T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ERİRLİKTEKİ TUZ CİNSLERİNE SAHİP SULAMA SUYU TUZ DÜZEYLERİNİN MARUL(*Lactuca Sativa*) VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Bayram KARAKOÇ

Danışman
Doç. Dr. Sema KALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2015

© 2015 [Bayram KARAKOÇ]

TEZ ONAYI

Bayram KARAKOÇ tarafından hazırlanan **"Farklı Erirlikteki Tuz Cinslerine Sahip Sulama Suyu Tuz Düzeylerinin Marul (*Lactuca Sativa*) Verimi Üzerine Etkileri"** adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman	**Doç. Dr. Sema KALE** Süleyman Demirel Üniversitesi
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Belgin ÇAKMAK** Ankara Üniversitesi
Jüri Üyesi	**Doç. Dr. Ulaş ŞENYİĞİT** Süleyman Demirel Üniversitesi

Enstitü Müdür V. **Doç. Dr. Yasin TUNCER**

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Bayram KARAKOÇ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1. Materyal	23
3.1.1. Deneme yerinin tanıtılması	23
3.1.2. Denemede kullanılan toprak, bitki ve sulama suyunun özellikleri	23
3.1.2.1. Denemede kullanılan toprak özellikleri	23
3.1.2.2. Denemede kullanılan marul bitkisinin özellikleri	25
3.1.2.3. Denemede kullanılan sulama suyu özellikleri	25
3.1.3. Denemede kullanılan yardımcı ekipmanlar	25
3.2. Yöntem	26
3.2.1. Deneme düzeni	26
3.2.2. Sera çalışmalarında uygulanan yöntemler	27
3.2.2.1. Ekim, tuzlu suların hazırlanması, sulama ve gübreleme işlemleri	27
3.2.3. Laboratuar çalışmalarında uygulanan yöntemler	28
3.2.3.1. Toprak verimlilik analizleri	28
3.2.3.2. Toprak tuzluluk analizleri	29
3.2.4. Bitki analizleri	29
3.2.4.1. Kuru madde (gr/saksı)	29
3.2.5. Denemede elde edilen verilerin değerlendirilmesi	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	31
4.1. Farklı Tuz Çeşitleri ile Sulama Suyu Tuzluluğu Verim İlişkisi	31
4.1.1. NaCl içeren sulama suyu tuzluluğu verim ilişkisi	31
4.1.2. NaCl içeren sulama suyu tuzluluğu bitki kuru ağırlık ilişkisi	35
4.1.3. $CaSO_4$ içeren sulama suyu tuzluluğu verim ilişkisi	38
4.1.4. $CaSO_4$ içeren sulama suyu tuzluluğu bitki kuru ağırlığı ilişkisi	42
4.2. Farklı Erirlikteki Tuzların Marul Verimi Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması	46
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	51
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	62

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI ERİRLİKTEKİ TUZ CİNSLERİNE SAHİP SULAMA SUYU TUZ DÜZEYLERİNİN MARUL (*Lactuca Sativa*) VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Bayram KARAKOÇ

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Sema KALE

Bu çalışmayla; farklı çözünebilirlik seviyelerindeki tuzların Marul (*Lactuca Sativa*) bitkisi gelişimi ve verimi üzerine etkilerinin belirlenmesi ve tuz seviyesi arttıkça farklı tuz cinslerinin etki düzeylerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Araştırmada, 4 farklı sulama suyu tuzluluğu (T_1=0 dS/m, T_2=2 dS/m, T_3=4 dS/m, ve T_4=6 dS/m) suda eriyebilirliği yüksek olan NaCl ve suda eriyebilirliği düşük olan $CaSO_4$ tuzları kullanılarak oluşturulmuş ve iki ayrı deneme şeklinde tesadüf parsellerinde faktöriyel düzende 3 tekrarlamalı olarak saksı denemesi şeklinde serada yürütülmüştür. Bitkiler belirli bir boya ulaştığında hasat edilen bitkilerde yaş ve kuru ağırlık değerleri ölçülmüştür.

Çalışma sonunda elde edilen verilere göre sulama suyu tuzluluğunun artışıyla birlikte marul bitkisinin veriminde (yaş ve kuru ağırlık) azalmalar gözlemlenmiştir. Sulama suyundaki tuz seviyesinin artışına bağlı olarak eriyebilirliği yüksek NaCl tuz cinsinde en yüksek ortalama verim T_1 (57.97 gr/saksı) konusunda elde edilmiş onu sırasıyla T_2 (30.07 gr/saksı), T_3 (21.10 gr/saksı) ve T_4 (14.39 gr/saksı) konuları izlemiştir. Eriyebilirliği düşük $CaSO_4$ tuz cinsinde ise, konular arasında en yüksek ortalama verim T_1 (62.38 gr/saksı) konusunda alınırken, bunu T_2 (32.56 gr/saksı), T_3 (28.86 gr/saksı) ve T_4 (26.18 gr/saksı) tuzluluk düzeyleri izlemiştir.

Bu çalışma göstermiştir ki; aynı tuzluluk seviyesinde NaCl içeren sulama suyu marul bitkisine, CaSO4 içeren sulama suyundan daha fazla zarar vermektedir. Bu da sulama suyunun tuzluluk seviyesi kadar içerdiği tuz cinsinin de önemli olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sulama suyu tuzluğu, Tuz cinsi, Marul (*Lactuca Sativa*)

2015, 62

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE EFFECTS OF SALT LEVELS IN IRRIGATON WATER WITH VARIOUS SALT DISSOLUBILITY ON THE YIELD OF LETTUCE (*Lactuca Sativa*)

Bayram KARAKOÇ

Süleyman Demirel Universty
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sema KALE

The aim of this study was determine of different solubility salt effects on lettuce (*Lactuca Sativa*) yields and reveal the impact level of different salt type while increasing salt level.

The research was carried out four different irrigation water salinity level (T_1 = 0 dS / m, T_2 = 2 dS / m, T_3 = 4 dS / m, and T_4 = 6 dS / m) using high soluable salt NaCl and low soluable salt $CaSO_4$, under two seperate trails in pots at greenhouse conditions. The experimental design was randomized factorial design with three replications. Plants were harvested, wet and dry weights of the leaves were measured.

According to obtained data of this study; the lettuce yield (fresh and dry weight) with increased water salinity reduction were observed. When compare different soluable salt type depending on increasing irrigation water salinity the highest average yield was obtained at T_1 (57.97 gr/pots) and T_2 (30.07 gr/pot), T_3 (21.10 gr/pot) ve T_4 (14.39 gr/pot) repectively at high souble salt type NaCl. The avarage yieds were T_1 (62.38 gr/pot), T_2 (32.56 gr/pot), T_3 (28.86 gr/pot) and T_4 (26.18 gr/pot) respectivelty at low souble salt type $CaSO_4$.

The results presented in this work showed that irrigation water which including NaCl was harmful more than $CaSO_4$ for lettuce. This indicates that the salt type in irrigation water is as important as the level of salts.

Key Words: Irrigation water salinity, Salt variety, Lettuce (*Lactuca sativa*)

2015, 62

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca beni yönlendiren, tez çalışma konusunun belirlenmesi, başlatılması ve her aşamasında karşılaştığım problemlerin çözümünde bilgi ve tecrübesiyle yardımlarını esirgemeyen değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Sema KALE'ye çok teşekkür ederim.

Sayısal verilerin istatiksel olarak değerlendirilmesinde desteğini gördüğüm değerli hocalarım Doç. Dr. Sema KALE, Yrd. Doç. Dr. Özgür KOŞKAN ve Ziraat Yüksek Mühendisi Gül TEKELİ'ye, çok teşekkür ederim.

4049-YL1-14 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezimin basımı aşamasındaki desteklerinden dolayı Arslan Kırtasiyeye teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmam boyunca her türlü desteklerini benden esirgemeyen ve beni her aşamada yalnız bırakmayan değerli meslektaşlarım Hasan ASLANCAN, Burcu ARICAN ve Erdal ZENGİN'e, maddi ve manevi olarak varlıklarıyla bana güç ve destek veren kıymetli eşim ve çocuklarıma çok teşekkür ederim.

Bayram KARAKOÇ
ISPARTA, 2015

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Toprak tuzluluğu ile verim arasındaki kuramsal ilişki 5
Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü sera 23
Şekil 3.2. Denemede kullanılan toprak örneklerinin hazırlanması 24
Şekil 3.3. Saksılara toprakların yerleştirilmesi 24
Şekil 3.4. Deneme konularına ilişkin yerleşim planı 26
Şekil 3.5. Saksılara bitki ekimi 27
Şekil 3.6. Bitkilere gübre uygulaması 27
Şekil 3.7. Saksılara tuzlu su, zirai ilaç, seyreltme uygulanması 28
Şekil 3.8. Bitkilerin hasat edilmesi 30
Şekil 3.9. Bitkilerin kurutulması ve kuru ağırlığın tartılması 30
Şekil 4.1. NaCl tuzluluk artışına karşılık bitkide görülen morfolojik değişiklik 31
Şekil 4.2. Tuzluluk konularına (NaCl) göre marul verim değerleri 32
Şekil 4.3. Tuzluluk konularına (NaCl) göre ortalama marul verim değerleri 32
Şekil 4.4. Sulama suyu tuzluluğu verim arası ilişki(NaCl) 33
Şekil 4.5. Tuzluluk konularına (NaCl) göre bitki kuru ağırlık değerleri 35
Şekil 4.6. Tuzluluk konularına (NaCl) göre ortalama bitki kuru ağırlık değerleri 36
Şekil 4.7. Sulama suyu tuzluluğu-bitki kuru ağırlığı arasındaki ilişki (NaCl) 36
Şekil 4.8. $CaSO_4$ tuzluluk artışına karşılık bitkide götülen morfolojik değişiklikler 39
Şekil 4.9. Tuzluluk konularına ($CaSO_4$) göre marul yaş verim değerleri 39
Şekil 4.10. Tuzluluk konularına ($CaSO_4$) göre ortalama marul verim değerleri 40
Şekil 4.11. Sulama suyu tuzluluğu verim arası ilişki ($CaSO_4$) 40
Şekil 4.12. Tuzluluk konularına ($CaSO_4$) göre bitki kuru ağırlık değerleri 43
Şekil 4.13. Tuzluluk konularına ($CaSO_4$) göre ortalama marul kuru verim değerleri 43
Şekil 4.14. Sulama suyu bitki kuru ağırlık arasındaki ilişki ($CaSO_4$) 44
Şekil 4.15. Farklı erirlikteki tuzların marul ortalama yaş ağırlık değerleri 47
Şekil 4.16. Farklı erirlikteki tuzların marul ortalama kuru ağırlık değerleri 47

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. 100 gr. Salata ve marul yaprağının içeriği 2
Çizelge 2.1. Saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliğine göre tuzluluk sınıfları 7
Çizelge 2.2. Marul bitkisinin tuzluluk toleransı 12
Çizelge 3.1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri 24
Çizelge 3.2. Deneme konuları 26
Çizelge 4.1. Tuzluluk konularına göre verim değerleri (NaCl) 31
Çizelge 4.2. Oransal verim değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar 33
Çizelge 4.3. NaCl tuz çeşidinde tuzluluk konularına göre ortalama verim varyans analiz değerleri 34
Çizelge 4.4. Tuzluluk konularına göre ortalama verim ve Tukey sınıfları 34
Çizelge 4.5. Tuzluluk konularına göre verim değerleri (NaCl) 35
Çizelge 4.6. Oransal bitki kuru ağırlık değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar 37
Çizelge 4.7. NaCl tuz çeşidinde tuzluluk konularına göre ortalama bitki kuru ağırlıkları varyans analiz değerleri 37
Çizelge 4.8. Tuzluluk konularına göre ortalama bitki kuru ağırlık ve Tukey sınıfları 38
Çizelge 4.9. $CaSO_4$ tuzunda tuzluluk konularına ilişkin bitki yaş ağırlıkları 38
Çizelge 4.10. Oransal verim değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar 41
Çizelge 4.11. $CaSO_4$ tuz çeşidinde tuzluluk konularına göre ortalama bitki yaş ağırlık varyans analiz değerleri 41
Çizelge 4.12. Tuzluluk konularına göre ortalama verim ve Tukey sınıfları 42
Çizelge 4.13. $CaSO_4$ tuz çeşidinde tuzluluk konularına ilişkin bitki kuru ağırlıkları 42
Çizelge 4.14. Oransal bitki kuru ağırlık değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar 44
Çizelge 4.15. $CaSO_4$ tuz çeşidinde tuzluluk konularına göre ortalama bitki kuru ağırlıkları varyans analiz değerleri 45
Çizelge 4.16. Tuzluluk konularına göre ortalama bitki kuru ağırlık ve Tukey sınıfları 45
Çizelge 4.17. Farklı erirlikteki tuzların marul verimine etkisinin değerlendirilmesi 46
Çizelge 4.18. Bitki yaş ağırlığı ortalama sapma ve standart hata değerleri 48
Çizelge 4.19. Bitki kuru ağırlığı ortalama sapma ve standart hata Değerleri 48
Çizelge 4.20. NaCl uygulanan konuda tuz düzeyleri ile bitki kuru ağırlıkları arasındaki karşılaştırma 49
Çizelge 4.21. $CaSO_4$ uygulanan konuda tuz düzeyleri ile bitki kuru ağırlıkları arasındaki karşılaştırma 49

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	Verimin ilk azalmaya başladığı elektriksel iletkenlik değeri
A.B.D	Amerika Birleşik Devleti
B	Birim tuzluluk artışına karşılık gelen yüzde verim azalması
$CaSO_4$	Kalsiyum Sülfat Tuzu
DSY	Değişebilir sodyum yüzdesi
EC	Elektriksel iletkenlik
EC_e	Saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği
ET_c	Gerçek bitki su tüketimi
ET_o	Referans bitki su tüketimleri
mm	Milimetre
NaCl	Sodyum Klorür Tuzu
PE	Polietilen
SAR	Sodyum adsorpsiyon oranı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
Y	Oransal verim
YY	Yüz yıl

1. GİRİŞ

Ülkemiz gibi kurak ve yarı kurak iklim kuşağında bulunan alanlarda üretim miktarındaki artış, büyük oranda sulamaya ve yetersiz su kaynağının yönetimine bağlıdır. Sulama suyunun kalitesine etki eden faktörlerin başında tuz içeriği ve tuzun cinsi gelmektedir. Aynı tuz konsantrasyonuna sahip olan suların içerdiği tuz cinsinin erirliğinin bitkiye olan etkisi farklı olabilmektedir.

Dünya nüfusunun hızla artması, artan nüfusa gıda ve diğer su gereksinimlerinin karşılanması zorunluluğu, tarımın, sanayinin, endüstrinin, turizmin ve su kullanım alanlarının gitgide artması sonucu suya olan talepler hızla artmaktadır. Buna karşılık dünyamızdaki su kütleleri ve dolayısıyla temiz su kaynakları sınırlı düzeyde olup artmamaktadır.

Su kıtlığı, 21. yy'da dünyada karşılaşılan ana problemler arasındadır. Su kıtlığı hem doğal hem de insan yapımı bir olaydır. Gezegende yeteri kadar temiz su vardır; bu su altı milyar insan için eşit dağıtılır, fakat çok fazla israf edilmiş ve sürdürülemez bir şekilde yönetilmiş ve kirletilmiştir (FAO, 2007).

Ülkemizde sulu tarım alanlarının sınırlı olmasının yanında bu alanların bir kısmının çevre kirlenmesi, çoraklık ve erozyona maruz kaldığı göz önüne alınırsa insan ve hayvanların gıda gereksinimlerini karşılayabilmek ve dış satım olanaklarını arttırabilmek için birim alandan daha fazla ürün alınması zorunlu olmaktadır. (Tekeli, 2013).

Yaprağı yenilen sebzeler grubu içinde çiğ olarak tüketilen kültürlerin başında marul (*Lactuca sativa L. romana Gars*.) ve salatalar (*Lactuca sativa L.*) gelir (Bayraktar, 1981; Günay, 1993). Salata ve marul yaprakları % 94-95 oranında su içermektedir. İçerdiği vitamin ve mineral maddeler ile iştah açıcı sebzeler arasında yer alan ve soframızda bolca tüketilen bu kültür grubunun gıda değerleri aşağıdaki tabloda gösterildiği gibidir.

Çizelge 1.1. 100 gr. Salata ve Marul Yaprağının İçeriği (Ryder, 1979; Günay, 1993).

İçerik	Ölçü	Miktar
Su	%	94-95
Protein	g	1-1.5
Yağ	g	0.2-0.4
Karbonhidrat	g	1.5-2.5
Kalsiyum	mg	20.25
Fosfor	mg	40
Demir	mg	1.5
Askorbik asit	mg	40396
Vitamin A	i.u.	330

2012 yılı TÜİK verilerine göre, 78 milyon hektar alana sahip olan ülkemizde, tarım alanları toplam alan içinde 38.399 milyon ha bir paya sahiptir. Bunun da, 23.782 milyon ha'ını toplam işlenen tarım arazileri oluştururken bu alan içinde de 19.749 milyon ha alanı tarla bitkileri ve 0.827 milyon ha alanını ise sebze bahçeleri oluşturmaktadır (BÜİVT, 2014a).

Türkiye'de marul üretimi 2012 verilerine göre, marul (göbekli), marul (kıvırcık), marul (aysberg) olarak gruplandırılmış, örtü altında (alçak tünel, yüksek tünel, plastik ve cam sera) 24.674 da alandan, 61.995 ton ürün elde edilmiştir (BÜİVT, 2014b).

Sulama, çağdaş tarımın ayrılmaz bir parçasıdır ve bitkisel üretimde en önemli tarımsal girdilerden birisini oluşturmaktadır. Sulamadan beklenen yararın elde edilmesi için sulama suyunun miktarı kadar sulama suyunun kalitesi de oldukça önemli bir kriterdir (Çizikci, 1997).

Sulamada kullanılacak suların tuzluluk dereceleri veya içerdikleri katı madde miktarlarının ölçütü olarak, elektriksel iletkenlik terimi (EC) kullanılmaktadır. Elektriksel iletkenliğin belirlenmesi uygulanacak yöntem ve yapılacak işlemler Wilcox tarafından açıklanmıştır. Buna göre elektriksel iletkenlik, genellikle 25 ^{o}C olmak üzere belirli bir sıcaklıktaki çözeltinin 1 cm uzunluk ve 1 cm^{2} kesit alanına sahip sütunun ohm cinsinden direncinin tersi olarak ifade edilmektedir (Ayyıldız, 1990).

Bu belirleme ülkemiz de dahil olmak üzere pek çok ülke tarafından kullanılan Birleşik Amerika Tuzluluk Laboratuarı Grafik sisteminde sulama suları elektriksel iletkenlik değerlerine göre başlıca 4 sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre elektriksel iletkenlik değerleri 0- 0.25 dS/m olan sular 1. Sınıf (düşük tuzlu), 0.25–0.75 dS/m olan sular 2. Sınıf (orta tuzlu), 0.75 – 2.250 dS/m olan sular 3. Sınıf (yüksek tuzlu) ve 2.250 dS/m'den yüksek olan sular ise 4. Sınıf (çok yüksek tuzlu) olarak sınıflandırılmıştır (Ayyıldız, 1990).

Ülkemiz su kaynakları üzerinde yapılan kalite araştırmaları sonucunda sularımızın %38.5'lik bölümünün bu sınıflandırma sistemine göre 3. ve 4. sınıf sular olduğu tespit edilmiştir (Tekeli, 2013). Sulama sularının yıllarca kullanımları sonucu toprak tuzluluğunun artması nedeniyle toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin olumsuz etkilendiği ortaya çıkmıştır (Çizikci, 1997).

Tuzluluk, tarımsal verimlilikte en önemli sınırlayıcı faktörlerden ve toprak ortamında bitkinin suyu kolaylıkla almasını engelleyen durumlardan birisidir (Hasegawa vd., 1986). Tuzluluğun bitkilerde yaptığı zarar, bitki-su ilişkileri üzerine etkiler (ozmotik etki) ve beslenme düzeni üzerine etkiler (toksik etki) olarak başlıca iki ana başlık altında incelenebilir (Bresler vd., 1982; James vd., 1982).

Birincisi, bitkilerin toprak çözeltisinden su alımını engelleyen toplam tuz etkisi veya ozmotik etki, ikincisi ise bitkilerdeki bazı fizyolojik olayları etkileyen toksik iyon etkisidir. Topraklarda bulunan fazla miktarlardaki değişebilir sodyum ise su geçirgenliği ve havalanmanın azalması gibi sorunlara neden olduğu için, bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Bresler vd., 1982; James vd., 1982).

Bu çalışma ile, farklı erirlikteki tuz cinslerine sahip sulama suyu tuz düzeylerinin Marul *(Lactuca Sativa)* bitkisinin verimi üzerine etkileri incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ayers vd. (1976), ıspanakta, tuzluğun verim potansiyeline etkilerini incelemişlerdir. Ispanak için sulama suyu tuzluluğu 3.5 dS/m olduğunda %25, 5.7 dS/m olduğunda ise %50' lik bir verim azalması olduğunu, 15 dS/m'de ise hiç ürün alınmadığını belirtmişlerdir.

Chan vd. (1979), sulama suyu tuzluluğunun ve değişebilir sodyumun, toprağın fiziksel özelliklerine ve bitki gelişmesine etkisini incelemek amacıyla çalışmalar yapmıştır. Saksı denemeleri şeklinde yürütülen çalışmalarda 4 değişebilir sodyum yüzdesi (DSY) düzeyi ve 7 tuzluluk düzeyi ele alınmıştır. Sonuç olarak tuzluluğu ve Na:Ca oranı yüksek olan suların kullanılması ile sodyum içeriği düşük olan topraklarda DSY değerinde belirgin bir artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Sing ve Narain (1980)'e göre, buğdayın tuzluluğu 8.0 dS/m olan sularla sulanması verimde önemli bir azalma meydana getirmediğini tespit etmişlerdir. Sulama suyunun tuzluluğu 12.0 ve 16.0 dS/m olduğunda, ilk iki yıl % 29 ve % 69, diğer iki yılda ise % 74 ve % 89 verim azalması olduğunu kaydetmişlerdir.

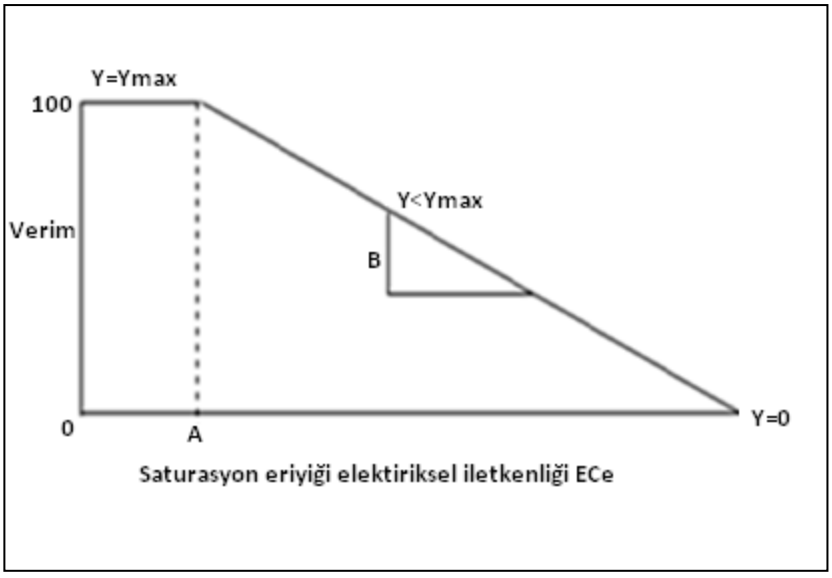
Nerson ve Paris (1984), tarafından kavun bitkisinin çimlenme, fide gelişimi ve verimi üzerine tuzluluk düzeylerinin etkisi araştırılmış ve 7.5, 11.25, 15 ve 22.5 dS/m NaCl konsantrasyonların da sulama suları kullanmışlardır. Olgunlaşma ve hasat döneminde ise 4.5 ve 9 dS/m konsantrasyonunda, 1:1 oranında NaCl ve $CaCl_2$ katılmış tuzlu sular ile sulamalar yapmışlardır. Araştırma sonucuna göre 15 ve 22.5 dS/m konsantrasyona sahip sularla sulanan dört çeşit kavun içinde çimlenmede azalma meydana getirdiği gözlenmiştir. Tuzluluk artışıyla birlikte verimde azalmalar olsa da, bu azalma istatiksel anlamda önemsiz bulunmuştur.

Dünyanın birçok yerinde tuzluluk ile ilgili yapılan çalışmalar farklı şartlar altında yapılmıştır. Bu çalışmalarda toprak tuzluluğu ile verim parametreleri kullanılmıştır. A.B.D (Amerika Birleşik Devleti) Tuzluluk Laboratuvarı bu çalışmaları özetlerken verimlerde azalmanın görüldüğü ilk tuzluluk değeri ile

tuzluluktaki birim artışa karşılık gelen verimlerdeki yüzde azalmayı doğrusal bir şekilde dikkate almıştır. Bitki verimleri ile tuzluluk arasındaki ilişki aşağıdaki eşitlikle ifade edilmektedir (Frenkel, 1984). Toprak tuzluluğu ile oransal verim arasındaki ilişki Şekil 2.1'de gösterilmiştir (Meiri ve Plaut, 1985).

$$Y = 100 - B\,(EC_e - A) \qquad (2.1)$$

Burada, EC_e; toprak saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği, A; verimin ilk azalmaya başladığı elektriksel iletkenlik değeri, B; birim tuzluluk artışına karşılık gelen yüzde verim azalmasıdır.



Şekil 2.1. Toprak tuzluluğu ile verim arasındaki kuramsal ilişki

Miyamoto vd. (1985), bir sera denemesi ile karık sulamanın uygulandığı tuzlu topraklarda yetiştirilen kırmızı biber, havuç, domates ve kauçuk bitkilerinin çimlenme ve çıkışlarını incelemişlerdir. Çimlenme için 0.8 dS/m ve 32 dS/m elektriksel iletkenliğe sahip (Na:Ca+Mg oranı, 2:1) sular kullanılmıştır. Çimlenen tohumlar tuzluluğu 0.8 dS/m ve 7.6 dS/m arasında olan sulama suları ile alttan sulanmıştır. Araştırma sonucunda sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak tüm bitkilerde çimlenme ve çıkış oranı azalmış, belli bir oranda çıkışın olabilmesi için gereken süre artmıştır. Kırmızı biberde sulama suyu tuzluluğu 25

dS/m'ye kadar çimlenme oranı % 80 olurken, tuzluluk 32 dS/m'ye ulaştığında çimlenme olmamıştır.

Pasternek vd. (1986), domates bitkisi üzerinde farklı kalitedeki sulama sularının verimdeki değişimini araştırmışlardır. Çalışmada 3 farklı kalitede sulama suyu (1.2 dS/m, 4.5 dS/m ve 7.5 dS/m) ile sulanan bitkilerin tuzluluk değeri artış gösterdikçe verimlerinde azalmalar olduğu gözlenmiştir. Sulama suyu tuzluluk değerinin 1.2 dS/m'den 4.5 dS/m'ye çıkmasıyla verimde oluşan azalma istatiksel olarak önemli bulunmamış, ancak tuzluluğun 7.5 dS/m olduğu konuda verimde oluşan azalma kontrole göre %60 değerlerine ulaşmış ve bu sonuç istatiksel olarak da önemli bulunmuştur.

Matsubara ve Tasaka (1988), Okayama Üniversitesinde yaptıkları bir çalışmada 0, 1.5, 3, 6, 9 ve 12 dS/m seviyelerinde NaCl içeren çözeltilerle kumlu toprakta ıspanak yetiştirmişlerdir. Bu çalışma sonucunda ıspanağın NaCl'ye oldukça toleranslı olduğunu ve 12 dS/m'yi aşan konsantrasyonlarda bile verim azalmasının yalnızca %50 olduğunu bulmuşlardır.

Neumann vd. (1988), fasulye fidelerinin düşük düzeylerde (5-10 dS/m) tuzluluğa maruz bırakıldığında, üç günlük süre içerisinde ışıklı koşullarda primer yapraklarda hücre genişlemesinin azaldığını bildirmekte ve bunu hücre büyüme parametrelerinden hücre duvarı büyümesi ve turgora bağlamaktadırlar. Tuzluluk 72 saat sonra hücre büyümesinde herhangi bir olumsuz etki meydana getirmemiş, kontrol bitkilerinde oransal olarak küçük artışlar görülmüştür. Diğer yandan 5 dS/m NaCl 24 saat içinde toplam yaprak turgorunu önemli ölçüde azaltmış, yaprak osmotik potansiyelinde adaptif azalmaya paralel olarak ksilem basıncı, yapraktaki apoplastik madde potansiyelini düşürmüş ve bu düşüş de sonuçta yaprağın su potansiyelini düşürmüştür. Bu bulgularla, fasulye fidelerinde orta tuzluluk seviyelerinde başlangıçta yaprak büyüme oranının, hücre duvarı büyümesindeki azalmadan çok turgordaki düşüşten kaynaklandığını ve uzun dönem tuzluluk koşullarında (10 gün) turgordaki azalmaya ters olarak hücre duvarı büyümesinin sağlandığını ifade etmişlerdir.

Jones vd. (1989), altı farklı hıyar (*Cucumis sativus* L.) çeşidinin farklı tuz konsantrasyonlarında (0, 0.8, 4.0, 6.0, 9.0, 12 ve 15 dS/m) gösterdikleri tepkileri inceledikleri bir çalışmalarında, artan tuz konsantrasyonları çimlenme ve kök oluşumunda azalmalara neden olmuş, bitki gelişimini olumsuz etkilemiştir. Bitki dokularında artan Na ve Ca iyon konsantrasyonları belirlenirken, K ve Mg iyon konsantrasyonlarında azalmalar belirlenmiştir.

Yadav vd. (1989), farklı tuzluluk seviyelerinde nohutun çimlenme, gelişme ve mineral kompozisyonunu araştırdıkları saksı çalışmalarında, artan tuzluluk düzeylerinin (1.4, 2.5, 4.3, 6.2, 8.5 dS/m) çimlenmeyi geciktirdiğini çimlenme yüzdesini düşürdüğünü, kuru madde üretimini azalttığını, Ca, Mg ve Na miktarını arttırdığını ve K ile B miktarını azalttığını bildirmektedirler.

Van Hoorn ve Van Alpen (1990), bitkilerin tuza toleransını ifade ederken, tuzluluğun göstergesi olarak en çok kullanılan toprak saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği (EC_e) olduğunu belirtmişlerdir. Bu değere göre tuzluluk sınıfları Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliğine göre tuzluluk sınıfları

EC_e(dS/m)	Sınıfı	Bitki verimi
0 - 2	Tuzsuz	Etkilenmez
2 - 4	Hafif tuzlu	Duyarlı bitkiler etkilenir
4 - 8	Tuzlu	Birçok bitki etkilenir
8 - 16	Çok tuzlu	Dayanıklı bitkiler yetişir
> 16	Aşırı tuzlu	Birkaç dayanıklı bitki yetişir

Sharma (1990), elektiriksel iletkenliği (EC) 4 dS/m ve klor tuzluluğunun dominant olduğu topraklarda 4 farklı nohut çeşidini test ettikleri çalışma sonucunda, tuzluluğa gösterilen tepki bakımından çeşitler arasında farklılık olduğunu, verim komponentlerinin gerilemesine paralel olarak, ortalama verimin de kontrol uygulamasına göre % 50 düştüğünü bildirmektedirler.

Mass ve Grieve (1990), sera denemelerinde tuzluluğun *Probred* ve *Aldura* buğday çeşitleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Tuz geriliminin başak

gelişimini hızlandırdığını, başaklanma dönemini erken başlattığını, kardeşlenmeyi ise 3-4 gün geciktirdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca 0.45 ve 0.65 MPa'lık ozmotik basınç oluşturan tuzluluk düzeylerinde, hasat indeksinde *Aldura* çeşidinde sırasıyla %38-54, *Probred* çeşidinde ise %7-43 oranında verim düşüşü olduğunu; bu nedenle verim potansiyeli daha yüksek olan *Probred* çeşidinin tuza daha dayanımlı olduğunu ve heriki çeşitte de kardeş sayısının azaldığını rapor etmişlerdir.

Van Hoorn ve Van Alpen (1990), oransal verim, bir bitkiden tuzlu koşullar altında alınan verimin, bu faktörlerin olmadığı koşulda elde edilen verime oranı olarak belirtilmekte ve bitkilerin tuza toleransını belirlemede en uygun yöntem olarak önerilmektedir. Gerçek verim ise tuzlu koşullar altında yetiştirilen bitkiden birim alanda alınan verim olarak belirtilmektedir. Bitkilerin gerçek verim değerleri ile bu verimlerin ekonomik değerleri, tuzlu koşullarda bitki yetiştirirken bitki desenine etkili olmaktadır.

Güngör ve Yurtseven (1991), değişik tuzluluk (NaCl, $CaCl_2$, $MgCl_2$) düzeylerindeki sulama sularının soya fasulyesinin verimine etkisini araştırdıkları iki yıllık tarla denemelerinde bitkileri EC'si 0.6, 1.5, 2.5 ve 5.0 dS/m olan sulama suları ile sulamışlar ve sonuçta 5.0 dS/m tuzluluk düzeyinde tane veriminin birinci yıl % 79.8, 2.yıl % 62.3 oranında düştüğünü ve yine aynı tuzluluk düzeyinde bitki su tüketiminin % 5-10 kadar azaldığını, sulama suyunun EC'sinin 1.5 ve 2.5 dS/m olduğunda verimin en yüksek olduğunu, daha yüksek veya daha düşük tuzluluk düzeylerinde ise verimin olumsuz olarak etkilendiğini saptamışlardır.

Sharma (1991)'nın yaptığı saksı denemesinde, *VH82-1* bakla bitkisine 1.5, 4.5, 7.8 ve 13.7 dS/m'lik tuzluluk seviyelerinde su verilmiştir. Tuzluluk artışıyla birlikte bitki kuru maddesinin azaldığı tespit edilmiştir. Tuzluluk, kök gelişiminden ziyade sürgünlerin gelişimine olumsuz etkide bulunmuş, tüm bitki bölümlerinde tuzluluk sebebiyle toplam Na ve Cl alımı artarken, K alımı azalmıştır. Kökler ve gövdelerin çokça Na ve Cl iyonlarını tuttuklarını bildirmişlerdir. Toplam Na ve Cl alımı en yüksek 4.5 dS/m tuzluluktaki su

uygulamasında olmuş, sonra tuzluluğun daha fazla artmasıyla düştüğünü bulmuşlardır.

Katerji vd. (1992), bakla *(Superaquadulce)*'yı İtalya/Bari'de kil dolu tanklarda, NaCl, $CaCl_2$ ve $MgSO_4$ katılarak elde edilmiş üç farklı tuzluluk seviyesine sahip olan 0.9 dS/m (a-kontrol), 2.1 (b) dS/m ve 4 dS/m (c) su ile sulamışlardır. Diğer konular olan c ve b uygulamalarında, toprak tuzluluğunun aşamalı olarak artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Tuzluluk artışıyla birlikte, yaprak nem potansiyeli ve stomanın iletkenliğinin düştüğünü ve yaprak kısmında kuru madde üretimi ve verimin azaldığını kaydetmişlerdir.

Şener (1993), Ege Bölgesi'nde lizimetre koşullarında değişik kalitedeki sulama sularının pamuk verimine ve toprak tuz dengesine etkilerine incelemek amacıyla yaptığı çalışmasında, 0-90 cm toprak derinliğindeki tuzluluğun (ECe) 5.7 dS/m olduğundan pamuk veriminin azalmaya başladığını, tuzluluğun her bir birim artışına karşın ise verimdeki azalma miktarının %5 olduğunu belirtmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun artması ile toprak tuzluluğunda da artma görülmüş ve bu artmanın özellikle üst toprak katmanlarında meydana geldiği vurgulanmıştır.

Satti vd. (1994), yaptıkları bir çalışmada beş çeşit domates bitkisinde, 5 dS/m NaCl, 2 dS/m $Ca(NO_3)_2$ ve 0.2 dS/m KNO_3 ile tuzlulaştırdıkları besin çözeltisinde domates bitkisinin Ca ve K karışımlarının çiçeklenme ve verim üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çiçeklenmenin ve meyve tutumunun tuzluluktan olumsuz yönde etkilendiğini ve kontrol konusuna göre çiçek sayısının %44 azaldığını bildirmişlerdir. Yaş meyve verimi açısından incelendiğinde ise 5 dS/m NaCl tuzunun %78'lere varan büyük bir azalmaya neden olduğunu saptamışlardır.

Katerji vd. (1994), ayçiçeği ve darı bitkisinin erken fide gelişimi ve ürün verimi üzerine su stresi ve tuzluluğun etkisi isimli çalışmalarında, 4 farklı kalitede sulama suyu düzeyi ve iki farklı toprak tekstürü kullanmışlardır. Farklı toprak tekstürü ürün gelişmesini etkilememiş buna rağmen tuzluluğu etkilemiştir. Fide gelişimi boyunca tuzluluk ve toprak tekstürü fide gelişimini etkilemiştir. Bu

süreçte yaprak su potansiyelinde, stomal iletkenlikte ve bitki su tüketiminde su stresi belirtileri görülmüştür. Tuzluluk ne kadar yüksek olursa yaprak büyüklüğü ve kuru madde üretimi de o kadar az olmuştur. Yaprak, gövde ve kökte tuzluluk artışı ile birlikte büyümede benzer azalmalar gözlenmiştir.

Cayuela vd. (1996), tarafından yapılan bir çalışmada domates tohumlarına 0.6 dS/m NaCl tuzlu su uygulaması yapılmış ve bu konudaki tohumların kontrol bitkilerine göre daha erken çimlenme sağlandığı tespit edilmiştir. Fide aşamasında ise bu bitkilere 7 ve 14 dS/m NaCl içeren tuzlu su uygulandığında, çimlenme döneminde tuzlu su uygulanmış olan bitkilerin yapraklarında organik asit ve şeker miktarının kontrol bitkilerine göre daha yüksek olduğu, bu durumda bitkinin NaCl tuzluluğuna karşı daha iyi korunabildiği tespit edilmiştir.

Yurtseven vd. (1996), biberde *(Capsicum annuum)* yaptıkları bir çalışmada değişik çimlenme ve fide oluşumu dönemleri ile sonraki bitki gelişme dönemlerindeki sulama suyu tuzluluklarının bazı verim parametreleri üzerine olan etkilerini incelemek üzere saksı denemeleri kurmuşlardır. Denemede 4 tuzluluk düzeyi (0.25, 1.5, 3.0, 6.0 dS/m) ile sulamalar yapılmıştır. Serada saksı denemeleri biçiminde yapılan çalışmalar sonucunda; fide oluşumu üzerine ise fide boyunun artmasına neden olacak şekilde etki etmiştir. Yine çimlenme ve fide oluşumu dönemlerindeki tuzluluklar, sonraki bitki gelişmesi üzerine de herhangi bir etki yapmamıştır. Çimlenmeye ve fide biokütle değerine 3.0 dS/m'lik tuzluluk düzeyinin önemli bir etkisi olmadığı, fide boylarının ise bu tuzluluk düzeyinde % 13 kadar arttığını gözlemlemişlerdir. Tuzluluğun 0.25 dS/m düzeyinden 6 dS/m düzeyine artması ile verimde azalma % 61 düzeyine ulaşırken meyve boyu üzerinde ise % 13'lük bir azalmaya neden olmuştur. Meyvede ise toplam kül değerlerini % 5 düzeyinde etkilediğini gözlemlemişlerdir. Sonraki bitki gelişme döneminde göz önüne alınan sulama suyu tuzluluk düzeyleri ise bitki verimini azaltıcı etkide bulunmuştur. Yaprak ve dallardaki toplam kül değerleri ise deneme konularından etkilenmemiştir. Meyve biokütle değerleri ise % 11 artmıştır.

Al-Tahir ve Al-Abdulsalam (1997)'nın yaptıkları çalışmada bakla *(Vicia faba L.)* bitkisinin değişik zamanlarda tuza tepkisini ölçmek amacıyla vejetatif evrede ve bakla oluşma evresinde NaCl ve $CaCl_2$ kullanılarak farklı tuzlu su (EC; 2, 6, 10, 14 dS/m) uygulamaları yapmışlardır. Vejetatif ve bakla oluşma evrelerinde 6 dS/m ve üzeri EC'ye sahip tuzlu su kullanımının bitki gelişimini önemli oranda azalttığını vurgulamışlardır. Tuzluluk bitki uzunluğunu ve bitki kuru ağırlığını da azaltmıştır. Çoğunlukla yaprak kenarlarında nekroz şeklinde görülen yaprak hasarı vejetatif evredeki tüm tuz uygulamalarında diğer safhalardaki tuz uygulamalarına nazaran daha belirgin gözlenmiştir. Suyun tuzluluğu ve tuzun uygulanma zamanı çiçeklerde ve baklaları taşıyan nodların sayısında azalmalar yaratmıştır. Tuzluluk erken safhada uygulandığında bakla oluşturan çiçeklerin oranını ve baklaların kuru ağırlığını da aşırı şekilde azalttığını vurgulamışlardır.

Katerji vd. (1997), domates bitkisini çakıl ve tınlı toprak kullandıkları ortamlarda yetiştirmişler ve üç farklı tuz seviyesinde sulamalar (0.9, 2.3, 3.6 dS/m) gerçekleştirmişlerdir. Tuz seviyesindeki artış sonucu her iki yetiştirme ortamında da yaprak su potansiyeli, stoma geçirgenliği, evapotransprasyon ve yaprak alanı değerlerinde kayıplar meydana gelmiştir. Araştırıcılar özellikle meyve veriminin en yüksek tuz konsantrasyonunda kontrol bitkilerine oranla % 60 oranında bir azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Yurtseven ve Bozkurt (1997), tarafından yapılan bir çalışmada marul bitkisi kullanılmış ve sulama suyu tuzluluğu ve sodyumluluğunun marul verimi ve kalitesi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Deneme, serada koşullarında, saksılarda ve farklı toprak nem içeriklerinde yapılmıştır. Saksılar periyodik olarak tartılarak nem düzeyleri izlenmiştir. Tuzlulukların oluşturulmasında $NaHCO_3$, $MgSO_4$ ve $CaCl_2$ tuzları kullanılmıştır.

Bütün bitkiler tuzluluğa karşı aynı tepkiyi göstermezler. Belli bir tuzluluk derecesinde bir bitkiden verim azalması olmaksızın ürün alınabilirken, bir diğer bitkiden hiç ürün alınamayabilir. Bunun nedeni bitkilerin tuzluluğa karşı toleranslarının farklı olması, yani tuzlu topraktan su alabilmek için ozmotik ayarlamayı yapabilme yeteneklerinin farklı olmasıdır. Marul bitkisi için oransal

verimlere karşılık gelen sulama suyu ve toprak saturasyon eriyiği elektriksel iletkenlikleri örnek değerler olarak Çizelge 2.2'de verilmiştir (Kanber vd., 1992; Kotuby vd., 1997; Bayraklı, 1998)

Çizelge 2.2. Marul bitkisinin tuzluluk toleransı

Bitki Çeşidi	Eşik Değer		Verimdeki Azalma (%)					
			10		25		50	
	EC_e	EC_w	EC_e	EC_w	EC_e	EC_w	EC_e	EC_w
Marul	1.3	0.9	2.1	1.4	3.2	2.1	5.2	3.4

Carvajal vd. (1998), kavunda farklı tuz konsantrasyonlarının (2, 4 ve 6 dS/m NaCl), bitki gelişimi, ozmotik düzenleme ve su ilişkisi üzerindeki etkilerini fide, çiçeklenme, meyve tutumu ve meyve gelişimi dönemlerinde incelemişlerdir. Tüm dönemlerde stoma geçirgenliği, bitki gelişimi ve ozmotik potansiyel artan tuz konsantrasyonu ile azalmıştır. Yapraklardaki toplam şeker miktarı tuz uygulamasının hemen ardından artarken ilerleyen dönemlerde kontrol bitkilerine yakın değerler almışlardır. Yapraklarda Na ve Cl iyonları artarken K miktarında ise azalma belirlenmiştir. Çalışmada bitki gelişimi ve meyve tutumu gibi parametrelerin azalmasında toksik iyon birikimi etkisinin olduğu, ozmotik uyumun sağlanması amacı ile inorganik bileşiklerin organik bileşiklerden bünyede daha hızlı arttığı ifade edilmiştir.

Katerji vd. (1998), verim ve bitki su tüketimi arasındaki ilişkide tuzluluk ve kuraklık etkileri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada mısır, soya fasulyesi, ayçiçeği ve patates bitkileri 0.8 (kontrol), 2.3 ve 3.6 dS/m farklı kalitedeki sularla sulanmıştır. Büyüme periyodu boyunca toprak tuzlulukları patates bitkisi için 0.8-6.0 dS/m, mısır ve ayçiçeği bitkileri için 0.8-4.0 dS/m, soya fasulyesi için ise 0.8-7.0 dS/m arasında artış göstermiştir. Mısır ve ayçiçeği tuzluluk arttıkça azalan verim tahmin edilen sınırlar arasındayken, patates için biraz daha az olmuş ve soya fasulyesi için tahmin edilenden daha yüksek bir verim elde edilmiştir.

Tekin ve Bozcuk (1998)'un yaptıkları çalışmada Ayçiçeği *(Helianthus annuus L. var. santafe)* tohumları 5, 10, 20 dS/m NaCl etkisi altında yetiştirildiğinde tuz

derişimine bağlı olarak tohumların çimlenmesi sırasıyla %21.98, %29.27, %78.55 oranında engellenmiş ya da gecikmiş olduğunu kaydetmişlerdir. Çimlenme döneminde ilk kök uzunluğu tuzdan, derişime bağlı olarak sırasıyla %30.43, %52.55, %86.77 oranında olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir. Taze ve kuru ağırlık değerleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, 20 dS/m NaCl etkisi altındaki bitkilerde taze ve kuru ağırlık sırasıyla % 51.42, %23.08 oranlarında azaldığını bulmuşlardır.

Yurtseven vd. (1999), tuzluluğun turpta verim ve kaliteye olan etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla serada saksı denemesi yürütmüşlerdir. Yaptıkları bu çalışmada 5 sulama suyu tuzluluğu (0.4, 1.5, 2.5, 5 ve 7.5 dS/m) ile iki Ca/Mg oranı (O_1 3:1 ve O_2 1:3) konularını tesadüf parsellerinde faktöriyel denemeler biçiminde ele almışlardır. Yumru ve gövde verimleri, yumru çapı ve uzunluğu ile büyüme indeksi (çap/boy) verilerini değerlendirmişlerdir. Yumru ve gövde verimlerinin her ikisi de tuzluluk konularından etkilenmiştir. Tuzluluğun yumru çapı üzerine etkisinin 1.5 dS/m düzeyinden itibaren, yumru boyu üzerine etkisinin 2.5 dS/m düzeyinden itibaren başladığı görülmüştür. Elde edilen yumru ağırlıkları 21.77 ila 90.21 g arasında değişirken tuzluluk seviyelerindeki artışın yumru ağırlıklarının önemli düzeyde azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Bitki gövde ağırlıklarının da tuzdan önemli düzeyde etkilendiğini ve tuzluluğun 2.5 dS/m'yi geçmesi halinde gövde ağırlığında azalmalar olduğunu bulmuşlardır. Ca/Mg oranı ise incelenen verim parametrelerinin hiç biri üzerine önemli etki yapmamış ancak, yumru ağırlığı ve yumru çapı üzerine interaksiyon etkisi oluşturarak bu parametrelerdeki tuzluluğun basit etkisini değiştirmiştir.

Clark vd. (2000), bitkiler ve topraklar üzerinde tuzun etkisini laboratuar çalışmalarıyla gözlemlemişlerdir. Çalışmada, tuza dayanımlı Pamuk *(Gossypiumhirsutum L.),* orta dayanımlı Sorgum *(Sorghum bicolor (L.) Moench),* tuza orta duyarlı Biber *(Capsicum annuum L.)* ve tuza duyarlı Fransız Kadife çiçeği bitkilerini kullanmışlardır. Çalışmada, biri kontrol olmak üzere tuzlu 4 eriyik hazırlanmıştır. Tuzluluk düzeyleri, kontrol eriyiğinde 3:1 oranında $CaCl_2$ ve NaCl karıştırılarak; diğerlerinde ise tuz düzeyleri düşük (6.2 dS/m), orta (9.5

dS/m) ve yüksek (12.8 dS/m) olacak şekilde hazırlanmıştır. Çalışma sonucunda, Kadife çiçeği bitkisi en yüksek gelişimi, kontrol düzeyinde göstermiş; bunu düşük tuz düzeyi izlemiştir. Ancak, orta ve yüksek tuzluluk düzeylerinde bitki yaşayamamıştır. Biber bitkisindede tuzluluk düzeyleri aynı etkiyi göstermiştir. Sorgum bitkisi kontrol, düşük ve orta tuzluluk düzeyinde azalan şekilde gelişme göstermiş, yüksek tuzlulukta çok az gelişmiştir. Pamuk bitkisinde ise artan tuzluluk düzeylerine karşın bitki gelişimi etkilenmemiştir.

Chartzoulakis ve Klapaki (2000), *Sonar* ve *Lamuyo* hibrit biber çeşitlerinde yapılan bir tuzluluk çalışmasında bitkilere farklı dozlarda (0, 1, 2.5, 5, 10 ve 15 dS/m) NaCl uygulanmış ortamlarda çimlenme ve bitki gelişimi incelenmiştir. Deneme sonunda, 5 dS/m tuz uygulamasının çimlenmeyi geciktirdiği fakat çimlenme yüzdesine bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bunun yanı sıra 10 ve 15 dS/m tuz uygulamalarının hem çimlenmeyi hem de fide gelişimini olumsuz etkilediği ve 15 dS/m NaCl konsantrasyonundaki bitkilerde meyve sayısı ve ağırlığında belirgin azalmalar olduğunu bildirmişlerdir. Bitki gelişimi 1 dS/m'den daha yüksek konsantrasyonlarda yavaşlarken, 2.5 dS/m ve üstünde tuz uygulanan ortamlarda yetiştirilen bitkilerde bitki uzunluğu, kuru ağırlık ve yaprak alanlarında azalma meydana gelmiştir. Bu bitkilerde köklerde Na birikimi artarken, Cl iyonlarının yapraklarda artış gösterdiği belirlenmiştir. Her iki çeşitte de meyve verimi azalmış, 15 dS/m'da yetiştirilen bitkilerde bu azalma kontrol bitkilerine oranla %95 oranında olmuştur. Araştırıcılar çalışma sonunda *Lamuyo* hibrit biber çeşidinin *Sonar* çeşidine göre tuz stresine daha hassas olduğunu bildirmişlerdir.

Yurtseven (2000), patlıcanda *(Solanum melongena)* su tüketimine tuzluluğun etkisi isimli çalışmasında, farklı tuzlulukta sulama suları uygulanan patlıcan parsellerinden hesaplanan gerçek bitki su tüketimi değerlerinin (ETc) tuzluluğun etkisiyle değişimini incelemiş, ayrıca ETc değerlerinin kap buharlaşması yöntemine göre hesaplanan referans bitki su tüketimleri (ETo) ile karşılaştırmıştır. Denemelerde sulama suyu tuzlulukları olarak 1.3, 3.0, 4.5 ve 6 dS/m'lik toplam tuzluluklar ile Ca/Mg'un iki değişik oranı (3:1 ve 1:3) ele alınmıştır. Suların tuzluluk düzeylerinin oluşturulmasında NaCl, $CaCl_2$ ve $MgSO_4$

tuzları kullanılmıştır. İstenen tuzluluk düzeylerinde sulama sularının hazırlanabilmesi ve parsellere verilebilmesi amacıyla her parsel başına 225 lt hacimli metal kaplar yerleştirilmiştir. Kapların alt kısımlarına yerleştirilen bir vana yardımıyla sulamalar, suyun bitki sıra aralarına açılan yüzlek karıklara verilmesi şeklinde yapılmıştır. Sonuç olarak tuzluluğun artması ile su tüketimi değerlerinde azalmalar görülmüştür. Aynı zamanda bu ilişkinin sulama suyunun Ca/Mg oranı tarafından da etkilendiği görülmüştür.

Yurtseven ve Baran (2000), brokkoli'de *(Brassica oleracea bıtrytis)* tuzluluğun bitki gelişmesine etkisini belirlemek amacıyla serada saksı denemeleri yürütmüşlerdir. Araştırmada 5 sulama suyu tuzluluğu (0.25, 1, 3, 6 ve 9 dS/m) ve 3 sulama suyu miktarı (gereksinilen suyun %80, %100 ve % 120'si düzeyinde sulama) konularını faktöriyel düzende 3 tekrarlamalı olarak ele almışlardır. Bitki verimi üzerine sulama suyu tuzlulukları ile sulama suyu miktarının her ikisi de etkili olurken, kuru madde ve toplam kül değerleri üzerine sadece tuzluluklar etkili olmuştur. Verimde 6 dS/m düzeyinden itibaren önemli azalmalar olmuş, sulama suyu miktarındaki artış ise verimi artırmıştır. Tuzluluğun artması bitki kuru madde miktarlarının azalmasına neden olurken, toplam kül içeriklerini artırmıştır. Bitki yaş ağırlıkları 30.1 ila 271.02 g/saksı arasında değiştiğini ve bitki yaş ağırlıklarının sulama suyu tuzluluğunun artması ile önemli düzeylerde azalma gösterdiğini saptamışlardır. Su miktarları ile tuzluluk etkileşimi incelendiğinde, kısıtlı sulama koşullarında tuzluluğun etkisi daha büyük olurken, %120 yıkama gereksinimi uygulandığı koşulda tuzluluğun olumsuz etkisinin azaldığını bildirmişlerdir. Tuzluluk etkisinde kuru ağırlık değerinde de önemli düzeyde azalma saptanırken azalmanın başladığı düzey 5.78 dS/m olarak bulmuşlardır.

Yurtseven vd. (2000a), farklı kalitedeki sulama suları ile yapılan yıkama uygulamalarının profil tuzluluğu üzerindeki değişim isimli çalışmalarda, 4 farklı sulama suyu kalitesi (0.25, 1.5, 3.0 ve 6.0 dS/m) ve 2 farklı sulama suyu miktarı (%70 ve %100) kullanmışlardır. Topraklarda yapılan analizler sonucunda sulama suyu kalitesinin artışına bağlı olarak toprak tuzluluğunun arttığını saptamışlardır. 0-60 cm toprak profili için ortalama toprak tuzluluğu, 0.25 dS/m

su ile sulanan toprakta 0.6 dS/m iken 6.0 dS/m kalitesindeki su ile sulanan toprakta 1.57 dS/m' ye ulaşmıştır. Ancak yıkama uygulaması ile yıkama suyu tuzluluğundaki azalma ile toprak tuzluluğunda da azalma olduğunu saptamışlardır. Araştırıcılara göre, yıkama suyu tuzluluğu arttıkça profil tuzluluğundaki oran daha az olmuştur. Tuzlu sularla farklı sulama suyu miktarı uygulamasının profil tuzluluğu üzerine olan etkisi çok az olmuştur.

Yurtseven vd. (2000b), turp bitkisindeki farklı sulama tuzluluğu ve Ca/Mg oranı uygulamalarının bitki biokütle ve mineral madde içeriğine etkisi isimli çalışmalarında 5 farklı sulama suyu tuzluluğu (0.4, 1.5, 2.5, 5.0 ve 7.5 dS/m) ve 2 farklı Ca/Mg oranı (3:1 ve 1:3) konularını ele almışlardır. Sonuç olarak yumru ve gövde biokütle değerleri, tuzluluk ile %1 düzeyinde önemli değişmeler görülmüştür. Mineral madde içeriklerinde Na, Ca, Mg, Cl, N, P, Zn ve Mn önemli değişmeler gösterirken K, Fe ve Cu içerikleri ise değişmemiştir.

Yurtseven vd. (2000c), farklı sulama suyu tuzluluklarının farklı gelişme dönemlerinde domates bitkisinin verim ve kalitesine etkisi isimli çalışmalarında, bitkiler 35 cm çapında ve 50 cm yüksekliğinde (PE) polietilen lizimetrelerde yetiştirmişlerdir. Sulama suyu tuzlulukları 2.5 ve 5.0 dS/m ve kullanılan tuz çeşitleri (KCl +$CaCl_2$) ve (NaCl+$CaCl_2$)'dür. Drenaj suyunun kontrolü için lizimetreler altına aynı çapta plastik kaplar konulmuştur. Denemede kullanılan topraklar 0-40 cm derinlikten alınmış, 4 mm'lik elekten geçirilmiş ve verimlilik analizine göre gerekli miktarda organik ve inorganik gübre ilave edilmiştir. Çalışmada *Falcon ve Likya (F_1)* olmak üzere iki farklı domates çeşidi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda sulama suyu tuzluluğu artışıyla birlikte her iki çeşitte de verimde önemli azalmalar olmuştur. *Falcon* çeşidinde tuzlulukla birlikte meyve çapında artış gözlenirken, özellikle 5 dS/m tuz düzeyinde Likya çeşitinde azalmalar gözlenmiştir. Sulama suyu tuzluluğundaki artışa paralel olarak, her iki çeşitin meyve mineral içerikleri (Na+, K+, Ca++, Mg++ ve Cl-) kontrol konusuna göre önemli oranda artış göstermiştir.

Pessarakli vd. (2001), yaptıkları çalışmada 10, 20 ve 40 dS/m NaCl etkisi altında yetiştirilen tuz otu (*Disticlis spicota*) bitkilerinde kök ve gövde uzunlukları tuz seviyesi ve uygulama süresi arttıkça azaldığını bildirmişlerdir. Kök uzunluğu ile karşılaştırılınca gövde uzunluğu, yüksek tuz seviyesinde tuzdan daha fazla etkilendiğini ortaya koymuşlardır. 20 dS/m NaCl etkisi altında yetişen bitkilerde gövde taze ve kuru ağırlıkları; 20 ve 40 dS/m NaCl etkisi altında yetişen bitkilerde kök kuru ağırlıkları önemli oranda artış olduğunu kaydetmişlerdir.

Steppuhn vd. (2001), farklı tuz dozları (1.2, 11.2 ve 24.9 dS/m), fasulye, bezelye ve buğday bitkilerini kullanarak tuzluluğun bu bitkiler üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Artan tuz konsantrasyonlarının tüm bitkilerde çimlenme oranını azalttığını, ilk gelişme döneminde bezelyede bitki ölümlerinin gerçekleştiğini, biokütle ağırlığını azalttığını ve verimde %40 oranında azalmalar olduğunu, bu bitkiler arasında buğdayın tuzluğa bezelye ve fasulyeden daha toleranslı olduğunu bildirmişlerdir.

Öztürk (2002), patlıcan *(Solanum Melongena L.)* bitkisinde, gelişme periyodu 3 döneme ayrılarak bu dönemlerin farklı kombinasyonlarında uygulanan normal ve tuzlu suyun bitki gelişimine ve toprak tuzluluğuna etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada tuzlu su olarak 5 dS/m ve normal su olarak da 0.25 dS/m elektriksel iletkenliğe sahip sular kullanılmıştır. Özellikle ilk dönemlerde olmak üzere farklı dönemlerde uygulanan tuzlu suyun; bitki su tüketimini, bitki boyunu, bitki ağırlığını önemli düzeyde azalttığı buna karşılık yaprakların mineral madde içeriğini ve toprak tuzluluğunu önemli düzeyde arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca yüksek tuzlu su uygulamalarında mutlaka yıkama yapılmasının gerektiği ortaya çıkmıştır.

Ashraf vd. (2003), 0 ve 10 dS/m NaCl konsantrasyonlarında yetiştirilen iki farklı bamya çeşidinin *(Posa Sawni ve Sabz Bhindi)* iyon değişimi, su içeriği ve büyüme parametreleri bakımından ortaya çıkarttıkları farklılıkları incelemişlerdir. *Sabz Bhindi* çeşidinin; kök, gövde taze ve kuru ağırlıkları, gövde boyu ve yaprak alanı bakımından *Posa Sawni* çeşidine göre daha iyi bir performans gösterdiği, yaprak su içeriğinin de *Posa Sawni* çeşidine göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Kök

ve gövde de yapılan iyon analizleri sonucunda Na, Cl, K ve Ca iyon konsantrasyonlarıile K/Na ve Ca/Na oranları bakımından çeşitler arasında fark olmadığı belirlenmiştir. Her iki çeşitte de tuz stresine maruz bırakılan bitkilerin gövde ve kök kısımlarında Na ve Cl iyonlarında artış belirlenirken, K ve Ca iyon konsantrasyonlarında azalma kaydedilmiştir. *Sabz Bhindibamya* çeşidinin tuz uygulanmayan ve uygulanan ortamlarda daha yüksek CO_2 asimilasyon oranı, transpirasyon ve stoma iletkenliği gösterdiği çalışmada kullanılan bamya çeşitleri arasında tuza tolerant bakımından farklılıklar olduğu bildirilmiştir.

Garca-Sanchez vd. (2003), sulama suyu ve tuzluluğun limon ağaçlarında verim, meyve kalitesi ve mineral element içerikleri üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada; üç farklı EC değerine (1, 2.5, 4 dS/m) sahip sulama suyu kullanmışlardır. İki yıllık bir arazi çalışması sonucunda, sulama suyundaki tuzluluk düzeyinin artışı ile meyve verim ve kalitesinde azalmalar meydana geldiğini, yapraklarda Na ve Cl iyon içeriklerinin arttığını bildirmişlerdir.

Lacerda vd. (2003), farklı iki sorgum genotipinin tuz toleransının belirlendiği bir çalışmada, bitkiler fide döneminde 0 ve 10 dS/m NaCl içeren ortamlarda tuz stresine maruz bırakılmışlardır. Tuz stresinin gövde ve yaprak gelişimini azalttığı, yapraklarda zararlanmalar ortaya çıkarttığı gözlenmiştir. Çalışmada, toksik iyon birikiminin yaprağın alt kısımlarında uç kısımlara oranla daha yüksek olduğu, bununla birlikte K iyon konsantrasyonun da azaldığı bildirilmiştir. Özellikle bu değişimlerin tuza hassas olan genotipte daha hızlı gerçekleştiğini ifade eden araştırıcılar, yapraklarda meydana gelen değişimlerin toksik iyon konsantrasyonundaki artış ve buna bağlı olarak azalan K iyon konsantrasyonuna dayandırmışlardır.

Malkoç vd. (2003), tarafından serada yürütülen bir çalışmada farklı tuz uygulamalarının, marul *(Zea Mays L.)* ve fasulye *(Phaseolus Vulgaris L.)* bitkilerinin gelişim ve bitki besin maddeleri içeriğine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Denemede 6 farklı tuz çeşidi (NaCl, Na_2SO_4, $CaCl_2$, $CaSO_4$, $MgCl_2$ ve $MgSO_4$) ve 4 farklı doz (0, 4, 8 ve 12 g/saksı) uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonucunda, elde edilen verilere göre farklı tuz uygulamaları, toprağın

pH ve tuzluluk düzeyini arttırmış, bitki gelişimi ve kuru madde miktarını da azalttığını ortaya koymuşlar. Marul ve fasulye bitkilerinde kuru madde miktarının uygulanan doz arttıkça kontrole göre önemli derecede azaldığı vurgulanmıştır.

Muscolo vd. (2003), yaptıkları çalışmada değişik derişimlerde NaCl (0, 5, 10, 15, 20 dS/m) uygulanan çim çeşidinde *(Pennisetum clandestinum Hochst.)* tuzluluğun kök uzunluğunu yaprak uzunluğundan daha fazla etkilediği bulunmuştur. En yüksek tuz seviyesi, diğer derişimlere göre yaprak sayısını önemli oranda (% 64) azaltmıştır. Yüksek oranda tuza maruz kalan bitkilerin dokularda Na+ miktarının kayda değer oranda arttığı belirlenmiştir.

Shiyab vd. (2003), yaptıkları çalışmada *Citrus aruantum L.* mikro gövdeleri, birden veya yavaş yavaş artırılarak uygulanan farklı derişimlerde NaCl'ye maruz bırakılmışlardır. 0 dS/m'den 15 dS/m'ye kadar NaCl'ye birden maruz bırakılan mikro gövdelerde gövde uzunluğunda, gövde sayısında, yaprak sayısında, kuru ağırlıkta önemsiz bir indirgenme olduğu tespit edilmiş; 20 dS/m ile 30 dS/m NaCl seviyelerinde ise büyüme parametrelerinin tuzdan aşırı şekilde etkilendiği ve mikro gövdelerin öldüğünü ortaya koymuşlardır. Azar azar artan NaCl'ye maruz bırakılan bitkilerde, artan tuz oranıyla beraber aynı kriterler genellikle azalmış; ama azalmanın, NaCl'ye birden maruz kalan bitkilerde, kaydedilenden daha az olduğunu bildirmişlerdir. Buna ek olarak, 15 dS/m ve üzeri tuzlulukta köklenme gözlenmemiştir. Birden NaCl uygulamasında gövdenin fosfor, K^{+}, Fe^{+2} içeriği artan tuzlulukla beraber azalmıştır; bu iyonlarda gözlenen azalma, azar azar NaCl uygulamasında daha az olduğu bulmuşlardır.

Estan vd. (2004), domates bitkisinde aşılı çeşitlerin sürgünlerinde sodyum ve klorürün taşınımlarına bakarak tuz toleransını araştırdıkları çalışmada artan tuz konsantrasyonlarında (0, 2.5, 5 ve 7.5 dS/m NaCl) yapraklardaki fizyolojik değişiklikleri ve meyve verimini incelemişlerdir. Aşılı çeşitlerde meyve veriminin 2.5 dS/m NaCl uygulamasında, 5 ve 7.5 dS/m NaCl uygulamasına göre olumlu etkilendiğini belirtmişlerdir. Bazı çeşitlerde de % 80'e kadar ürün artışı olduğunu tespit etmişlerdir. Aşılı çeşitlerde 2.5 dS/m NaCl uygulamasının, 5 ve

7.5 dS/m NaCl'e göre bitki gelişimini olumlu etkilediğini, kökteki etkilerin daha az, meyvedeki etkilerin daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Elkhatib vd. (2004), dört farklı patates kültürünün *(Spunta, Alpha, Cara ve King Edward)* tuza toleransı isimli çalışmalarında kontrol suyu ile birlikte 4 farklı kalitede (0.53-kontrol, 3.13, 6.25 ve 9.38 dS/m) sulama suyunu NaCl tuzu katarak elde etmişler ve patates yumrularının bu tuzlu su uygulamasından etkilenmesini gözlemişlerdir. Çalışma sonunda patates yumrularında tuzluluk artışı ile birlikte yumrularda önemli derecede küçülme gözlenmiştir. Tuza dayanıklılık bakımından patates kültürleri şu şekilde sıralanmıştır; *Cara>Alpha>Spunta>KingEdward*. Sonbahar ve yaz döneminde ayrı ayrı yapılan denemelerde her kültürde en yüksek tuza dayanım başarısı yaz mevsiminde elde edilmiştir.

Kadayıfçı vd. (2004), sulama suyu tuzluluğunun soğan bitkisinin yumru verimi, bitki su tüketimi ve toprak profili üzerine etkilerinin incelendiği sera çalışmalarında, 5 farklı sulama suyu kalitesinin (0.8, 1.6, 3.2, 4.6 ve 6.1 dS/m) sulamalarda kullanılması durumunda, yumru veriminde % 34-68 ve bitki su tüketiminde %15-35 gibi önemli bir azalmanın olduğunu belirlemişlerdir. Araştırma sonunda, deneme konularında, toprak saturasyon eriyiklerinin elektriksel iletkenlikleri 0.54 dS/m'den şebeke suyunun kullanıldığı konuda 0.81 dS/m, en yüksek tuzluluk değerine sahip suların kullanıldığı konuda ise 4.47 dS/m düzeyine ulaştığını saptamışlardır.

Reina vd. (2005), farklı kalitedeki tuzlu sularla sulanan domates bitkisinin su kullanım etkinliği ile ilgili yaptıkları çalışmada, dört farklı tuz düzeyi kullanılarak sulanan domates çeşitlerin tümünde tuzluluk artışıyla birlikte verimde önemli derecede azalmalar olduğunu belirtmişlerdir. En yüksek verim azalmasının birim tuzluluk artışında yaklaşık %8 kadar olduğu gözlenmiştir. Tuzlu koşullar altında domates bitkisinin su tüketiminin kontrol konusuna göre % 40 daha az olduğu belirlenmiştir. Su tüketimi ve tuzluluk arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Korelasyon sonucunda bitkinin su alımındaki düşüşler birim tuzluluk artışıyla birlikte %3.5-5.0 arasında belirlenmiştir.

Rodriguez vd. (2005), 0, 7, 14 dS/m derişimlerde NaCl kullanarak süs bitkisinde *(Asteriscus maritimus L. Less)* yaptıkları deneyde; tuz stresine maruz bırakılan bitkilerin yaprak büyümesinde erken bir indirgenme sergilediğini ve düşük biokütleye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu deneyde tuz stresi, stoma düzenlemesini önemli oranda ilerletmiş ve stomaların iletkenliğini stres süresince azalmıştır; buna rağmen bitkiler yaprak dokularında susuzluk belirtileri ve göreceli su içeriğinde azalma göstermiştir. Tuzluluk bitki dokularındaki Na^+ ve Cl^- iyonlarının seviyelerinde de önemli oranda artışa sebep olmuştur. Bu iyonlar yapraklarda gövde ve köklerden daha fazla artmıştır. Tuz stresinden dolayı gövde kuru ağırlığında da indirgenme olduğu belirlenmiştir.

Jamil vd. (2005), kabakgiller familyasına ait bitkilerde çiçeklenme ve erken fide gelişimi üzerine tuz (NaCl) etkisi isimli çalışmalarında, dört farklı kalitede (0, 4.7, 9.4 ve 14.1 dS/m) sulama suyu kullanılmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki, tüm türlerde tuzluluk artışı ile birlikte çimlenme, çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, yaprak alanı ve yaprak sayısında önemli oranda azalma oluşturmuştur. Özellikle de tuz düzeyinin 14.1 dS/m'ye çıkması tüm türlerde kök uzunluğunda önemli düzeyde azalma oluşturmuştur.

Yurtseven vd. (2005) tarafından domates bitkisinin su tüketimi, meyve kalitesi ve verimine sulama suyu tuzluluğunun ve potasyum düzeylerinin etkileri araştırılmıştır. Sera koşulları altında yapılan çalışmada 4 farklı kalitede (0.25, 2.5, 5.0 ve 10.0 dS/m) su ve 2 farklı potasyum gübre dozu kullanılmıştır. Çalışmada verim, meyve kalitesi, drenaj suyu kalitesi ve bitki su tüketimi değerleri belirlenmiştir. Hem tuzluluk hem de potasyum gübrelemesi verimi ve kaliteyi önemli düzeyde etkilemiştir. Tuzluluk artışıyla birlikte bitki kuru madde miktarında azalma gözlenmiş, K gübrelemesinin kuru madde üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. Yine tuzluluk artışıyla birlikte meyve büyüklüğü ve meyve suyu pH'sında azalmalar gözlenmiştir.

Ünlükara vd. (2008), tarafından artan sulama suyu tuzluluk oranlarına (0.75, 1.5, 2.5, 3.5, 5.0 ve 7.0 dS/m) sahip sulama sularının, marul (*Lactuca sativa* var.

crispa) üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla serada bir çalışma yürütülmüştür. Toprak tuzluluğu, sulama suyu tuzluluk oranı arttıkça doğrusal olarak artmıştır. Eşik değeri 1.1 dS/m olarak belirlenmiş ve bu eşik aşıldıktan sonra göreceli olarak %9.3 verim azalması meydana gelmiştir. Sonuçlar, marulun tuzluluğa orta derecede duyarlı olduğunu göstermiştir. Verimin aksine, tuzluluk oranı arttıkça bitki kuru madde içeriği artmıştır. Marul tadı tuzluluktan etkilenmemiştir. Çalışma sonuçları ayrıca göstermiştir ki, yapraklarda potasyum, azot, bakır, manganez ve çinko birikimi tuzluluktan etkilenmezken, bitki başına yaprak sayısı, bitki boyu, su kullanım etkinliği ve yapraklarda kalsiyum ve demir birikimi gibi değişkenler tuzlulukla birlikte düşmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme yerinin tanıtılması

Uşak İli Merkez ilçesinde sera koşullarında yürütülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü sera

3.1.2. Denemede kullanılan toprak, bitki ve sulama suyunun özellikleri

3.1.2.1. Denemede kullanılan toprak özellikleri

Denemede kullanılan toprak Uşak İli Merkez İlçede tarım arazisinden 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Bitki artıkları, taş ve çakıl gibi materyaller uzaklaştırılmış ve nemli durumdayken iri kesekler el ile küçültülmüştür. Açık havada serilerek hava kuru duruma getirilmesinin ardından 4 mm'lik tel elekten geçirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Denemede kullanılan toprak örneklerinin hazırlanması

Denemede 2.5 kg'lık saksılar kullanılmış olup kullanıma hazır hale getirilen 4 mm'lik topraktan 2.5 kg (hava kuru) tartılarak saksılara yerleştirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Saksılara toprakların yerleştirilmesi

2 mm'lik elekten geçirilen toprak örneğinden 2 kg toprak alınarak Ankara Toprak, Gübre ve Su kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve Uşak Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Laboratuarların da fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametre	**Değer**
pH	7.62
EC (dS/m)	0.56
Tarla Kapasitesi (%)	34.81
Solma Noktası (%)	14.14
Organik Madde (%)	3.78
Kireç (%)	1.60
Bor (ppm)	0.08
Bünye	Killi – Tın (CL)

3.1.2.2. Denemede kullanılan marul bitkisinin özellikleri

Çalışmada Yeşilkule marul *(Lactuca Sativa)* çeşidi kullanılmıştır. Marul tuza zayıf toleranslı bir bitkidir (Güneş, vd., 2010). Salata-marul grubu sebzeler, dünyada olduğu gibi ülkemizde de en çok üretilen ve tüketilen sebzeler arasında yer almaktadır. Çift ürün yetiştiriciliği yapılan sebze seralarında aradaki boş ve soğuk dönemi değerlendirmek için yapılan salata-marul üretimi önemli bir yer tutmaktadır (Sevgican vd., 2002). Sağlığa yararlı, iştah açıcı sebze olan salata-marullar taze olarak tüketildiklerinde özellikle vitamin ve mineral madde yönünden oldukça zengin içeriklidir (Aybak, 2002). Marulun iyi drene edilmiş, özellikle 25–30 cm'lik toprak tabakasında humusça ve besin maddelerince zengin, tınlı kumlu veya kumlu tınlı toprak ile pH'ı 5.5–7 olan topraklarda yetiştirilmesi önerilmektedir. Genel olarak marullar toprak tuzluluğuna orta derecede hassas bitkilerdir (Çivit, 2010). Marul bitkisi tohumların en iyi çimlenme sıcaklığı 15-18° C'dir. Marul bitkisi için 1.3 dS/m sulama suyu tuzluluğu seviyesinde verim azalması görülmediği saptanmıştır (FAO, 1976).

3.1.2.3. Denemede kullanılan sulama suyu özellikleri

Denemede 4 farklı kalitede sulama suları kullanılmıştır. Saf su kontrol (şahit) konusu olarak alınmış, diğer 3 farklı kalitedeki tuzlu sular saf su üzerine suda eriyebilirliği yüksek olan NaCl (% 99.5 saflıkta) ve suda eriyebilirliği düşük olan $CaSO_4$ (% 99 saflıkta) tuzları kullanılarak oluşturulmuştur. Kullanılan sulama suların elektriksel iletkenliği her uygulama öncesi portatif EC metre ile kontrol edilmiştir.

3.1.3. Denemede kullanılan yardımcı ekipmanlar

Denemede çapı 17 cm, yüksekliği 18 cm olan plastik saksılar kullanılmıştır (2.5 kg'lık). Tuzlu sular 20 litrelik plastik bidonlarda hazırlanmıştır. Hassas terazi, beher, erlen ve mezür gibi laboratuvar araçlarından yararlanılmıştır. Denemede örneklerin kurutulmasında Uşak İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü laboratuvarında bulunan zaman ve sıcaklık ayarlı etüv kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme düzeni

Deneme Uşak Ili Merkez İlçesi arazisinde bulunan plastik örtülü serada yürütülmüştür. Deneme konularını NaCl ve $CaSO_4$ tan oluşan 2 tuz çeşidi ve 4 değişik tuzluluk seviyesi oluşturmuştur (Çizelge 3.2). Deneme 3 tekrarlamalı olarak (4x2x3) tesadüf parselleri deneme desenine göre 2 ayrı deneme şeklinde planlanmıştır (Şekil 3.4).

Çizelge 3.2. Deneme konuları

Tuz çeşidi	Tuzluluk EC (dS/m)	
NaCl	T_1	Saf Su (Şahit)
	T_2	2.0
	T_3	4.0
	T_4	6.0
$CaSO_4$	T_1	Saf Su (Şahit)
	T_2	2.0
	T_3	4.0
	T_4	6.0

Tekerrür	NaCl(C1)	$CaSO_4$(C2)
1.Tekerrür	T_3	T_1
	T_1	T_4
	T_4	T_2
	T_2	T_3
2.Tekerrür	T_4	T_1
	T_1	T_3
	T_3	T_2
	T_2	T_4
3.Tekerrür	T_4	T_2
	T_2	T_1
	T_1	T_3
	T_3	T_4

Şekil 3.4. Deneme konularına ilişkin yerleşim planı

3.2.2. Sera çalışmalarında uygulanan yöntemler

3.2.2.1. Ekim, tuzlu suların hazırlanması, sulama ve gübreleme işlemleri

Marul tohumları her saksı başına 5 adet olacak şekilde 0.5-1 cm toprak derinliğine ekilmiştir. Ekimden hemen sonra saksılara tarla kapasitesine çıkacak kadar sulama suyu verilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Saksılara bitki ekimi

Deneme başlangıcında 10 ml NPK gübresinin yarısı (%3.5 NH_4, %5.5 NO_3, %10 Üre, 19N-19P-19K) her bir saksıya süspansiyon halinde uygulanmıştır (Şekil 3.6). Gübrenin diğer yarısı da bitki çıkışları tamamlandıktan sonra uygulanmıştır. Marul tohumlarının ekiminden sonra çıkışlar tamamlanana kadar saf su uygulanmış ve her bir saksıda bitki sayısı önce 3 adet olacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Daha sonra her saksı tek bitkiye düşürülerek tuzlu su uygulamalarına geçilmiştir.



Şekil 3.6. Bitkilere gübre uygulaması

Her bir saksı günlük düzenli bir şekilde tartılmış ve saksı ağırlığındaki azalmalara bağlı olarak su miktarları tarla kapasitesinin %30'u tüketildiğinde konulara göre hazırlanan sular ile sulanarak tarla kapasitesi düzeyine çıkarılmıştır (Şekil 3.7). Bitkilerin ekiminden itibaren toprak yüzeyinde görülen yabancı otlar elle koparılarak yabancı ot savaşı yapılmıştır. Marul hastalık ve zararlıları için zirai mücadele ilaçları ile hastalık ve zararlı mücadelesi yapılmıştır. Tuzlu su uygulama işleminden 32 gün sonra bitkiler hasat edilmiştir.



Şekil 3.7. Saksılara tuzlu su, zirai ilaç, seyreltme uygulanması

3.2.3. Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler

Denemede başlangıçta alınan toprak örneklerinde analizler yapılmıştır. Bu analizlerde uygulanan yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

3.2.3.1. Toprak verimlilik analizleri

Araştırmada kullanılan toprakların verimlilik analizleri olan saturasyon, tane büyüklük dağılımı, kireç ve organik madde analizleri aşağıda açıklandığı şekilde yapılmıştır.

- **Saturasyon (%):** Richards (1954)'da belirtilen esaslara göre, toprağa doygun hale gelinceye kadar saf su eklemek yoluyla belirlenmiş ve yüzde olarak ifade edilmiştir.
- **Kireç (%):** Tüzüner (1990)'de belirtilen esaslara göre, Scheibler kalsimetresi ile tayin edilmiştir.

- **Organik Madde (%):** Ülgen ve Ateşalp (1972)'de belirtilen modifiye Walkley-Black yöntemine göre saptanmıştır.
- **Tane Büyüklük Dağılımı:** Deneme toprağında kum, silt ve kil franksiyonlarının oranları Bouyoucos hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir (Demiralay, 1993).

3.2.3.2. Toprak tuzluluk analizleri

Araştırmada kullanılan toprakların deneme öncesi tuzluluk analizleri, Richards (1954)'da belirtilen esaslara göre elde edilen saturasyon ekstraktında yapılan analizlerle belirlenmiştir.

a. Elektiksel iletkenlik (dS/m): Kondaktivite aleti ile saturasyon ekstraktında 25 ^{o}C' de elektriksel iletkenliğin ölçülmesi suretiyle tayin edilmiştir.

b. Toprak reaksiyonu (pH): Saturasyon macununda ve ekstraktında pH metre aleti ile belirlenmiştir.

c. Klor (Cl^-): 0.05N gümüş nitrat çözeltisi ile titrasyon yapılarak belirlenmiştir.

d. Bor (B): Karmen eriyiği kullanılarak kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir.

e. Katyon değişim kapasitesi (KDK): 1N sodyum asetat çözeltisi ile muamele edildikten sonra 1N amonyum asetat kullanılarak ekstrakte edilen çözeltiden fleymfotometre ile sodyum okunması esasına göre tayin edilmiştir (Bower,1952).

f. Değişebilir sodyum yüzdesi (DYS): Değişebilir sodyum ile katyon değişim kapasitesi analizlerinden yaralanarak saptanmıştır.

3.2.4. Bitki analizleri

3.2.4.1. Kuru madde miktarı (gr/saksı)

Bitkiler belirli bir boya ulaştığında köklerinden kesilerek hasat edilmiş laboratuvar ortamına getirilen örnekler yıkanıp kurutma kağıtları üzerinde nemi uçurulmuştur (Şekil 3.8). Nemi uçulduktan sonra tartılarak bitki yaş ağırlıkları alınmıştır.



Şekil 3.8. Bitkilerin hasat edilmesi

Yaş bitkiler üzeri delinen kese kağıtlarına konularak 65 ^{o}C'lik fırında 24 saat kurutulmuş ve daha sonra kuru ağırlıkları alınıp kaydedilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Bitkilerin kurutulması ve kuru ağırlığın tartılması

3.2.5. Denemede elde edilen verilerin değerlendirilmesi

Araştırmada elde edilen verilerin hesaplanıp istenilen parametrelere dönüştürülmesinde ve grafiklerin çizilmesinde Windows altında çalışan Microsoft Excel programı kullanılmıştır.

Çalışmada üzerinde durulan özellikler bakımından elde edilen veriler faktöriyel düzende varyans analizi tekniği ile analiz edilmişlerdir. Grupların ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde SPSS 18.0 istatistik programı kullanılarak Tukey testi yapılmış ve sonuçlar Yurtsever (1984) tarafından verilen esaslara göre yorumlanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Farklı Tuz Çeşitleri ile Sulama Suyu Tuzluluğu Verim İlişkisi

4.1.1. NaCl içeren sulama suyu tuzluluğu verim ilişkisi

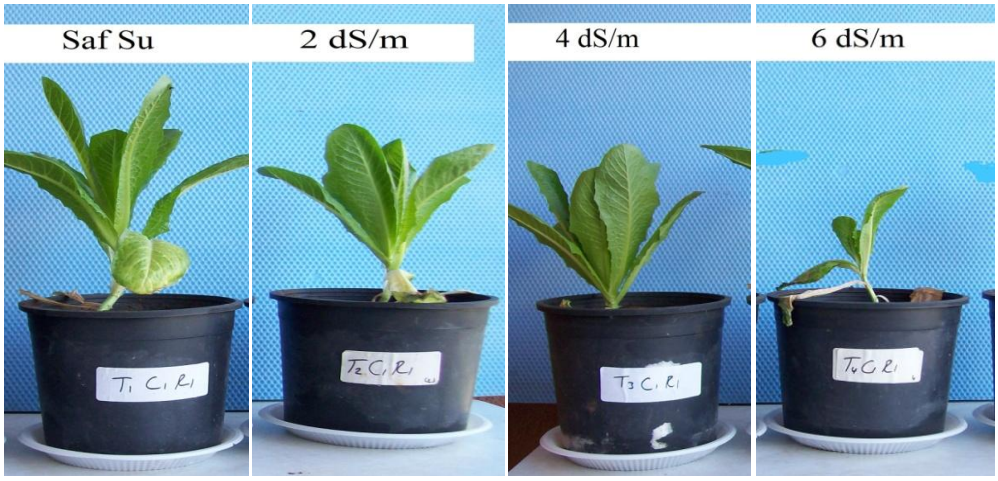
Deneme sonunda NaCl tuz çeşidinde tuzluluk konularına ilişkin ortalama bitki yaş ağırlık değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Tuzluluk konularına göre verim değerleri (NaCl)

Konular	Verim (gr/saksı)			
	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama
T_1	53.21	55.75	64.94	57.97
T_2	25.64	26.35	38.23	30.07
T_3	18.50	20.91	23.89	21.10
T_4	11.01	12.12	20.05	14.39

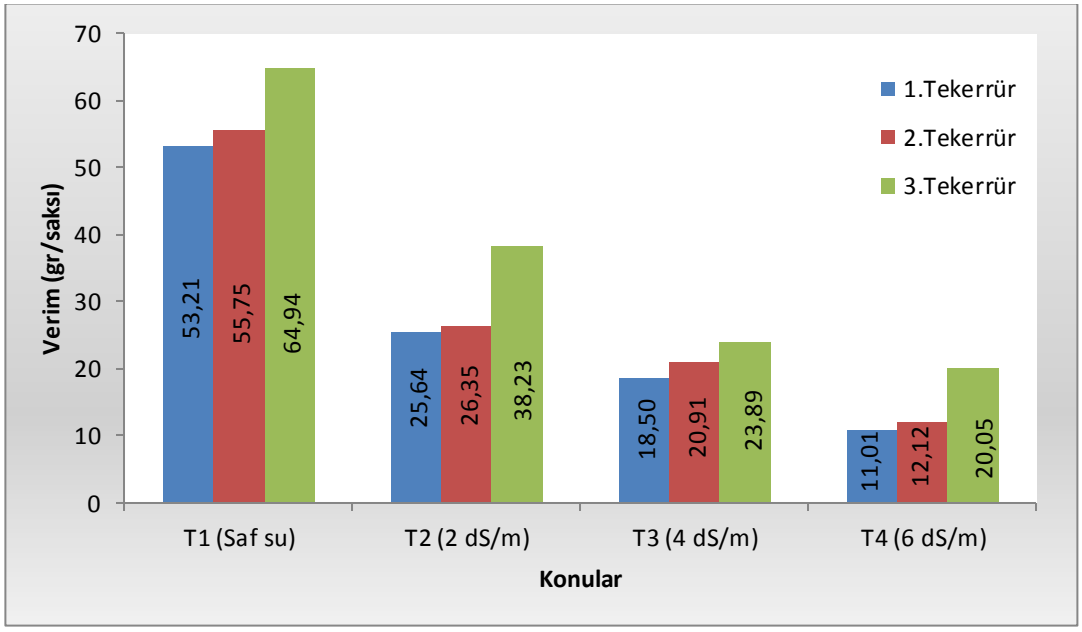
Konular arasında en yüksek ortalama verim T_1 (57.97 gr/saksı) konusunda elde edilmiş onu sırasıyla T_2 (30.07 gr/saksı), T_3 (21.10 gr/saksı) ve T_4 (14.39 gr/saksı) konuları izlemiştir.

Uygulanan konulara göre bitkilerde ortaya çıkan verim azalmasını gösteren morfolojik değişiklikler Şekil 4.1'de verilmiştir.



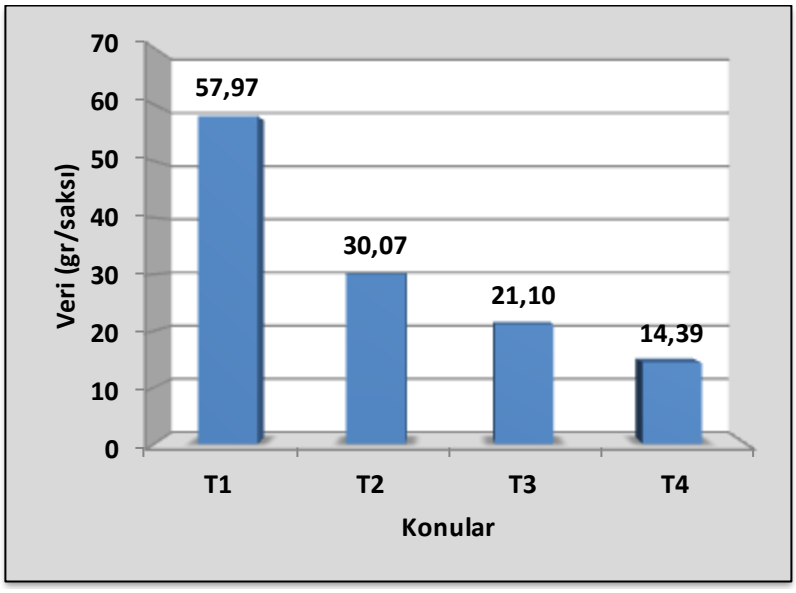
Şekil 4.1. NaCl Tuzluluk artışına karşılık bitkide görülen morfolojik değişiklikler

Her bir konudan elde edilen birim verim değerleri Şekil 4.2'de verilmiştir.



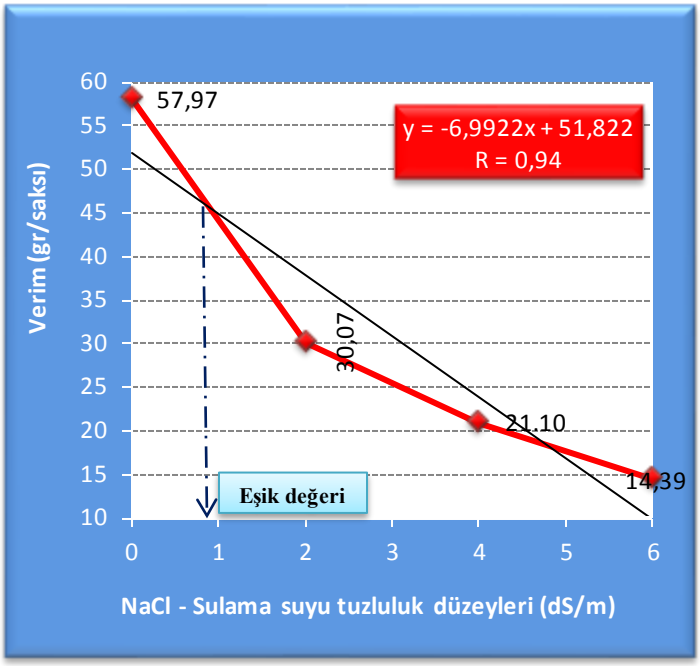
Şekil 4.2. Tuzluluk konularına (NaCl) göre marul verim değerleri

Şekilde sulama suyu tuzluluğu artışı ile birlikte ortalama verimde azalma görülmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Tuzluluk konularına (NaCl) göre ortalama marul verim değerleri

Sulama suyu tuzluluğu verim arasında önemli bir ilişki söz konusudur. Korelasyon katsayısı R=0.94 olarak bulunmuştur (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Sulama suyu tuzluluğu verim arası ilişki (NaCl)

Hiç tuz uygulanmayan T_1 konusuna ait ortalama verim değerleri baz alınarak hesaplanan oransal verim değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Oransal verim değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar

Konular	Oransal değer (%)	Oransal farklar
T_1	100.00	0.00
T_2	51.88	48.12
T_3	36.14	63.86
T_4	24.83	75.17

Çizelge 4.2 incelendiğinde T_2 konusundaki (2 dS/m) verim değeri şahit konusundaki elde edilen verime göre yaklaşık % 48'lik bir azalış göstermiştir (Şekil 4.2). Bu durum uygulanan sulama suyu tuz düzeyinin marulun tuz eşik değeri olan 0.9 dS/m tuz seviyesinin iki katı olması nedeniyle verimde şahit konunun yaklaşık yarısı kadar verim azalması söz konusu olmuştur. Tuz düzeyleri 4 dS/m ve 6 dS/m ye çıktığında verim azalma değerleri sırasıyla yaklaşık % 64 ve %75 düzeylere ulaşmıştır. Bu durumda marulun tuza ne kadar hassas olduğunun bir göstergesidir. Bu sonuç literatür bilgileri ile de uygunluk göstermektedir. Benzer sonuçlar Ungar vd., 1982; Khan vd., 1984; Cusido vd., 1987; Katembe vd., 1998; Ashraf ve McNeilly, 1990; Mishra vd., 1991; Ashraf ve

Q'Leary, 1997; Çiçek vd., 2002; Hebbara vd., 2003; Parida ve Das, 2005; Maricle ve Lee, 2006; Turan vd., 2007; Kachhout vd., 2009; Turan vd., 2009; Rahnama vd., 2010 ve Dadkhah, 2011 tarafından da elde edilmiştir.

Deneme konularından elde edilen ortalama NaCl tuz çeşidi bitki verim değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, konular arasında 0.05 düzeyinde istatistiksel fark belirlenmiştir. Varyans analiz tablosu Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. NaCl tuz çeşidinde tuzluluk konularına göre ortalama verim varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T	K.O	F	Tablodan F	
					0.05	0.01
Konular	3	3305.39	1101.8	1047.98*	4.07	7.59
Hata	8	25.23	3.15			
Genel	11	3544.80				

* % 5 önemlilik düzeyini göstermektedir.

Yapılan Tukey testinde T_1, T_2, T_3 ve T_4 konularında elde edilen verim değerleri arasında %5 önem düzeyinden farklılık çıkmış ve hepsi farklı grupta yer almıştır. Tukey testine ilişkin yapılan sınıflama Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Tuzluluk konularına göre ortalama verim ve Tukey sınıfları

Konular	Verim (gr/saksı)	Tukey Sınıfları
T_1	57.97	A
T_2	30.07	B
T_3	21.10	C
T_4	14.39	D

Tukey sınıflamasına göre; hiç tuz bulunmayan konu 1. sınıfı oluştururken T_2 konusu ikinci, T_3 konusu 3. ve T_4 konusuda 4. sınıfı oluşturmuştur. Böylece dört deneme konusu dört farklı grupta toplanmıştır. T_1 birinci gruba, T_2 ikinci gruba, T_3 üçüncü gruba, T_4 dördüncü gruba girmiştir. Sonuç olarak; bütün ortalamalar arasında % 5 önemlilik seviyesinde farklar ortaya çıkmıştır.

4.1.2. NaCl içeren sulama suyu tuzluluğu bitki kuru ağırlığı ilişkisi

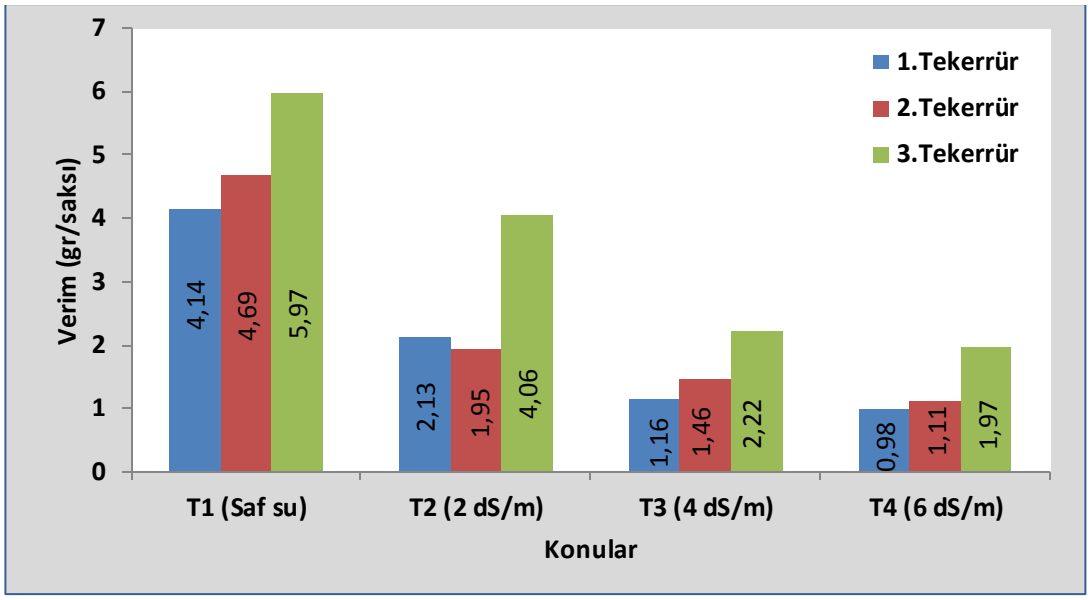
Deneme sonunda NaCl tuz çeşidinde tuzluluk konularına ilişkin ortalama bitki kuru ağırlık değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Tuzluluk konularına göre verim değerleri (NaCl)

Konular	Verim (gr/saksı)			
	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama
T_1	4.14	4.69	5.97	4.93
T_2	2.13	1.95	4.06	2.71
T_3	1.16	1.46	2.22	1.61
T_4	0.98	1.11	1.97	1.35

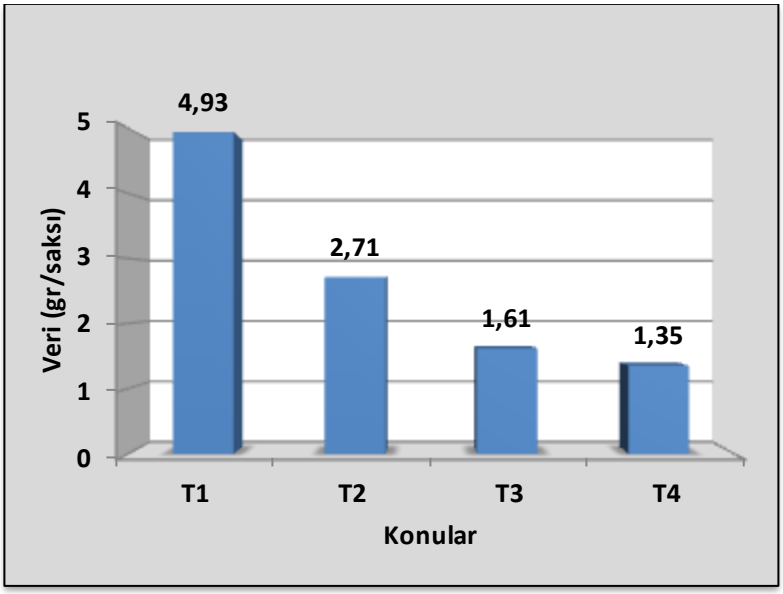
Kuru ağırlık değeri; tuzluluk konularına göre ele alındığında en yüksek ortalama kuru ağırlık T_1 (4.93 gr/saksı) konusunda elde edilmiş onu sırasıyla T_2 (2.71 gr/saksı), T_3 (1.61 gr/saksı) ve T_4 (1.35 gr/saksı) konuları izlemiştir.

Her bir konudan elde edilen birim kuru ağırlık değerleri Şekil 4.5'de verilmiştir.



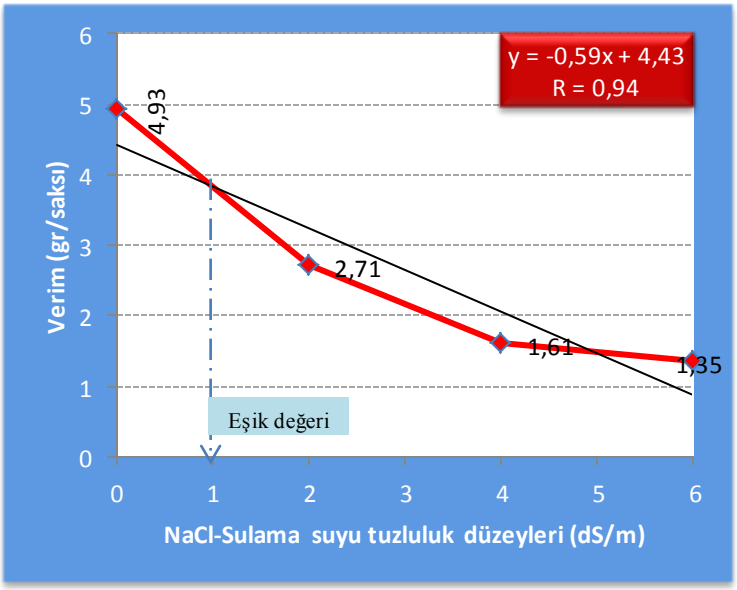
Şekil 4.5. Tuzluluk konularına (NaCl) göre bitki kuru ağırlık değerleri

Şekilde sulama suyu tuzluluğu artışı ile birlikte ortalama kuru ağırlıkta azalma görülmektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Tuzluluk konularına (NaCl) göre ortalama bitki kuru ağırlık değerleri

Sulama suyu tuzluluğu-bitki kuru ağırlığı arasında önemli bir ilişki söz konusudur. Korelasyon katsayısı R=0.94 olarak bulunmuştur (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Sulama suyu tuzluluğu-bitki kuru ağırlığı arasındaki ilişki (NaCl)

Hiç tuz uygulanmayan T_1 konusuna ait ortalama verim değerleri baz alınarak hesaplanan oransal bitki kuru ağırlık değerleri Çizelge 4.6'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Oransal bitki kuru ağırlık değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar

Konular	Oransal değer (%)	Oransal farklar
T_1	100.00	0.00
T_2	54.97	45.03
T_3	32.66	67.34
T_4	27.38	72.62

Çizelge 4.6 incelendiğinde2 dS/m tuz uygulanan T_2 konusundaki verim değeri şahit konusunda elde edilen verime göre yaklaşık % 45'lik bir azalış göstermiştir (Şekil 4.5). Yaş ağırlık değerlerinde de görüldüğü gibi sulama suyu tuz değeri artıkça kuru ağırlık değerlerinde de önemli düzeylerle azalma söz konusu olmuştur. Tuz düzeyleri 4 dS/m ve 6 dS/m'ye çıktığında verim azalma değerleri sırasıyla yaklaşık %67 ve %73 düzeylere ulaşmıştır.

Deneme konularından elde edilen ortalama NaCl tuz çeşidi bitki kuru ağırlık değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, konular arasında 0.05 düzeyinde istatistiksel fark belirlenmiştir. Varyans analiz tablosu Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. NaCl tuz çeşidinde tuzluluk konularına göre ortalama bitki kuru ağırlıkları varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T	K.O	F	Tablodan F	
					0.05	0.01
Konular	3	23.92	7.97	266.66*	4.07	7.59
Hata	6	0.72	0.09			
Genel	9	29.60				

* % 5 önemlilik düzeyini göstermektedir.

Yapılan Tukey testinde T_1, T_2 ve T_3 konuları farklı grupta iken T_3 ve T_4 aynı grupta yer almıştır.. Tukey testine ilişkin yapılan sınıflama Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Tuzluluk konularına göre ortalama bitki kuru ağırlık ve Tukey sınıfları

Konular	Verim (gr/saksı)	Tukey Sınıfları
T_1	4.93	A
T_2	2.71	B
T_3	1.61	C
T_4	1.35	CD

Tukey sınıflamasına göre; hiç tuz bulunmayan konu 1. sınıfı oluştururken T_2 konusu ikinci, T_3 konusu 3. ve T_4 konusu da 4. sınıfı oluşturmuştur. T_1, T_2 ile T_3 konuları arasında belirgin bir sınıf farkı söz konusu iken T_4 konusu ile T_3 konusunun alt sınıfını oluşturmuştur. Bunun anlamı, T_3 ve T_4 konularına ait ortalamalar arasında fark olmamasına karşılık diğer ortalamalar arasında %5 önemlilik seviyesinde farklar vardır.

4.1.3. $CaSO_4$ içeren sulama suyu tuzluluğu verim ilişkisi

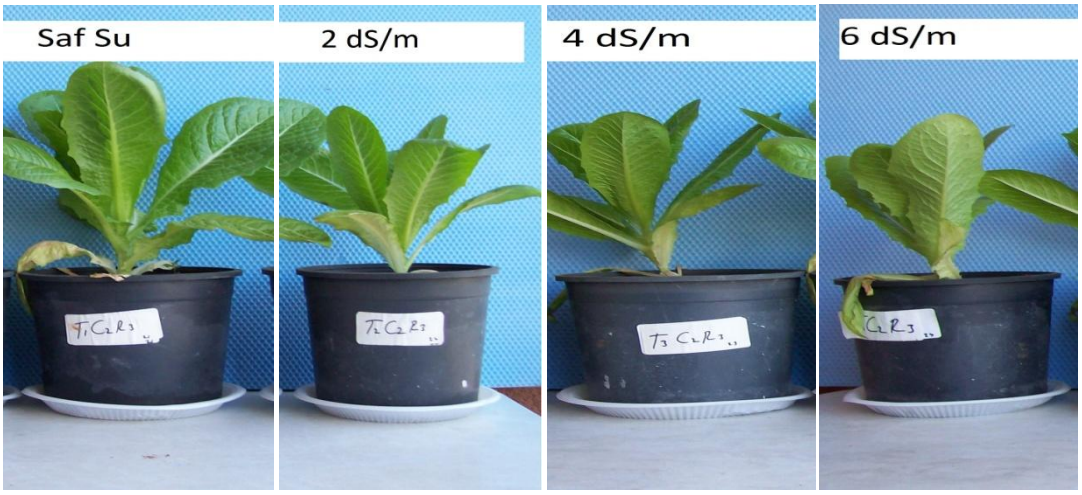
Deneme sonunda $CaSO_4$ tuz çeşidinde tuzluluk konularına ilişkin ortalama verim (bitki yaş ağırlık) değerleri Çizelge 4.9'de verilmiştir.

Çizelge 4.9. $CaSO_4$ tuzunda tuzluluk konularına ilişkin bitki yaş ağırlıkları

Konular	Bitki yaş ağırlığı (gr/saksı)			
	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama
T_1	67.84	56.60	62.69	62.38
T_2	34.57	33.90	29.20	32.56
T_3	32.68	28.90	25.00	28.86
T_4	29.74	23.97	24.82	26.18

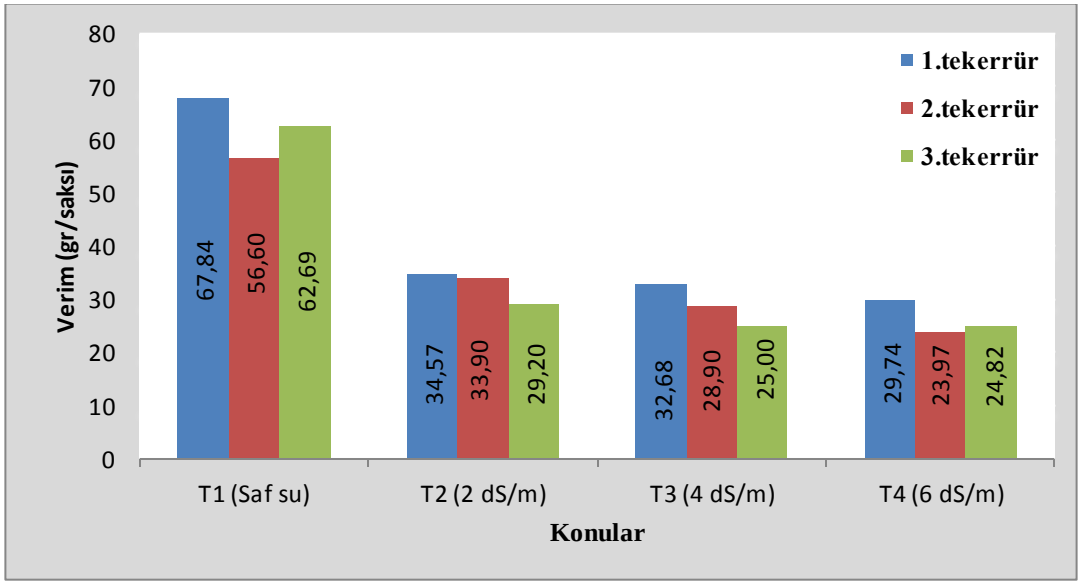
Konular arasında en yüksek ortalama verim T_1 (62.38 gr/saksı) konusunda elde edilmiş onu sırasıyla T_2 (32.56 gr/saksı), T_3 (28.86 gr/saksı) ve T_4 (26.18 gr/saksı) konuları izlemiştir.

Uygulanan konulara göre bitkilerde ortaya çıkan verim azalmasını gösteren morfolojik değişiklikler Şekil 4.8'da verilmiştir.



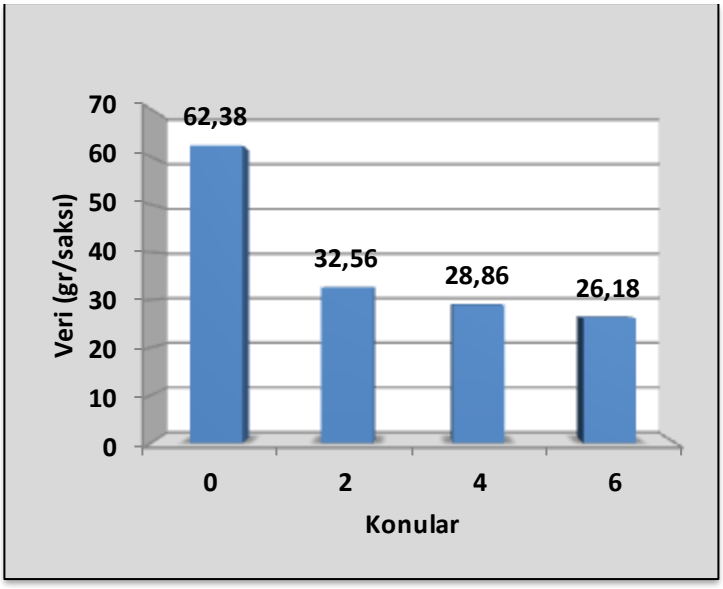
Şekil 4.8. $CaSO_4$ tuzluluk artışına karşılık bitkide görülen morfolojik değişiklikler

Her bir konudan elde edilen birim verim değerleri Şekil 4.9'da verilmiştir.



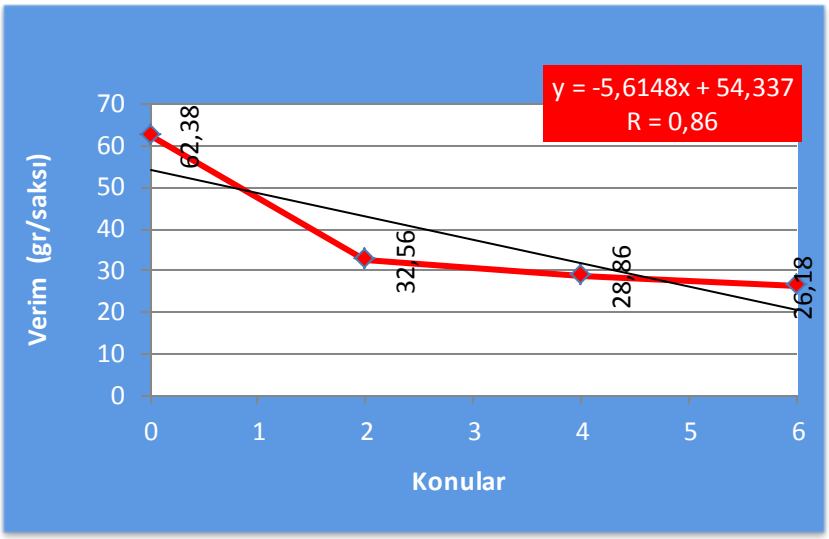
Şekil 4.9. Tuzluluk konularına ($CaSO_4$) göre marul yaş verim değerleri

Şekilde sulama suyu tuzluluğu artışı ile birlikte ortalama verimde azalma görülmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Tuzluluk konularına ($CaSO_4$) göre ortalama marul verim değerleri

Sulama suyu tuzluluğu verim arasında önemli bir ilişki söz konusudur. Korelasyon katsayısı R= 0.86 olarak bulunmuştur (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Sulama suyu tuzluluğu verim arası ilişki ($CaSO_4$)

Hiç tuz uygulanmayan T_1 konusuna ait ortalama verim değerleri baz alınarak hesaplanan oransal verim değerleri Çizelge 4.10'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Oransal verim değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar

Konular	Oransal değer (%)	Oransal farklar
T_1	100.00	0.00
T_2	52.20	47.80
T_3	46.26	53.74
T_4	41.97	58.03

Çizelge 4.10 incelendiğinde T_2 konusundaki yani 2 dS/m tuz uygulanan konudaki verim değeri şahit konusunda elde edilen verime göre yaklaşık % 48'lik bir azalış göstermiştir (Şekil 4.9). Bu durum uygulanan sulama suyu tuz düzeyinin marulun tuz eşik değeri olan 0.9 dS/m tuz seviyesinin iki katı olması nedeniyle verimde şahit konunun yaklaşık yarısı kadar verim azalması söz konusu olmuştur. Tuz düzeyleri 4 dS/m ve 6 dS/m ye çıktığında verim azalma değerleri sırasıyla yaklaşık %54 ve %58 düzeylere ulaşmıştır.

Deneme konularından elde edilen ortalama $CaSO_4$ tuz çeşidi bitki yaş ağırlık değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, konular arasında 0.05 düzeyinde istatistiksel fark belirlenmiştir (Yurtsever, 1984). Varyans analiz tablosu Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. $CaSO_4$ tuz çeşidinde tuzluluk konularına göre ortalama bitki yaş ağırlıkları varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynakları	**SD**	**K.T**	**K.O**	**F**	**Tablodan F**	
					0.05	0.01
Konular	3	2538.46	846.15	439.65	4.07	7.59
Hata	8	46.19	5.77			
Genel	11	2667.80				

* % 5 önemlilik düzeyini göstermektedir.

Yapılan Tukey testinde T_1, T_2, T_3 ve T_4 konuları arasında sınıf farkı çıkmış ve hepsi farklı grupta yer almıştır. Tukey testine ilişkin yapılan sınıflama Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Tuzluluk konularına göre ortalama verim ve Tukey sınıfları

Konular	Verim (gr/saksı)	Tukey Sınıfları
T_1	62.38	A
T_2	32.56	B
T_3	28.86	BC
T_4	26.18	C

Tukey sınıflamasına göre; hiç tuz bulunmayan konu 1. sınıfı oluştururken T_2 konusu ikinci, T_3 konusu 3. ve T_4 konusuda 4. sınıfı oluşturmuştur. T_1, T_2 ile T_4 konuları arasında belirgin bir sınıf farkı söz konusu iken T_3 konusu ise T_2 konusunun alt sınıfını oluşturmuştur.

4.1.4. $CaSO_4$ içeren sulama suyu tuzluluğu bitki kuru ağırlığı ilişkisi

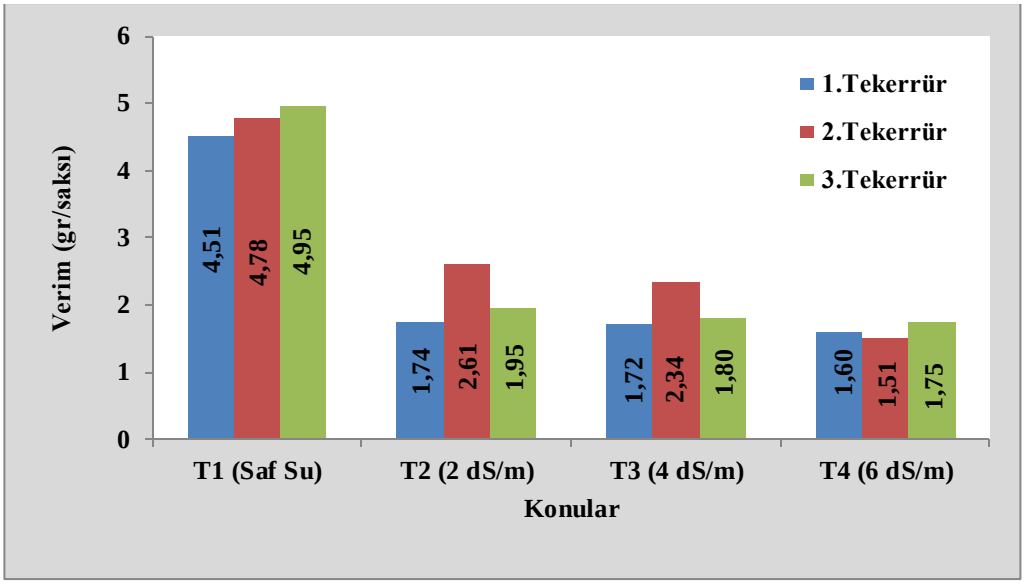
Deneme sonunda $CaSO_4$ tuz çeşidinde tuzluluk konularına ilişkin ortalama verim (bitki kuru ağırlık) değerleri Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. $CaSO_4$ tuz çeşidinde tuzluluk konularına ilişkin bitki kuru ağırlıkları

Konular	Bitki kuru ağırlığı (gr/saksı)			
	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama
T_1	4.51	4.78	4.95	4.75
T_2	1.74	2.61	1.95	2.10
T_3	1.72	2.34	1.80	1.95
T_4	1.60	1.51	1.75	1.62

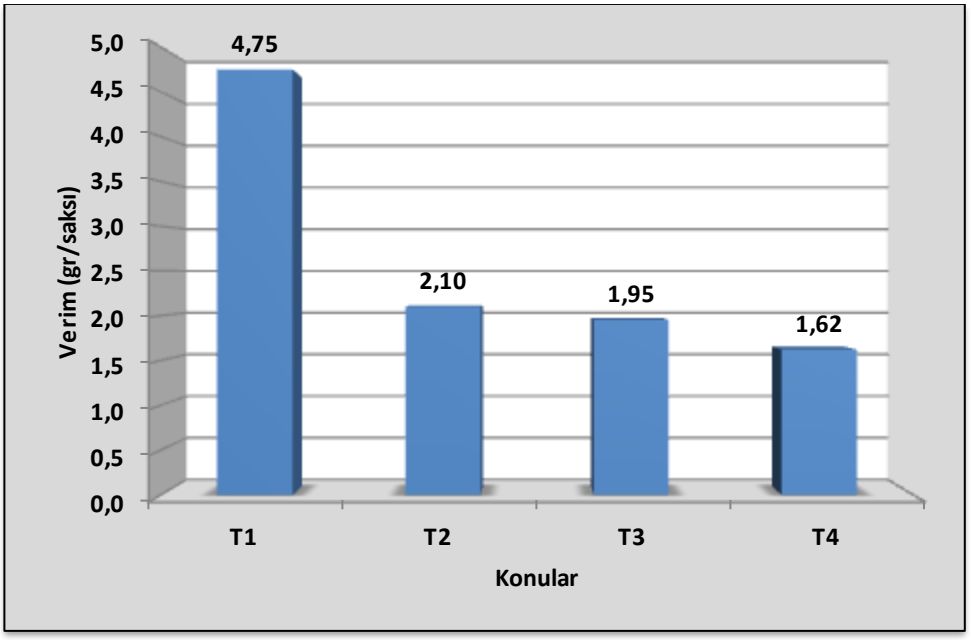
Konular arasında en yüksek ortalama verim T_1 (4.75 gr/saksı) konusunda elde edilmiş, onu sırasıyla T_2 (2.10 gr/saksı), T_3 (1.95 gr/saksı) ve T_4 (1.62 gr/saksı) konuları izlemiştir.

Her bir konudan elde edilen birim verim değerleri Şekil 4.12'de verilmiştir.



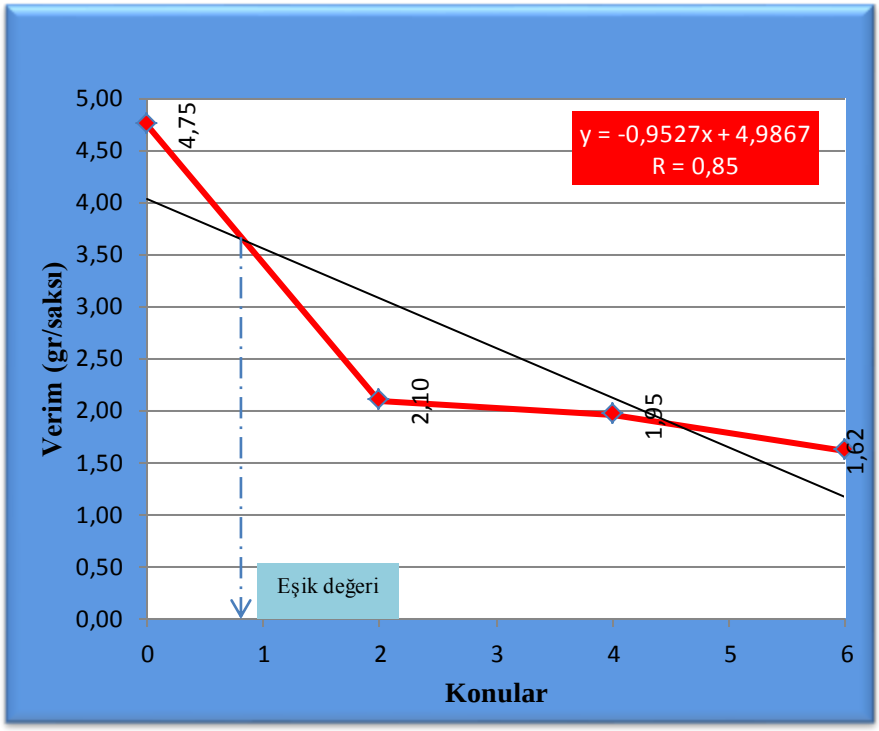
Şekil 4.12. Tuzluluk konularına ($CaSO_4$) göre bitki kuru ağırlık değerleri

Şekilde sulama suyu tuzluluğu artışı ile birlikte ortalama kuru ağırlıkta azalma görülmektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Tuzluluk konularına ($CaSO_4$) göre ortalama marul kuru verim değerleri

Sulama suyu tuzluluğu bitki kuru ağırlık arasında önemli bir ilişki söz konusudur. Korelasyon katsayısı R=0.85 olarak bulunmuştur (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Sulama suyu bitki kuru ağırlık arasındaki ilişki ($CaSO_4$)

Hiç tuz uygulanmayan T_1 konusuna ait ortalama verim değerleri baz alınarak hesaplanan oransal bitki kuru ağırlık değerleri Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Oransal bitki kuru ağırlık değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar

Konular	Oransal değer (%)	Oransal farklar
T_1	100.00	0.00
T_2	44.21	55.79
T_3	41.05	58.95
T_4	34.11	65.89

Çizelge 4.14 incelendiğinde T_2 konusundaki yani 2 dS/m tuz uygulanan konudaki verim değeri şahit konusunda elde edilen verime göre yaklaşık % 56'lık bir azalış göstermiştir (Şekil 4.12). Bu durum uygulanan sulama suyu tuz düzeyinin marulun tuz eşik değeri olan 0.9 dS/m tuz seviyesinin iki katı olması nedeniyle verimde şahit konusunun yaklaşık yarısı kadar verim azalması söz konusu olmuştur. Tuz düzeyleri 4 dS/m ve 6 dS/m ye çıktığında verim azalma değerleri sırasıyla yaklaşık % 59 ve %66 düzeylerine ulaşmıştır.

Deneme konularından elde edilen ortalama $CaSO_4$ tuz çeşidi bitki kuru ağırlık değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, konular arasında 0.05 düzeyinde istatistiksel fark belirlenmiştir (Yurtsever, 1984). Varyans analiz tablosu Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. $CaSO_4$ tuz çeşidinde tuzluluk konularına göre ortalama bitki kuru ağırlıkları varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T	K.O	F	Tablodan F	
					0.05	0.01
Konular	3	18.71	6.24	357.59	4.07	7.59
Hata	8	0.42	0.05			
Genel	11	19.48				

* % 5 önemlilik düzeyini göstermektedir.

Yapılan Tukey testinde T_1, T_2, T_3 ve T_4 konuları arasında sınıf farkı çıkmış ve hepsi farklı grupta yer almıştır. Tukey testine ilişkin yapılan sınıflama Çizelge 4.16'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Tuzluluk konularına göre ortalama bitki kuru ağırlık ve Tukey sınıfları

Konular	Verim (gr/saksı)	Tukey Sınıfları
T_1	4.75	A
T_2	2.10	B
T_3	1.95	BC
T_4	1.62	C

Tukey sınıflamasına göre; hiç tuz bulunmayan konu 1. sınıfı oluştururken T_2 konusu ikinci, T_3 konusu 3. ve T_4 konusuda 4. sınıfı oluşturmuştur. T_1, T_2 ile T_4 konuları arasında belirgin bir sınıf farkı söz konusu iken T_3 konusu ise T_2 konusunun alt sınıfını oluşturmuştur. Bunun anlamı, T_2 ve T_3 konularına ait ortalamalar arasında fark olmamasına karşılık diğer ortalamalar arasında % 5 önemlilik seviyesinde farklar vardır.

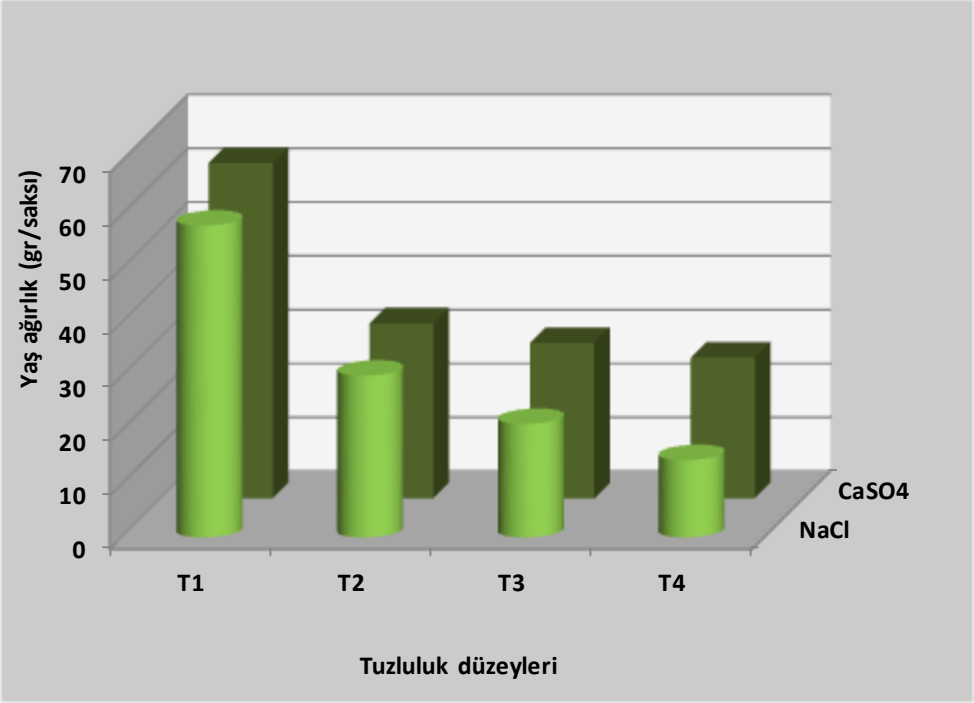
4.2. Farklı Erirlikteki Tuzların Marul Verimi Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

Yapılan çalışma ile aynı tuzluluk düzeyine sahip sulama sularının NaCl gibi yüksek çözünürlük ve $CaSO_4$ gibi düşük çözünürlük özelliğine sahip tuzları içermesi durumunda marul veriminde ortaya çıkabilecek farklılıklar incelenmiştir (Çizelge 4.17).

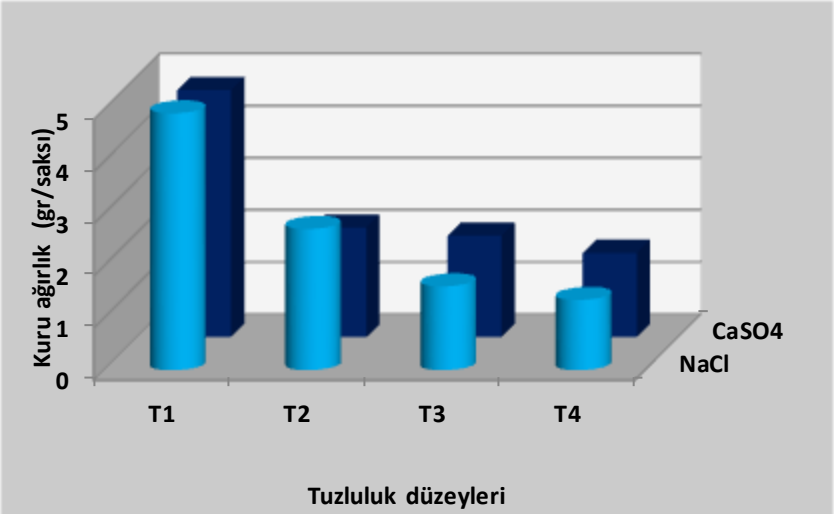
Çizelge 4.17. Farklı erirlikteki tuzların marul verimine etkisinin değerlendirilmesi

Tuz cinsi	Tuz düzeyi	Bitki yaş ağırlığı (gr/saksı)	Bitki kuru ağırlığı (gr/saksı)
NaCl	**T_1**	57.96	4.93
	T_2	30.07	2.71
	T_3	21.10	1.61
	T_4	14.39	1.35
$CaSO_4$	**T_1**	62.37	4.74
	T_2	32.55	2.10
	T_3	28.86	1.95
	T_4	26.17	1.62

Yaş ve kuru ağırlık cinsinden elde edilen ortalama verim değerlerinin grafiksel karşılaştırılması Şekil 4.15 ve 4.16'de verilmiştir. Grafik incelendiğinde $CaSO_4$ tuz içeriği yüksek olan sulama suları ile sulanan marulun yaş ve kuru ağırlık değerlerinin NaCl içeren sulama suları ile sulanan değerlerden daha yüksek olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.15. Farklı erirlikteki tuzların marul ortalama yaş ağırlık değerleri



Şekil 4.16. Farklı erirlikteki tuzların marul ortalama kuru ağırlık değerleri

Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada bitki kuru ağırlığı ve bitki yaş ağırlığı bakımından elde edilen veriler varyans analizi tekniğinin ön şartlarından olan varyansların homojenliği testi ve normal dağılımın ön şartlarından olan sırasıyla Levene ve Kolmogorov-Smirnov testleri uygulanmıştır. Ön şartlar sağlanmadığı için her çeşitte tuz düzeyleri karşılaştırılırken Kruskal-Wallis testi uygulanmış ayrıca tuz düzeyleri

arasındaki farklılıkların belirlenmesinde çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Bonferroni-Dunn testi uygulanmıştır. Her bir tuz düzeyinde çeşitlerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Bitki yaş ve kuru ağırlıklarının ortalama sapma ve standart hata değerleri çizelge 4.18 ve 4.19' da verilmiştir.

Çizelge 4.18. Bitki yaş ağırlığı ortalama sapma ve standart hata değerleri

Tuz çeşidi	Tuz düzeyi	Bitki yaş ağırlığı (gr/saksı)				
		Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart hata	Standart sapma
NaCl	1	53.21	64.94	57.96	3.56293	6.17118
	2	25.64	38.23	30.07	4.08348	7.07280
	3	18.50	23.89	21.10	1.55886	2.70002
	4	11.01	20.05	14.39	2.84643	4.93016
$CaSO_4$	1	56.60	67.84	62.37	3.24849	5.62655
	2	29.20	34.57	32.55	1.68944	2.92620
	3	25.00	32.68	28.86	2.21712	3.84016
	4	23.97	29.74	26.17	1.79848	3.11507

Çizelge 4.19. Bitki kuru ağırlığı ortalama sapma ve standart hata değerleri

Tuz çeşidi	Tuz düzeyi	Bitki kuru ağırlığı (gr/saksı)				
		Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart hata	Ortalama sapma
NaCl	1	4.14	5.97	4.93	0.54210	0.93895
	2	1.95	4.06	2.71	0.67534	1.16972
	3	1.16	2.22	1.61	0.31545	0.54638
	4	0.98	1.97	1.35	0.31061	0.53799
$CaSO_4$	1	4.51	4.95	4.74	0.12811	0.22189
	2	1.74	2.61	2.10	0.26211	0.45398
	3	1.72	2.34	1.95	0.19471	0.33724
	4	1.51	1.75	1.62	0.07000	0.12124

Elde edilen sonuçlara göre yapılan değerlendirmede; bitki kuru ağırlığı bakımından elde edilen verilere yapılan Kruskal-Wallis testi sonucunda NaCl tuz çeşidinde tuz düzeylerinin sıra ortalamaları arasında farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir. Bonferroni-Dunn testi sonuçları sıra ortalamaları üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. NaCl uygulanan konuda tuz düzeyleri ile bitki kuru ağırlıkları arasındaki karşılaştırma

Tuz düzeyi	Ortalama bitki kuru ağırlığı (gr/saksı)	Sıra ortalaması
T_1	4.93	11.00 **a**
T_2	2.71	7.00 **b**
T_3	1.61	5.00 **bc**
T_4	1.35	3.00 **c**

Aynı şekilde bitki kuru ağırlığı bakımından elde edilen verilere yapılan Kruskal-Wallis testi sonucunda $CaSO_4$ tuz çeşidinde tuz düzeylerinin sıra ortalamaları arasında farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir. Bonferroni-Dunn testi sonuçları sıra ortalamaları üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. $CaSO_4$ uygulanan konuda tuz düzeyleri ile bitki kuru ağırlıkları arasındaki karşılaştırma

Tuz düzeyi	Ortalama bitki kuru ağırlığı (gr/saksı)	Sıra ortalaması
T_1	4.75	11.00 **a**
T_2	2.10	8.00 **b**
T_3	1.95	4.67 **c**
T_4	1.62	2.33 **d**

Her iki tuz çeşidi için tuz düzeylerinin ayrı ayrı değerlendirmesinin yapılması durumunda; tuz çeşidi 1 de hem bitki kuru ağırlığı hem de bitki yaş ağırlığı bakımından elde edilen verilere yapılan Mann-Whitney testi sonucunda tuz çeşitlerinin sıra ortalamaları arasındaki farkların önemli olmadığı bulunmuştur. Aynı şekilde yine tuz çeşidi 2 için hem bitki kuru ağırlığı hem de bitki yaş ağırlığı bakımından elde edilen verilere yapılan Mann-Whitney testi sonucunda tuz çeşitlerinin sıra ortalamaları arasındaki farkların da önemli olmadığı görülmüştür.

Tuzlu koşullar, bitkinin gelişmesinin ve veriminin azalmasına neden olan birçok fizyolojik süreci olumsuz yönde etkiler (Flowers vd., 1977; Satti ve Ahmad 1992; Satti vd., 1993). Bu olumsuz etkiler Na/K oranının yüksek olmasından dolayı K' un alınamayıp Na' un aşırı alımı (Kuiper, 1984), tuzluluk nedeni ile

oluşan su stresi (Walker vd., 1983; Behboudian vd., 1986; Lloyd vd., 1987), iyon toksitesi (Walker vd., 1983), besin dengesizlikleri (Walker, 1986) veya bu olumsuz etkilerin herhangi bir kombinasyonu nedeni ile oluşabilir (Satti ve Lopez, 1994). Topraklarda bulunan fazla miktardaki değişebilir sodyumun ise su geçirgenliği ve havalanmanın azalması gibi sorunlara neden olduğu için bitkileri olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir (Yeşilsoy vd., 1992). Bu çalışmada elde edilen veriler yukarıda yazılı diğer çalışmalarla örtüşmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Su kaynaklarımızdaki tuz düzeyinin değişik nedenlerden dolayı sürekli olarak arttığı düşünülürse, optimum verimin sağlanmasında gelecekte daha düşük kaliteli sulama sularının kullanılması zorunlu hale gelmektedir. Ancak düşük kaliteli sulama sularının kullanılması bitki gelişimini ve verimini olumsuz yönde etkilemektedir.

Araştırma sonuçlarına göre, genel olarak sulama suyu tuzluluğunun artması marul (*Lactuca Sativa*) bitkisinin verimi azaltıcı etki yapmıştır. Tüm deneme konularında hasattan sonra ölçülen kuru madde miktarlarının uygulanan sulama suyundaki tuzluluk düzeyinin artması ile birlikte azaldığı saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; marul bitkisindeki verimler sulama suyu tuz içeriğine bağlı olarak NaCl için; 64.94 – 11.01 gr/saksı, $CaSO_4$ için; 67.84-23.97 gr/saksı arasında değişmiştir. En yüksek verim değeri sadece tuz düzeyi açısından ele alınırsa kontrol konusu olan T_1 (saf su) uygulamasından elde edilmiştir. Suda çözünürlüğü yüksek olan ve bitkiler tarafından daha hızlı bir şekilde alınabilen NaCl tuzu içeren sulama suyu tuzluluk düzeylerinde en yüksek verim T_2 (2 dS/m) en düşük verim değeri ise T_4(6 dS/m) konusunda elde edilmiştir. Bu durum tuzluluk konusu olarak ele alındığında; suda çözünürlüğü düşük olan $CaSO_4$ tuzu içinde aynı olmuştur. Her iki tuz çeşidi içinde sulama suyu tuzluluğu arttıkça marul bitkisi veriminde azalma olduğu belirlenmiştir. Marul bitkisindeki verimin azalmasıyla birlikte büyüme de azalma gözlenmiştir.

Ancak; tuzluluk düzeyleri aynı olsa bile çözünürlük düzeyi daha az olan tuza sahip sulama suyu, çözünürlük düzeyi daha yüksek olan tuz içeren sulama suyuna nazaran verimde daha az düşüşe neden olmaktadır. Konulara göre T_2 düzeyinde verimde oransal fark NaCl'de %48,12 iken, $CaSO_4$'da %47,80 olmuş, T_3 düzeyinde verimde oransal fark NaCl'de %63,86 iken, $CaSO_4$'da %53,74 olmuş, T_4 düzeyinde verimde oransal fark NaCl'de %75,17 iken, $CaSO_4$'da %58,03 olmuştur. $CaSO_4$ uygulanan sulama suyundaki tuzluluk düzeyinin artması ile birlikte verimde gerçekleşen azalma, NaCl uygulanan sulama

suyundaki tuzluluk düzeyinin artması ile birlikte verimde gerçekleşen azalmaya göre verime daha az olumsuz etki gösterdiği görülmüştür. Bu nedenle sadece tuz seviyesine göre değil içerdiği tuz cinsine göre de sulama sularının dikkate alınması gerekmektedir.

Küresel ısınma, iklim değişikliği, doğal kaynakların kirlenmesi, hızlı nüfus artışı gibi nedenlerle düşük kaliteli suların kullanımı kaçınılmaz olmaktadır. Marjinal suların sulamada kullanılması ile içme suyu kaynaklarının tarımda kullanımı azaltılmış olacaktır. Bu nedenle tuzlu suların tarımda kullanılması durumunda bitki gelişimi ve dolayısıyla verimi üzerine etkileri önem kazanmaktadır. Ülke ekonomisi açısından verimde ortaya çıkacak azalmayı en az düzeye indirecek bilimsel çalışmaların yapılması gereklilik arz etmektedir.

Bu çalışmada marul gibi tüketim düzeyi ve dolayısıyla ekonomik getirisi yüksek olan bir bitkinin verimi üzerine su kalitesi ve tuz içerik düzeylerinin etkisi incelenerek çiftçilere ve karar vericilere ışık tutulmaya çalışılmıştır. Çiftçi tuzlu suyu kullanmak zorundaysa içeriğinde NaCl bulunan suyu daha dikkatli kullanması gerektiği tespit edilmiştir. NaCl ve $CaSO_4$ içeren tuzlu sulama sularından, $CaSO_4$ içeren sulama suyunu tercih etmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

Al – Tahir, O.A., and Al-Abdulsalam, M.A., 1997. Growth of Faba Bean (*Vicia faba L.*) as Influenced by Irrigation Water Salinity and Time of Salinization, Agricultural Water Management 34:161-167.

Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı (BÜİVT), 2014a. Erişim Tarihi: 14.03.2014. http://www.tuik.gov. tr/Ust Menu.do? metod=temelist

Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı (BÜİVT), 2014b. Erişim Tarihi: 14.03.2014. http://tuikapp.tuik. gov.tr/ bitkiselapp/bitkisel.zul

Ashraf, M., and MnNeilly, T., 1990. Improvement of Salt Tolerance in Maize by Selection and Breeding. Plant Breeding, 104, 101-107.

Ashraf, M., and Q'leary, J.W., 1997. Ion Distribution in Leaves of Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Lines of Spring Wheat Under Salt Stress. Acta Bot. Neerl., 46(2), 207-217.

Ashraf, M., Arfan,M., and Ahmad, A., 2003. Salt Tolerance in Okra: Ion Relations and Gas Exchanges Charecteristics. Journal of Plant Nutrition, 26 (1):63-79.

Aybak, H.Ç., (2002). Salata ve Marul Yetiştiriciliği, Hasad Yayınları, Altan matbaası, 96 s.

Ayers, R.S., and Westcot, D.W., 1976. Water Quality for Agriculture. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 29, 31-33, Rome.

Ayyıldız, M., 1990.Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 879, 282s, Ankara.

Bayraklı, F., 1998. Toprak Kimyası. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 214s, 1. Baskı, Samsun.

Bayraktar, K., 1981. Sebze Yetiştirme. II, (Kültür Sebzeleri). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:169. BORNOVA-İzmir.

Behboudian, M.H., Torokfalvy, E., and Walker, R.R, 1986. Effects of Salinity on Ionic Content, Water Relations and Gas Exchange Parameters in Some Citrus Scion-Rootstock Combinations. Sci Hortic. 28, 105-116.

Bower, C., Reitmeir, R.F., and Fireman, M., 1952. Exchangeable Cation Analysis of Saline and Alkali Soils. Soil Sci. 73, 251-261.

Bresler, E., and Charter, D.L., 1982. Saline and Sodic Soils Springer Verlag. Principles Dynamics-Modelling. Berlin Heidelberg, 227. New York.

Carvajal, M., Del Amor, F., Fernandez, G., Martinez,V., and Cerda, A., 1998. Time Course of Solute Accumulation and Water Relations in Muskmelon Plants Exposed to Salt During Different Growth Stages. Available Plant Science, 138(10), 103-112.

Cayuela, E., Alfocea, P.F., Caro, M., and Bolarin, M.C., 1996. Priming of Seeds With NaCl Induces Physiological Changes in Tomato Plants Grown Under Salt Stres. Physiol Plantarum, 96(2), 231-236.

Chan, K.Y., Davey, B.G., and Geering, H.R., 1979. Adsorption of Sodium and Calcium by a Soil with Variable Change. Soil Sci. Soc. Am.J 43, 301-304.

Chartzoulakis, K., and Klapaki, G., 2000. Response of Two Greenhouse Peeper Hybrids to NaCl Salinity During Different Growth Stages. Scientia Horticulture, 86, 247-260.

Clark, D.R., Green, J.C., and Gordon, J.A., 2000. Laboratory Exercises to Demonstrate Effects of Salts on Plants and Soils. J. Nat. Resour. Life Sci. Educ. 29, 41-45.

Cusido, R.M., Palazon, J., Altobella, T., and Morales, C., 1987. Effect of Salinity on Soluble Protein, Free Amino Acids and Nicotine Contents in *Nicotiona rustica L.* Plant Soil, 102, 55-60.

Çiçek, N., and Çakırlar, H., 2002. The Effect of Salinity on Some Physiol. Parameters in Two Maize Cult.. Bulg. J. Plant Physiol., 28 (1-2):66-74.

Çivit, B., 2010. Bazı Doğal Maddelerin (gidya, zeolit ve leonardit) Marulda (*lactuca sativa* l. Var. *Longifolia*) Verim ve Büyüme Üzerine Etkisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 38s, Kahramanmaraş.

Çizikci, S., 1997. Değişik Tuzluluk, SAR ve Ca:Mg Oranlarına Sahip Sulama Sularının Ispanağın Çimlenme ve Verimine Olan Etkileri. KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı. APK Daire Başkanlığı. Toprak ve Su Kaynakları Şube Müd. Yayınları. No: 106, 205-219s, Ankara.

Dadkhah, A., 2011. Effect of Salinity on Growth and Leaf Photosynthesis of Two Sugar Beet (*Beta vulgaris L.*) Cultivars. Journal Agr. Sci. Tech. 13, 1001-1012.

Demiralay, 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:143, 32s, Erzurum.

Elkhatib, H.A., Elkhatib, E.A., Khalaf-Allah, A.M., and El-Sharkawiy, A.M.,2004. Salt Tolerance of Four Potato Cultivars. Journal of Plant Nutrition, 27(9), 1575-1583.

Estan, M. T., Martinez-Rodriguez, M.M., Perez-Alfocea, F., Flowers, T.J., and Bolarin, M. C., 2004. Grafting Raises the Salt Tolerance of Tomato through Limiting the Transport of Sodium and Chloride to the Shoot. Journal of Experimental Botany. 56(412), 703-712.

FAO, 1976. Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Paper, No: 29, Rome.

FAO, 2007. Water Scarcity, International Decade for Action "Water for Life" 2005-2015. Erişim Tarihi: 03.08.2015. http://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml

Flowers, T.J., Troke, P.F.,and Yeo, A.R., 1977. The Mechanisms of Salt Tolerance in Halophytes. Annu. Ref. Plant Physiol. 28, 89-121.

Frenkel, H., 1984. Reasessment of Water Quality Criteria for Irrigation, Soil Salinity Under Irrigation, Springer Verlag, 143-172.

Garca-Sanchez, F., Carvajal, M., Porras, I., Bota, P., and Matnez, V., 2003. Effects of Salinity and Rate of Irrigation on Yield, Fruit Quality and Mineral Composition of "Firo 49'' Lemon. Europen Jour. of Agronomy, 19 (3), 427-437.

Günay, A.,1993. Özel Sebze Yetiştiriciliği. V, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara.

Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A. 2010. Bitki besleme ve gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları, yayın no: 1581, Ders kitabı:533. ISBN:978-975-482-878-8, Ankara.

Güngör, Y., ve Yurtseven, E., 1991. Değişik TuzlulukDüzeylerinde Sulama Sularının Soya Fasulyesi Verimine Etkisi. Doğa. Tr.J. of Agriculture and Forestry. 15, 80-88.

Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., and Handa, A.K., 1986. Cellular Mechanism of Salinity Tolerance. Hort.Sci.,21,1317-1324.

Hebbara, M., Rajakumar, G.R., and Ravishankar, G., 2003. Effect of Salinity Stress on Seed Yield Through Physiological Parameters in Sunflower Genotypes. Helia, 26(39),155-160.

James, D.W.,Hanks, R.J., and Jurınak, J.J., 1982. Modern Irrigated Soils. John Wiley and Sons Ney York, 235.

Jamil, M., Lee, C.C., Rehman, S.R., Lee, D.B., Ashraf, M., and Eui, S.R., 2005. Salinity (NaCl) Tolerance of *Brassic Species* at Germination and Early Seedling Growth. Electron. J. Environ. Agric. Food Chem. 4(4), 970-976.

Jones, J.R., Pike, L.M., and Yourman, L.F., 1989. Salinity Influences Cucumber Growth and Yield. J. Am. Soc. Hort. Sci., 114, 547-551.

Kachhout, S.S., Ben Mansoura, A., Jaffel, K., Leclerc, J.C., Rejeb, M.N., and Oureght, Z., 2009. The Effect of Salinity on the Growth of the *Halophyte Atriplex Hortensis* (*Chenopodiaceae*). Applied Ecology and Enviromental Research. 7(4), 319-332.

Kadayıfçı, A., Tüylü, G.İ. ve Uçar, Y., 2004. Sulama Suyu Tuzluluğunun Soğan Bitkisinin Yumru Verimi, Bitki Su Tüketimine ve Toprak Profili Üzerine Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, (10-1), 45-49.

Kanber, R., Kırda, C. ve Tekinel, O., 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayınları No: 21, Ders Kitapları Yayınları, 6, 314(85) Adana.

Katembe, W.J., Ungar, I.A., and Mitchell, J.P., 1998. Effect of Salinity on Germination and Seedling Growth of Two Atriplex Species (*Chenopodiaceae*). Ann of Botany 82, 167-175.

Katerji, N., Hoorn, J.W., Hamdy, A., Bouzid, N., El-Sayed-Mahrous, S., Mastrorilli, M., Van-Hoorn, J.W., ve Mahrous, S.E.S., 1992. Su Stresinde Yetişmede ve Broadbeansde Tuzluluk Problemi. Zirai Su Yönetimi,107-117, France.

Katerji, N., Van Hoorn, J.V., Hamdy, A., Karam, F., and Mastrorilli, M., 1994. Effect of Salinity on Emergence and on Water Stress and Early Seedling Growth of Sunflower and Maize. Agriculturaal Water Management,26,81-91.

Katerji, N., Hoorn, J.W., Hamdy, A., and Mastrorillid, M., 1997. Response of Tomatoes, A Crop of Indeterminate Growth to Soil Salinity. Agricultural Water Management, 62, 37-66.

Katerji, N., Van Hoorn, J.W., Hamdy, A., Mastrorilli, A., and Karam, F., 1998. Salinity and Drought, a Comparison of their Effects on the Relationship Between Yield and Evapotranspiration. Agricultural Water Management, 36, 45-54.

Khan, M.A., and Ungar, I.A., 1984. The Effect of Salinity and Temperature on Germination of Polymorphic Seeds and Growth of Artiplex Triangularis. Am. J. Of Botany 71, 481-489.

Kotuby, J., Koening, R., and Kitchen, B., 1997. Salinity and Plant Tolerance. Utah State University Extension. A.G-SO-03:8.

Kuiper, P.J.C., 1984. Functioning of Plant Cell Membranes under Saline Conditions: Membrane Lipid Composition and Atpases. Salinity Tolerance in Plants, pp. 77-91.

Lacerda, C.F., Cambraria, J., Oliva, M.A., Ruız, H.A., and Prisco, J.T., 2003. Solute Accumulation and Distribution During Shoot and Leaf Development in Two Sorghum Genotypes Under Salt Stress. Environmental and Experimental Botany, 49, 107-120.

Lloyd, A. , Kriedemann, P. E., and Syvertsen, J. P., 1987. Sgas exchange, water relations and ion concentrations of leaves on salt-stressed,Valencia' orange (Citrus sinensis L.) Osbeck. Aust. J. Plant Physol. 14, 387-396.

Malkoç, M., ve Aydın, A., 2003. Marul (*Zea Mays L.*) ve Fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*)'nin Gelişmi ve Bitki Besin Maddeleri İçeriğine Farklı Tuz Uygulamalarının Etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(3), 211-216.

Maricle, B.R., and Lee, R.W., 2006. Effects of Enviromental Salinity on Carbon Isotope Discrimination and Stomatal Conductance in *Spartina Grasses*. Marine Ecology Progress Series, 313, 305-310.

Mass, E.V., and Grieve, C.M., 1990. Spike and Leaf Development in Salt StressedBarley. Crop Physiology, 018, 003478.

Matsubara, S., and Tasaka, Y., 1988. Studies on the Salt Tolerance of Vegetables. Scientific Reports of Faculty of Agriculture Okayama University, 72(9), 18-11 ref., 3pl.

Meiri, A., and Plaut, Z., 1985. Crop Production and Mangement under Saline Conditions. Plant and Soil 89, 253-271.

Mishra, S.K., Subrahmanyam, D., and Singhal, G.S., 1991. Interrelationship between Salt and Light Stress on Primary Processes of Photosynthesis. J.Plant Physiol., 138, 92-96.

Miyamoto, S., Piela, K., and Petticrew, J., 1985. Salt Effects on Germination and Seedling Emergence of Several Vegetables Crops and Guayule. Irrig. Sci. 6(3), 215-221.

Muscolo, A., Panuccio, M.R., and Sidari, M., 2003. Effects of Salinity on Growth, CarbonhydrateMetabolism and Nutritive Properties of Kikuyu Grass (Pennisetum clandestinum Hochst), Plant Science, 164, 1103-1110.

Nerson, H.,and Paris, H.S., 1984. Effects of Salinity on Germination, Seedling Growth and Yield of Melons. Irrig. Sci. 5(4), 265-273.

Neumann, P.M., Volkenburgh, E.V., and Cleland, R.E., 1988. Salinity Sterss Inhibits Bean Leaf Expasion by Reducing Turgor, Not Wall Extensibility. Plant Physiol, 88(1):233-237.

Öztürk, A., 2002. Farklı Gelişme Dönemlerinde Uygulanan Tuzlu ve Normal Suların Patlıcan (*Solanum melogena I.*) Bitkisinin Bazı Özelliklerine ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16(30):14. Konya.

Parida, A.K., and Das, A.B., 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: A Rev. Ecotoxicol. Environ. Safety, 60, 324-349.

Pasternek, D., De Malach, Y., and Borovic, I., 1986. Irrigation with Brackish Water Under Desert Conditions VII. Effect of Time of Application of Brackish Water on Production of Prosessing Tomatoes. Agricultural Water Management, 12 (1-2), 149-158.

Pessarakli, M., Marcum, K.B., and Kopec, D.M., 2001. Growth Response of Desert Saltgrass Under Salt Stres, Turfgrass Landscape and Urban IPM Research Summary, Cooperative Extension, Agricultural Experiment Station, The University of Arizona, Tuscon AZ1246 series, 70-73.

Rahnama, A., Poustini, K., Tavakkol-Afshari, R., and Tavakoli, A., 2010. Growth and Stomatal Responses of Bread Wheat Genotypes in Tolerance to Salt Stress. International Journal of Biological and Life Sciences. 6(4), 216-220.

Reina- Sanchez, A., Romero- Aranda, R., and Cuartero, J., 2005. Plant Water Uptake and Water Use Efficiency of Greenhouse Tomato Cultivars Irrigated with Saline Water. Agricultural Water Management 78:54-66.

Richards, S.D., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, USDA, Handbook 60, 22-26.

Rodriguez, P., Torrecillas, A., Morales, M.A., Ortuno, M.F., and Sanchez-Blanco, M.J., 2005. Effects of NaCl Salinity and Water Stress on Growth and Leaf Water Relations of Asteriscus Maritumus Plants, Enviromental and Experimental Botany, 53(2), 113-123.

Ryder E.J., 1979. Leafy Salad Vegetables. The AVI Publishing Company, Inc. ABD. Siomos A.S., Beis G., Papadopoulou P.P. ve Barbayiannis N., 2001. Quality Composition of Lettuce (cv. 'Plenty') Growing in Soil and Soilless Culture. Acta Hort (ISHS), 548, 445 -450.

Satti, S.M.E. and Ahmad, R., 1992. Salinity Tolerance in Tomato. Pak.J Bot. 24, 35-39. 47

Satti, S.M., Lopez, M., and Al-Said, F.A., 1993. Salinity Induced Changesin Vegetative and Reproductive Growth in Tomatoes. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 25, 5-16.

Satti, S.M.E., and. Lopez, M., 1994. Effect of Increasing Potassium Levels for Alleviating Sodium Chloride Stress on The Growth and Yield of Tomato. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 25 (15&16), 2807- 2823.

Satti, S.M.E., Ibrahim, A.A., and Al-Kindi, S.M., 1994. Enhancement of Salinity Tolerance in Tomato: Implications of Potassium and Calcium in Flowering and the Yield. Commun. Soil Sci. Plant Anal.25 (15-16), 2825-2840.

Sevgican, A., Tüzel, Y., Gül, A., ve Eltez, R.Z., (2002). Türkiye'de Örtüaltı Yetiştiriciliği, http://www.tmmobz.org.tr (erişim tarihi, 06.01.2010).

Sharma, S.K., 1990. Effect of Salinity on Internal Distrubition of Na, K and Cl and the Mechanism of Salt Injury in Chicpea. Plant Physiol and Biochemistry, 17(1): 41-47.

Sharma, S.K., 1991. Gelişmede İyonik Dolaşımın Rolü ve *Vicia faba L.*'ye Tuz Toleransı.Bitki-Psikoloji ve Biokimya,75-79, Yeni Delhi.

Shiyab, S.M., Shibli, R.A., and Mohammad, M.M., 2003. Influence of Sodium Chloride Salt Stress on Growth and Nutrient Acquisition of Sour Orange in Vitro, Journal of Plant Nutrition, 26(5), 985-996.

Sing, R.B., and Narain, P., 1980. Effect of the Salinity of Irrigation Water on Wheat Yield and Soil Properties. Indian Journal of Agricultural Sciencies, 50, 422-42.

Steppuhn, H., Volkmar, K.M., and Miller, P.R., 2001. Comparing Canola.Field Pea, Dry Bean and Durum Wheat Crops Grown in Saline Media. Crop Science, 41, 1827–1833.

Şener, S., 1993. Ege Bölgesi'nde Lizimetre Koşullarında Değişik Kalitedeki Sulama Sularının Pamuk Verimine ve Toprak Tuz Dengesine Etkileri. Köy Hizmetleri Gn. Md. Menemen Araştırma Enst. Md. Yay. No:192/126, Menemen.

Tekeli, G., 2013.Marulda Farklı Kalitedeki Sulama Sularının Karbon ($^{13}C/^{12}C$) İzotopik Değişimine ve Stoma İletkenliğine Olan Etkilerinin Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 96s, Isparta.

Tekin, F., ve Bozcuk, S., 1998. *Helianthus annuus L.* var. Santafe (Ayçiçeği) Tohumlarının Çimlenmesi ve Erken Büyüme Üzerine Tuz ve Dışsal Tuz Stresinin Etkileri, Tr. J. Biology, 22, 331-340.

Turan, M.A., Turkmen, N., and Taban, N., 2007. Effect of NaCl on Stomatal Resistance and Proline, Chlorophyll, Na, Cl and K Concentrations of Lentil Plants. Journal of Agronomy. 6(2), 378-381.

Turan, M.A., Avad Elkarim, A.H., Taban, N., and Taban, S., 2009. Effect of Salt Stress on Growth, Stomatal Resistance, Proline and Chlorophyll Concentration on Maize Plant. African Journal of Agricultural Research. 4(9), 893-897.

Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayını. 11-12s.

Ungar, I.A., 1982. Germination ecology of Halophytes. In: Sen DN, Rajpurohit KS, ds. Contributions to the Ecology of Halophytes. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 143-154.

Ülgen, N., ve Ateşalp, M., 1972. Toprakta Organik Madde Tayini. Köyişleri Bakanlığı. Toprak su Genel Müd. Toprak ve Gübre Araştırma Enst. Yayını Yayın No: 21, 21-23.

Ünlükara, A., B. Cemek, S. Karaman and S. Erşahin, 2008. Response of lettuce *(Lactuca sativa* var. *crispa*) to salinity of irrigation water. New Zealand J. Crop Hort. Sci., 36: 265–273.

Van Hoorn, J.W., and Van Aart, R., 1980. The Use of Saline Water for Irrigation, Land Reclamation and Water Management, 148, ILRI.

Van Hoorn, J.W., and Van Alpen, J.G., 1990. Salinity Control, Salt Balance and Leaching Requirements of Irrigated Soils. 29th Int. Course on Land Drainage, Lecture Notes, 165-180,Wageningen.

Walker, R. R., Torokflavy, E.,Grieve, A. M, And Prior, L.D., 1983. Water Relations And Ion Concentration of Leaves on Salt Stressed Citrus Plants. Aust J Plant Physiol. 10, 265-277.

Walker, R.R., 1986. Sodium Exclusion and Potassium-Sodium Selectivity in Salt Stressed Trifoliate Orange and Cleopatra Mandarin. Aust J Plant Physion, 13, 293-303.

Yadav, H.D., Yadav, O.P., Dhankar, O.P., and Oswal, M.C., 1989. Effect of Ckoride Salinity and Goron on Germination. Growth and Mineral Composition of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Annals of Arid Zone, 28(1-2), 63-67.

Yeşilsoy, M.Ş., Derici M.R., Aydın M., Kanber R., Tuli A., Ağca N., Bilgehan G., Erşahin S., Taysun A., Dağdeviren İ., 1992. Harran Ovasında Önemli ve Yaygın Toprak Serilerinin Sulama Başlamadan Önceki Strüktür ve Infiltrasyon Özellikleri ile Alkalileşme Olasılıkları, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No:50, GAP Yayınları No:69: 7–18, Adana.

Yurtseven, E., Öztürk, A., Kadayıfçı, A. ve Ayan, B., 1996. Sulama Suyu Tuzluluğunun Biberde Farklı Gelişme Dönemlerinde Bazı Verim Parametrelerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi. 2(2), 5-9.

Yurtseven, E., Bozkurt, D.O., 1997. Sulama suyu kalitesi ve toprak nem düzeyinin marulda verim ve kaliteye etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi. 3(2), 44-51.

Yurtseven, E., Parlak, M., Köksal, D., Öztürk, A., ve Kütük, C., 1999. Turp Bitkisinde Farklı Sulama Suyu Tuzluluğu ve Ca/Mg Oranı Uygulamaları: I. Bazı Verim Parametrelerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 5(3), 28-34.

Yurtseven, E., 2000. Patlıcanda (*Solunum melongena L.*) Su Tüketimine Tuzluluğun Etkisi. Toprak Su Dergisi, 2, 10.

Yurtseven, E., ve Baran H.Y., 2000. Sulama Suyu Tuzluluğunun ve Su Miktarının Brokkolide Verim ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi. Türk J.Agric For. 24, 185-190.

Yurtseven, E., Öztürk, A., Çaysı, G., ve Parlak, M., 2000a. Effect of Leaching with Irrigation Waters in Different Salinity Levels on Change of Profile Salinity. Proceedings of International Symposium of Desertification (ISD), 13-17 June, Konya/Turkey, ISBN 975-19-2485-5, 397-402.

Yurtseven, E., Kütük, C., Demir, K., Öztürk, A., ve Parlak, M., 2000b. Turp (*Raphanus sativus, L.*) Bitkisine Sulama Suyu Tuzluluğu ve Ca/Mg Oranı Uygulamaları: II. Bitki Biokütle ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi. Ankara Üniviversitesi, Ziraat Fak., Tarım Bilimleri Dergisi, 6(1), 92-98.

Yurtseven, E., Halloran, N.D., Demir, K., Kütük, C., Kasım, M.U., 2000c. Farklı Gelişme Dönemlerindeki Tuzluluk Koşullarının Domateste Vejetatif Gelişme ve Verime Etkisi. VII. Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 11-14 Kasım, Kapadokya, 188-198.

Yurtseven, E., Kesmez, G.D., and Ünlükara, A., 2005. The Effects of Water Salinity and Potassium Levels on Yield, Fruit Quality and Water Consumption of a Native Central Anatolian Tomato Species (*Lycopersicon Asculantum*). Agicultural Water Management 78, 128-135.

Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Toprak ve Gübre Araştırma Enst. Müd.Yayınları No. 121/56.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Bayram KARAKOÇ
Doğum Yeri ve Yılı	: Bolvadin, 1980
Medeni Hali	: Evli, 3 çocuk
Yabancı Dili	: İngilizce
E-posta	: bkarakoc_96@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise	: Konya Çumra Ziraat Meslek Lisesi, 1998
Lisans	: Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama, 2002

Mesleki Deneyim

Afyonkarahisar İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	2000-2007
Denizli İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	2007-2012
Uşak İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	2012- …..(halen)