992. Root extraction of nutrients associated with long-term soil management. In: Steward, B. (Ed.), *Advances in Soil Science*, Vol. 19. Springer, pp.151-217.
- Sherif, M. A., El-Beshbeshy, T. R. and Richter, C. 1998. Response of some Egyptian varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) to salt stress through potassium application. **Bulletin of Faculty of Agriculture**, University of Cairo 49: 129-151.
- Siegel, S. M., Siegel, B. Z., Massey, J., Lahne, P. and Chen, J. 1980. Growth of corn in saline waters. **Physiol Plant** 50: 71-73.
- Sivritepe, N., 1995. Asmalarda Tuza Dayanıklılık Testleri ve Tuza Dayanımda Etkili Bazı Faktörler Üzerinde Araştırmalar. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı (Doktora tezi), Bursa, 176s.
- Sönmez, B. ve Yurtseven, E. 1995. Değişik Tuzluluk ve SAR Değerlerine Sahip Suların Toprak Tuzluluğu ve Sodyumluluğu ile Domates Bitkisinin Gelişimine ve Verimine Olan Etkilerinin Belirlenmesi. Köy Hizmetleri Gn. Md., Toprak ve Gübre Arast. Enst. Md. Yayınları, 202/R119, Ankara.
- Suhayda, G. G., Redmann, R. E, Harvey, B. L. and Cipywnyk, A. L. 1992. Comparative response of cultivated and wild barley species to salinity stress and calcium supply. **Crop Science** 32: 154-163.
- Tattini, M., Bertoni, P. and Caselli, S. 1992. Genotypic responses of olive plants to sodium chloride. **J. Plant Nutr.** 15: 1467-1485.
- Tattini, M., Ponzio, C., Coradeschi, M. A., Tafani, R. and Traversi, M. L. 1994. Mechanism of salt tolerance in olive plants. **Acta Hort.** 356: 181-184.
- Tattini, M., Lombardini, L. and Gucci, R. 1997. The effect of NaCl stress and relief on gas exchange properties of two olive cultivars differing in tolerance to salinity. **Plant and Soil**, 197: 87-93.
- Tester, M. and Davenport, R. 2003. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**. 91: 503-527.



- Therios, I. N. and Misopolinos, N. D. 1988. Genotypic response to sodium chloride salinity of four major olive cultivars (*Olea europea*. L.). **Plant and Soil** 106: 105-111.
- Tisdale, S. L., Nelson, W. J. and Beaton, J. D. 1993. Soil Fertility and Fertilizers. Macmillan Publishing Company, New York.
- Ueda, A., Kathiresan, A., Inada, M., Narita, T. Y., Nakamura, T., Shi, W., Takabe, T. and Bennett, J. 2004. Osmotic stress in barley regulates expression of a different set of genes than salt stress does. **Journal of Experimental Botany** 55: 2213-2218.
- Villora, G., Moreno, D.A., Pulgar, G. and Romero, L. 2000. Yield improvement in zucchini under salt stress: Determining micronutrient balance. **Sci. Hort.**, 86: 175-183.
- Wolf, B. 1971 The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions, **Commun. Soil Sci. Plant Anal.** 2, pp. 363-374.
- Yadav, H. D., Yadav, O. P., Dhankar, O. P., Oswal, M. C. 1989. Effect of chloride salinity and boron on germination, growth, and mineral composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Ann. Arid Zone** 28, 63-67.
- Yurtseven, E., Öztürk, A., Kadayıfçı, A. ve Ayan, B. 1996. Sulama suyu tuzluluğunun biberde (*Capsium annuum*) farklı gelişme dönemlerinde bazı verim parametrelerine etkisi. **Tarım Bilimleri Dergisi**, 2(2): 5-9.
- Yurtseven, E., ve Bozkurt, 1997. Sulama suyu kalitesi ve toprak nem düzeyinin marulda verim ve kaliteye etkisi. **Tarım Bilimleri Dergisi**, 3(2): 44-51.
- Yurtseven, E., 1999. Sürdürülebilir tarım ve tuzluluk etkileşimi. **VII. Kültürteknik Kongresi Bildirileri**, 11-14 Kasım 1999, Kapadokya, 237-245.
- Yurtseven, E., Parlak, M., Demir, K., Öztürk, A. ve Kütük, C., 1999. Turp (*Raphanus sativus* L.) bitkisinde farklı sulama suyu tuzluluğu ve Ca/Mg oranı uygulamaları: 1. Bazı verim parametrelerine etkisi. **Tarım Bilimleri Dergisi**, 5(3): 28-34.
- Yurtseven, E. 2000. Patlıcanda (*Solanum melongena* L.) su tüketimine tuzluluğun etkisi. **Toprak Su Dergisi**, Sayı: 2, Ankara.

- Yurtseven, E. ve Baran, H. Y. 2000. Sulama suyu tuzluluğu ve su miktarlarının brokolide (*Brassica oleracea botrytis*) verim ve mineral madde içeriğine etkisi. **Turk. J. Agric. For** 24(2):185-190, 2000, 185-190.
- Yurtseven, E., Öztürk, H. S., Demir, K. ve Kasım, M.U. 2001. Sulama suyu tuzluluğunun tınlı toprakta profil tuzluluğuna etkisi. **Ankara Üniv. Tarım Bilimleri Dergisi**. 7:3:1-8.
- Yurtseven, E., Ünlükara, A., Top, A. ve Tek, A. 2001a. Tuzluluğun ve sulama aralığının kolzada (*Brassica napus oleifera*) verime ve gelişmeye etkisi. 8-11 Kasım **I. Ulusal Sulama Kongresi**, Bildiriler Kitabı, 215-219., Belek/Antalya.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1979 yılında Beytüşşebap'da doğdu. İlköğrenimine İstanbulda başladı ve Aydın ili Atça kasabasında bitirdi. Lise öğrenimini Beytüşşebap'da tamamladı. 2000 yılında girdiği Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitkisel Üretim Bölümü'nden (Toprak Alt Programı) 2004 yılında mezun oldu. 2005 yılında Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programına başladı.