

TC
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI SULAMA SUYU TUZLULUĞUNUN
KARNABAĞAR (*Brassica oleracea* L.) BİTKİSİNİN VERİM VE BÜYÜME
PARAMETRESİ ÜZERİNE ETKİSİ

BÜŞRA ÖZKAN

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA BÖLÜMÜ ANABİLİM DALI

SAMSUN

2019

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

BÜŞRA ÖZKAN tarafından hazırlanan “Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar bitkisinin büyüme ve verim parametreleri üzerine etkisi” adlı tez çalışması 28.06.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Anabilim Dalı’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Prof. Dr. Yusuf DEMİR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Yusuf DEMİR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Anabilim Dalı

Üye

Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA

Erciyes Üniversitesi

Biyosistem Mühendisliği

Üye

Doç. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım. .../.../2019

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

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

.../.../2019

Büşra ÖZKAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI SULAMA SUYU TUZLULUĞUNUN KARNABAHAH (*Brassica oleracea* L.) BİTKİSİNİN BÜYÜME VE VERİM PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Büşra ÖZKAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yusuf DEMİR

Bu çalışmada farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar (*Brassica oleracea* L.) bitkisinin büyüme ve verim parametreleri toprak tuzluluğu ve bitki su tüketimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak sera koşullarında altı farklı sulama suyu tuzluluğunda ($T_0=0.38$, $T_1=1.5$, $T_2=4.5$, $T_3=7.0$, $T_4=10.0$, $T_5=15.0$ dS/m) dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme sonucunda sulama suyu tuzluluğundaki artış toprak pH değeri, bitki boyu, gövde yaş ağırlığı, taç yaş ağırlığı, gövde çapı ve boyu, taç çapı ve boyu, klorofil içeriği ve bitki su tüketiminde azalmaya neden olmuştur. Bununla beraber toprak tuzluluğu, drenaj suyu tuzluluğu ve toprak içerisindeki sodyum miktarında artış gözlemlenmiştir. Yapılan araştırmada en yüksek verim T_0 (0.38 dS/m) konusundan alınmıştır. En az verim ise sulama suyu tuzluluğu 15.0 dS/m olan T_5 konusundan alınmıştır. Karnabahar bitkisinde tuzluluk stresi için verim tepki faktörü olan K_y değeri 1.54, tuzluluk eşik değeri ise 1.62 dS/m olarak hesaplanmıştır. Birim toprak tuzluluğundaki artmaya karşılık %8.4'e varan verim azalması olduğu belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre karnabahar bitkisinin tuzluluğa orta derecede duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Tuzlu koşullarda sulama yapılması durumunda daha iyi verim elde edilebilmesi için fazladan yıkama suyu verilmesi ve uygun drenaj koşullarının sağlanıp bu duruma göre sulama yapılması önerilebilir.

Haziran 2019, 97 sayfa

Anahtar Kelimeler: Karnabahar bitkisi (*Brassica oleracea* L.), sulama suyu tuzluluğu, toprak tuzluluğu, bitki su tüketimi, drenaj suyu



ABSTRACT

Master's Thesis

THE EFFECT OF DIFFERENT IRRIGATION WATER SALINITY ON GROWTH AND YIELD PARAMETERS OF CAULIFLOWER (*Brassica oleracea* L.) PLANT

Büşra ÖZKAN

Ondokuz Mayıs University

Graduate School of Sciences

Department of Agriculture Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Yusuf DEMİR

This study was conducted to determine the effects of different irrigation water salinity levels in irrigation water on cauliflower growth, yield, yield parameters and water consumption soil salinity. The study is processed in accordance with randomized block design experiments in greenhouse using six different irrigation water salinity levels ($T_0= 0.38$, $T_1= 1.5$, $T_2= 4.5$, $T_3= 7.0$, $T_4= 10.0$ and $T_5= 15.0$ dS/m) by 4 time iterations. Increasing of irrigation water salinity level caused decreasing of soil pH value, plant height, plant fresh-dry weight, crown fresh-dry weight, plant stem diameter and height, crown diameter and height, chlorophyll content and evapotranspiration. Therewithal, determination of increasing soil salinity level and sodium amount in soil, was observed. Maximum yield is obtained from subject T_0 (0.38 dS/m) as for that minimum yield is obtained from subject T_5 had 15.0 dS/m irrigation water salinity level. Ky value, is yield response factor for salinity stress in cauliflower plant, is calculated as 1.54 and also salinity threshold is calculated as 1.62 dS/m. Yield decrease slope is determined as 8.4% after the threshold for each thocase in soil salinity . In accordance with obtained data, cauliflower has been determined to be moderately sensitive to salinity. In case of irrigation in salty conditions, it is advisable irrigation accordingly giving extra wash water and to ensure adequate drainage conditions to provide better efficiency.

July 2019, 97 pages

Keywords: cauliflower (*Brassica oleracea* L.), irrigation water salinity level, soil salinity level, plant water consumption, drainage water



ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tezimin seçimi ve yürütülmesi boyunca desteğini esirgemeyen, bilgisinden ve tecrübesinden yararlandığım çok kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Yusuf DEMİR 'e sabrı ve anlayışı için sonsuz teşekkür ederim. Tez savunma jürisinde bulunan hocalarım Doç. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL ve Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA 'ya içtenlikle teşekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans eğitim öğretim hayatım boyunca beni yetiştiren Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü hocalarıma ve yüksek lisans çalışmam boyunca tüm bölüm olanaklarından yararlanmama olanak sağlayan 19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölüm Başkanlığına ve diğer hocalarına teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca maddi, manevi ve teknik açıdan yardımlarını her zaman gösteren hocalarım Doç. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL ve Doç. Dr. Hakan ARSLAN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Araş. Gör. Dr. Sevda TAŞAN, Araş. Gör. Mehmet Sait KİREMİT, Araş. Gör. Alper GÜNGÖR, 'e, yüksek lisans arkadaşlarım Ziraat Mühendisi Utku ŞAHİN, Danaya YERKİN, Milostin DESİRE 'ye, Ziraat Yüksek Mühendisi Mehmet ALTUN ve Sedat TOK 'a, ziraat fakültesi lisans öğrencileri Utku TORUN, Mücahit AKKAYA, Batuhan YAZICI, Arda IŞITAN, Oğuzhan KARADENİZ, Erhan AKIN, Mehmet KESKİN ve Ali AYDIN 'a deneme alanında ve laboratuvar çalışmalarına gösterdikleri ilgi ve anlayıştan dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında desteklerini esirgemeyen, bugünlere gelmemdeki en büyük destekçilerim, annem Meryem BÜLBÜL, ablam Kübra AŞCI, dayım Eyüp BÜLBÜL, anneannem Samiye BÜLBÜL ve dedem Mehmet BÜLBÜL 'e tüm kalbimle teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Haziran 2019, Samsun

Büşra ÖZKAN



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRASCT	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
ÇİZELGELER LİSTESİ	xv
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Deneme yeri	16
3.1.2. Denemede kullanılan toprak özellikleri	16
3.1.3. Denemede kullanılan saksıların hazırlanması ve özellikleri.....	17
3.1.4. Denemede kullanılan yardımcı ekipmanlar	18
3.1.5. Denemede kullanılan fidelerin özellikleri.....	19
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Bitki gelişimi için uygun ortam hazırlama yöntemleri	20
3.2.2. Farklı sulama suyu tuzluluk denemesi kurulumu	21
3.2.3. Laboratuvar çalışmalarında yapılan analizler	25
3.2.3.1. Toprak fiziksel ve kimyasal analizleri	25
3.2.3.2. Bitki analizleri.....	28
3.2.3.3. İstatistiksel analizler.....	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	35
4.1. Sera Ortam Sıcaklık ve Bağlı Nem Değerleri	35
4.2. Bitki Su Tüketimi.....	36
4.3. Drenaj Suyu Kalitesi	38
4.4. Toprak Analiz Bulguları	41
4.5. Bitki Analiz Bulguları	45
4.5.1. Bitki boyu.....	46

4.5.2. Gövde yaş ağırlığı	47
4.5.3 Gövde kuru ağırlığı	48
4.5.4. Gövde çapı.....	48
4.5.5. Gövde boyu	49
4.5.6. Kök yaş ağırlığı	50
4.5.7. Kök kuru ağırlığı	51
4.5.8. Kök uzunluğu	52
4.5.9. Taç yaş ağırlığı	53
4.5.10. Taç çapı ve taç boyu.....	54
4.5.11. Yaprak sayısı	56
4.5.12. Klorofil içeriği.....	57
4.6. Tuz Eşik Değeri ve Tuz-Verim İlişkisine Ait Değerlendirme	58
4.7. Parametreler Arasındaki İlişkiler	59
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	64
KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ	73

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
°C	: Derece Celcius
a	: Verimin azalmaya başladığı eşik tuzluluk değeri
b	: Eşik sonrası tuz tolerans doğrusunun eğimi
Ca	: Kalsiyum
CaCl ₂	: Kalsiyum Klorür
CCI	: Chlorophyll Content Index
dS/m	: Desi-siemens metre
EC _{dw}	: Drenaj suyu elektriksel iletkenliği
EC _e (threshold)	: Verimin azalmaya başladığı tuzluluk eşik değeri
EC _e	: Saturasyon çamuru ekstraktı elektriksel iletkenliği
EC _{iw}	: Sulama suyu elektriksel iletkenliği
ET _a	: Gerçek bitki su tüketimi
ET _c	: Bitki su tüketimi
ET _{cadj}	: Stres altında düzeltilmiş bitki su tüketimi
ET _m	: Maksimum bitki su tüketimi
ha	: Hektar
IW	: Tuzlu koşullardaki sulama için gerekli olan sulama miktarı
K	: Potasyum
K _c	: Bitki kat sayısı
kg	: Kilogram
K _s	: Bitki su stresi katsayısı
K _y	: Verim tepki faktörü
LF	: Yıkama oranı
LSD	: Least Significant Difference Test
lt	: Litre
meq/100g	: Miliekivolan/yüz gram
Mg ⁺	: Magnezyum
MgSO ₄	: Magnezyum sülfat

mM	: Milimolar
N	: Azot
Na	: Sodyum
NaCl	: Sodyum klorür
P	: Fosfor
pH	: Toprak pH'sı
ppm	: Milyonda bir
R	: Sulama sonrası oluşan drenaj miktarı
SAR	: Sodyum adsorpsiyon oranı
SO ₄	: Sülfat
T ₀ ,T ₁ ,T ₂ ,T ₃ ,T ₄ ,T ₅	: Sulama suyu tuzluluk değerleri (0.38, 1.5, 4.5, 7,10,15 dS/m)
W _{fc}	: Saksı tarla kapasitesi ağırlığı
W _n	: Sulama öncesi saksı ağırlığı
Y _a	: Gerçek bitki verimi
Y _m	: Maksimum bitki verimi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü alan.....	16
Şekil 3.2. Denemede kullanılan saksıların hazırlanması	18
Şekil 3.3. Denemede kullanılan ekipmanlar	19
Şekil 3.4. Casper RZ F ₁ çeşidi karnabahar fidesi	19
Şekil 3.5. Saksı topraklarının tarla kapasitesine getirilmesi	20
Şekil 3.6. Deneme deseni.....	21
Şekil 3.7. Fidelerin saksılara dikilmesi	22
Şekil 3.8. Toprak tuzluluğu ve oransal verim arasındaki bitki tolerans ilişkisi.....	23
Şekil 3.9. EC ve pH ölçümleri	26
Şekil 3.10. Kalsiyum ve magnezyum analizi.....	27
Şekil 3.11. Sodyum ve potasyum analizi	27
Şekil 3.12. Hasat sonrası karnabahar kök bölgesi temizlenmesi ve ölçümü	28
Şekil 3.13. Hasat sonrası karnabahar gövde boyu ölçümü	29
Şekil 3.14. Hasat sonrası karnabahar gövde ağırlığı.....	29
Şekil 3.15. Karnabahar bitki yaprakları klorofil ölçümü	30
Şekil 3.16. Hasat sonrası karnabahar taç ağırlığı	31
Şekil 3.17. Hasat sonrası karnabahar gövde çapı ölçümü.....	31
Şekil 4.1. Karnabahar bitkisi yetiştirme periyodunda sıcaklık ve bağıl nem değerleri	35
Şekil 4.2. Farklı sulama suyu tuzluluğunda yetiştirme dönemi boyunca karnabahar bitkisi günlük su tüketimindeki değişimler	37

Şekil 4.3. Farklı sulama suyu tuzluluğuna göre drenaj suyu tuzluluklarının zamansal değişimi	39
Şekil 4.4. Drenaj suyu tuzluluğunun topraktaki tuz düzeyi ile arasındaki ilişki.....	40
Şekil 4.5. Farklı sulama suyu tuzluluğuna göre sodyum miktarındaki değişim	42
Şekil 4.6. Farklı sulama suyu tuzluluğuna göre potasyum miktarındaki değişim	43
Şekil 4.7. Farklı sulama suyu tuzluluğuna göre kalsiyum ve magnezyum miktarındaki değişim	43
Şekil 4.8. Farklı sulama suyu tuzluluğuna bağlı toprak tuzluluk değişimi	44
Şekil 4.9. Farklı sulama suyu tuzluluğuna bağlı toprak pH değişimi	45
Şekil 4.10. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar bitki boyuna etkisi	46
Şekil 4.11. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar bitki gövde yaş ağırlığına etkisi	47
Şekil 4.12. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar gövde kuru ağırlığına etkisi	48
Şekil 4.13. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar gövde çapına etkisi	49
Şekil 4.14. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar gövde boyuna etkisi	49
Şekil 4.15. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar bitki kök yaş ağırlığına etkisi	50
Şekil 4.16. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar kök kuru ağırlığına etkisi	51
Şekil 4.17. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar kök uzunluğuna etkisi	52
Şekil 4.18. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar taç yaş ağırlığına etkisi	53
Şekil 4.19. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar taç çapına etkisi	55
Şekil 4.20. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar taç boyu üzerine etkisi	55
Şekil 4.21. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar yaprak sayısına etkisi	56
Şekil 4.22. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar bitkisi yaprak klorofil içeriğine etkisi	57
Şekil 4.23. Karnabahar bitkisine ilişkin ortalama toprak tuzluluğu ile ortalama oransal taç yaş ağırlığı verim ilişkisi	58

Şekil 4.24. Karnabahar bitkisinin farklı sulama suyu tuzluluğu koşullarında oransal bitki su tüketimi ve oransal verim azalması arasındaki ilişki..... 60

Şekil 4.25. Toprak tuzluluğunun karnabahar bitki su tüketimine etkisi ve K_s katsayısı 61





ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Yenilebilen kısımlarına göre sebzelerin sınıflandırılması	2
Çizelge 2.1. Tuzlu koşullarda farklı bitkilerin göstermiş olduğu tepki	6
Çizelge 2.2. Tuzlu ortamda farklı bitkilerin gösterdikleri direnç tepki	6
Çizelge 3.1. Deneme topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	17
Çizelge 3.2. Sulama suyu tuzluluğunu belirlemede kullanılan tuzlar.....	19
Çizelge 3.3. Deneme konuları ve sembolleri	22
Çizelge 3.4. Denemede kullanılan toprakların tekstür sınıfı	25
Çizelge 4.1. Yetiştirme periyodunda aylara göre sıcaklık ve bağıl nem değerleri	36
Çizelge 4.2. Ölçülen bitki su tüketimi değerleri	36
Çizelge 4.3. Drenaj suyu miktarı, drenaj suyu elektriksel iletkenliği ve yıkama oranına ait istatistiksel analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.4. Sulama suyu tuzluluğunun toprak özellikleri üzerine etkilerinin istatistiksel analizi	41
Çizelge 4.5. Farklı tuzlulukta sulama sularının karnabahar bitkisi büyüme ve verim parametreleri değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları	46
Çizelge 4.6. Farklı sulama suyu tuzluluğu denemesinde araştırılan parametreler arasındaki korelasyon analizi	62



1.GİRİŞ

Toprak ve sulama suyu tuzluluğu bitki için büyüme ve gelişmeyi olumsuz bir şekilde etkilediği gibi ürünlerin kalitesini de büyük bir ölçüde düşürmektedir (Parlak ve Özaslan, 2005).

Tuzluluk, bitkinin gelişmesini engelleyen başlıca faktörlerden biridir. Topraktaki fazla tuz bitkilerin köklerini özel iyon etkileri ile ozmotik olarak engelleyerek doğrudan toksik bir etkiye neden olmaktadır (Ashraf ve Harris, 2004; Altun, 2018).

Tuzluluk sorunu çevreden değişik şekillerde oluşabilmektedir. Tuzlu ve sodyumlu topraklar, tuzlu sulama ve drenaj suyu, tuzlu yeraltı suyu, deniz suyu etkileşimi, kalitesiz sulama, aşırı gübre kullanımı (Zhu, 2001) doğal tuz birikimleri veya jeolojik reaksiyondan dolayı oluşan tuzlanmalar bunlara örnektir (Yurtseven ve Baran, 1998).

Sulama sularıyla birlikte toprağa verilen tuzlar, toprak içerisinde birikerek burada yetiştirilen bitkiyi farklı şekillerde etkileyebileceği öngörülmektedir. Bu tuzlar, toprağın fiziksel özelliklerini etkilediği gibi, bitki üzerinde toksik etkiye de neden olabilmektedir. Bitkinin veriminde görülen düşüşler, toprak konsantrasyonuna bağlı olduğu gibi bitkinin tuza karşı dayanımı ile de ilişkilidir. Tuzlu koşullara dayanıklılığı fazla olan bitkilere örnek verilecek olursa pamuk, arpa gibi bitkiler, yüksek tuzluluk derecelerinde dahi verimde önemli düşüşler oluşturmazken, tuzlu koşullara dayanıklılığı az olan örneğin fasulye, narenciye gibi bitkiler az tuzlu şartlarda dahi verimde önemli azalmalar gösterebilirler (Öztürk, 2002).

Ortak gıda ürünleri arasında, sebzeler insan beslenmesinde iyi bir besin kaynağıdır. Bununla birlikte, çoğu sebze bitkisinin büyümesi ve verimi kök ortam tuzluluğundan ciddi şekilde etkilenir. Dünyanın çeşitli yerlerinde günlük olarak birçok sebze kullanılmasına rağmen, bazı sebzeler bezelye, bamya, domates, patlıcan, biber, havuç, brokoli, karnabahar ve patates gibi çok geniş çapta yetiştirilmektedir. Başlıca temel gıda ürünlerinden farklı olarak, bitkisel ürünlerde tuz toleransı mekanizmasını incelemek için az çaba sarf edilmiştir (Shahbaz vd, 2012).

Sebzeler yenilebilen kısımlarına göre toprak altı bitki kısımları yenilenler ve toprak üstü bitki kısmı yenilenler olmak üzere ikiye ayrılır. Karnabahar bitkisi toprak üstü bitki kısımları yenilenler bölümündedir. Bu iki grupta kendi içlerinde

bölünmüşlerdir. Çizelge 1.1.' de gösterildiği üzere karnabahar bitkisi çiçek organları yenilen sebzeler kısmına mensuptur.

Çizelge 1.1. Yenilebilen kısımlarına göre sebzelerin sınıflandırılması (Güvenç, 2016)

Toprak Altı Bitki Kısımları Yenilenler	
Kök	Havuç, turp, şalgam, pancar
Yumru	Patates, yer elması
Soğan	Soğan, pırasa, sarımsak
Toprak Üstü Bitki Kısımları Yenilenler	
Olgunlaşmamış Meyve	Patlıcan, hıyar, taze fasulye, bamya, yeşil biber, yazlık kabak, yeşil domates, taze bakla
Olgunlaşmış Meyve	Kavun, kırmızı biber, karpuz, bal kabağı, kestane kabağı, kırmızı domates
Tohum	Kuru fasulye, iç bakla, iç börülce, iç bezelye
Gövde	Alabaş, kuşkonmaz
Yaprak ve Yaprak Sapı	İspanak, lahana, marul, pırasa, maydanoz, tere, roka, nane, hindiba, ravent, kök kereviz
Çiçek Organları	Karnabahar , brokoli, enginar

Turpgillerden oluşan sebzelerin artan tüketimi, doğal antioksidanların yanı sıra, temel besin maddelerinin yüksek yoğunlaşması nedeniyle, insan sağlığına özellikle faydalıdır. Karnabahar (*Brassica oleracea* L.), yüksek oranda izotiyosiyanatlar, flavonoidler, glukozinolatlar ve ilgili bileşenler nedeniyle önemli bir turpgil sebzedir (Koike vd, 2007; Shahbaz vd, 2012).

Karnabahar, Brassicaceae familyasına ait ve Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak bulunan önemli bir sebzedir. Epidemiyolojik çalışmalar Brassica sebzelerinden zengin bir diyetin kanser riskini azaltabileceğini göstermektedir (Neuhouser vd, 2003). Karnabahar bitkisinin anavatanı Güney Avrupa olarak adlandırılmaktadır. Tarihçesine bakıldığında ise M.Ö. 600'da Türkiye'de karnabaharın varlığından söz edilmektedir (Güvenç, 2016).

Türkiye'de karnabaharın üretimi sonbahar ve kış mevsimlerinde yapılır. Soğuk bölgelerde karnabaharın yenilebilir olarak nitelendirilen kısmı zarar gördüğü için yetiştiriciliği yapılmamaktadır. Bizim ülkemizde karnabahar üretimi yaklaşık olarak 5000 hektardır. Her sebze olduğu gibi üretim miktarı yıldan yıla değişmektedir. Ortalama 80-85 bin ton civarında üretimi yapılmaktadır. Bu üretimin yaklaşık %75'i Ege Bölgesinde gerçekleşmektedir (Anonim, 2014).

Sebze bitkilerinin çoğunun tuz stresine karşı tepkisi tam olarak aydınlatılamamıştır. Karnabahar, havuç ve brokoli tuz stresine verdiği yanıtlar konusunda çok az bilgi vardır; domates ve patates gibi bitkilerde daha çok çalışılmıştır (Shahbaz vd, 2012).

Tuzluluk tarımda yetiştirilen ürünleri olumsuz etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Tuzluluğun artmasından dolayı verimin düşmesi, bitki kök bölgesinde tuz seviyesinin devamlı artan çevreye uyum sağlayamamasından oluşmaktadır (Kanber vd, 2014). Tuzlu toprakların hızlı bir artış göstermesi birçok bitkinin de ortalama verimi %50 veya daha da fazla azalmasına sebep olmaktadır. Bunun için tuzluluğun bitki büyümesi ve gelişmesi üzerine etkisini en aza indirecek çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Alınması gereken önlemlere ilişkin toprak tuzluluğuna dayanıklı ve iyi verim güvencesi veren yeni bitkilerin üretime alınması olabilir (Yazar vd, 2012; Kiremit, 2015).

Tuzlulukla ilgili araştırmalardaki ana fikir, tuzluluktan etkilenen tüm canlıların yaşamları boyunca gerçekten ne kadar etkilendiğinin anlaşılmasına sebep olarak hangi ölçüde tuzluluktan etkilendiğini belirtmektir (Kanber vd, 2014).

Bu çalışmada farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar (*Brassica oleracea* L.) bitkisinin büyüme ve verim parametreleri ile bitki su tüketimi, klorofil içeriği (CCI), toprak tuzluluğu (EC_e), toprak içerisindeki Na, K, Ca, Mg ve drenaj suyu tuzluluğu üzerine etkileri incelenmiştir.



2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

Toprak tuzluluğu kurak ve yarı kurak bölgelerde mahsul üretimini sınırlayan en önemli faktörlerden biridir. Topraktaki çözünebilir tuz miktarı artmaya başladığında bitki büyüme, gelişimi açısından sorunlar oluşmaya başlar. Topraktaki tuzun bu artışı bitkinin suyu bünyesine alımını zorlaştırır. Bitki, kullanılabilir su potansiyelinin eksilmesinde (0.5 – 1.0 bar) bitki strese girer bu duruma **tuz stresi** adı verilir (Levitt, 1980). Bitki büyümesi tuzluluk stresi ile azalır, ancak bitki türleri tuzluluk toleranslarında farklılık gösterir. Tuzluluk stresi, tuzluluk toleransı için çeşitli bitkiler seçildiğinde önemli bir özelliktir. Bitkiler, fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerin yanı sıra morfolojik ve gelişimsel streslerdeki değişiklikler de dahil olmak üzere farklı mekanizmalarla strese uyum sağlar (Jamil vd, 2005).

Toprakta tuzlanma, dünyadaki nemli, kurak ve yarı kurak bölgelerde sulamanın uygulanmasındaki ana engellerden biridir. Her yıl dünya çapında, 40 000 hektarlık bir alan tuzlanma ile bozulmuştur. Ayrıca, Birleşmiş Milletler ihtisas ajanslarının raporları Dünyadaki sulanan alanın %50'si ya tuzlu hale getirilmiştir ya da sulamaya bağlı tuzluluktan potansiyel olarak etkilenmektedir. Biriken tuzları atmak için yağmur bazen yeterli olabiliyor. Yağışların yeterli olduğu nemli ve yarı nemli bölgelerde tuzluluk çok az endişe vericidir. Ancak bu problem, biriken tuzları kök derinliğinin ötesine atmak için sınırlı yağışa sahip olan kurak ve yarı kurak bölgelerde daha şiddetlidir (Lamsal vd, 1999; Ünlükara vd, 2008).

Fazla tuz, mahsul üretimini azaltabilir hatta yok edebilir. Sulamada kullanılan suyun kalitesi ve bitki gelişimi üzerindeki olumsuz etkilerinin anlaşılması, problemleri önlemek ve üretimi yüksek seviyelere ulaştırmak için önemlidir (Grattan, 2002).

Maddi ve çevresel sorunlardan dolayı (drenaj yetersizliği) topraktaki fazla tuzu yok etmek mümkün olmayabilir. Bu durumlar karşısında topraktaki tuza dayanıklı olan bitkiler seçilerek tarıma devam edilebilir. Her bitki farklı tuz seviyesinde gelişimini sağlamaktadır. Bitkilerin tuzluluğa duyarlılığı, en az tuzluluk seviyesinde dahi bitki köklerinin ozmotik basınçtan dolayı suyu bünyesine alamamasından kaynaklanmaktadır (Altunal, 2007).

Tuzlu koşullarda farklı bitkilerin göstermiş olduğu tepki Çizelge 2.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Tuzlu koşullarda farklı bitkilerin göstermiş olduğu tepki. (Yılmaz vd, 2011)

Ürün	EC (eşik değeri) dS/m
<i>Phaseolus vulgaris</i> L. (Fasulye)	1.0
<i>Capsicum annuum</i> L. (Biber)	1.5
<i>Solanum tuberosum</i> L. (Patates)	1.7
<i>Brassica oleracea</i> L. (Lahana)	1.8
<i>Brassica oleracea</i> L. (Karnabahar)	1.8
<i>Brassica oleracea</i> L. (Brokoli)	2.8
<i>Triticum aestivum</i> L. (Buğday)	6.0
<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>altissima</i> (Doll) Helm. (Şeker pancarı)	7.0
<i>Gossypium sp.</i> L. (Pamuk)	7.7
<i>Hordeum vulgare</i> L. (Arpa)	8.0

Çizelge 2.1.'de de görüldüğü gibi her bitkinin tuzlu koşullara karşı gösterdiği direnç farklıdır. Bu durumu gruplayacak olursak Çizelge 2.2'de olduğu üzere 4 grupta ele alabiliriz.

Çizelge 2.2. Tuzlu ortamda farklı bitkilerin gösterdikleri direnç (Mass, 1987)

Ortam Tuzluluğuna Karşı Tepki	Verimin Düşmeye Başladığı Tuz Düzeyi (Ec _e)	Örnek Bitkiler
Duyarlı	1.3 dS/m	Fasulye, Çilek, Kabak
Yarı Duyarlı	1.3 – 3.0 dS/m	Karnabahar, Biber, Mısır
Yarı Dayanıklı	3.0 – 6.0 dS/m	Börülce, Buğday, Zeytin
Dayanıklı	6.0 – 10.0 dS/m	Arpa, Ş. pancarı, Pamuk

Her bitki farklı tuzluluk seviyesine tolerans gösterirken bitkilerde oluşan değişimleri aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz (Bauder ve Brock, 2001, Kanber vd, 2014; Altun, 2018).

1. Tuzlu Ortama Duyarlı Bitkiler:

- Yapraklar kalınlaşır ve etlenir.
- Kök çürüklüğü meydana gelir.
- Yapraklarda sararma ve yanma meydana gelir.
- Susuzluk belirtileri gösterir.

2. Tuzlu Ortama Orta Dayanıklı Bitkiler:

- Tuza az dayanıklı bitkilerin göstermiş olduğu tepkileri gösterir.
- Tuza az dayanıklı bitkilerle aralarında oluşan fark ise tuzu hücrelerinde biriktirme özellikleriyle tuzluluğun belirli bir sınırına kadar tuzlu ortamda daha iyi gelişmeleridir.

3. Tuza Çok Dayanıklı Bitkiler:

- Fazla tuza karşı olmayan bitkilerdir, az da olsa reaksiyon gösterirler.
- Bünyelerinde fazla tuz biriktirirler.
- Kül miktarı %38'e yükselir.
- Bünyelerinde biriken NaCl toplam tuz içeriğinin %7'sine kadar olabilir.

Topraktaki tuzun birikimi sonucunda bitkilerin bu ortama alışması ve dayanım gücü farklıdır, topraktaki tuzluluk fazla ise yalnızca tuza dayanıklı bitkiler gelişimini tamamlayabilir. Tuza karşı dayanıklı olan bitkilere **tuza karşı toleranslı** bitkiler de denilmektedir (Dölarlan, 2012). Maas ve Hoffman (1977) 'de yaptıkları çalışmanın sonucunda farklı bitkilerin tuza karşı dayanıklılığındaki nispi verim, tuzluluk eşik değeri belirlendikten sonra verimin düşmeye başladığı her tuzluluk seviyesindeki birim artış için yüzde verim azalması tam olarak ifade edilmiştir (Rhoades vd, 1992).

Çebi vd (2018 a)'da sera koşullarında yetiştirilen domates bitkisinin farklı sulama suyu kalitesi ve su düzeylerinde verim ve su kullanım etkinliği üzerine bir çalışma yapmışlardır. Üç yıllık çalışmada, dört farklı tuzluluk seviyesi ($EC_i = T_1: 0.38$ dS/m, $T_2: 1.10$, $T_3: 2.50$, $T_4: 5.00$ dS/m) ve tarla kapasitesinin %70, %100, %130'u olarak sırasıyla S_1 , S_2 , S_3 üç farklı sulama suyu miktarı kullanılmıştır. Verim açısından bitki hem tuzluluktan hem de sulama suyu seviyesinden etkilenmiş, üç yılda bitki su tüketimi 248 mm ile 453 mm arasında değişmiştir. En yüksek verim T_1S_2 , T_2S_2 ve T_1S_3 konularında en düşük verim ise T_4S_1 konusunda belirlenmiş ve sulama suyu tuzluluğu arttıkça her sulama seviyesinde verim ve su kullanım randımanının düştüğü tespit edilmiştir.

Giuffrida vd (2016)'da iki büyüme aşamasında uygulanan tuzlu suyun karnabahar üretimi ve kalitesi üzerine etkisi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada üç farklı tuzlu su (çeşme suyu, 2 dS/m ve 4 dS/m) uygulanmıştır. Dikimden çiçeklenmeye ve çiçeklenmeden hasata kadar olan iki aşamalı bu çalışmada ilk büyüme aşamasında uygulanan tuzluluktan karnabahar bitkisinin etkilendiği görülüp ikinci aşamada uygulanan tuzlulukta ise meyve kısmındaki su birikimi kısıtı nedeniyle verimin azaldığı görülmüştür.

Kurunc vd (2011)'de tuzluluk ve kuraklığın dolmalık biber bitkisinin verimi üzerine etkisi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada altı farklı tuzluluk seviyesinde sulama suyu ($EC_i: S_0(0.65)$, $S_1(2.0)$, $S_2(3.0)$, $S_3(4.0)$, $S_4(5.0)$, $S_5(7.0)$ dS/m) ve dört

farklı sulama seviyesi (I_1 (1.43), I_2 (1.00), I_3 (0.75), I_4 (0.50) kullanılmıştır. Toprak tuzluluğu arttıkça su tüketimi, su kullanım etkinliği, verim ve diğer bitkisel büyüme parametrelerin azaldığı görülmüştür. Dolmalık biberin 1.2 dS/m eşik değerine ve %10.9 eğim değerine sahip tuzluluğa orta derece duyarlı olduğu bulunmuştur.

Altun (2018), Samsun sera koşullarında farklı sulama suyu tuzluluğu ve sulama aralığının mor havuç bitkisinin büyüme ve verim parametrelerine etkisi üzerine yapmış olduğu çalışmada üç farklı sulama aralığı (4, 6 ve 8 gün) ve altı farklı sulama suyu tuzluluğu (T_0 : 0.38, T_1 : 1.5, T_2 : 3, T_3 : 5, T_4 : 7 ve T_5 : 10 dS/m) uygulanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda T_0 : 0.38 dS/m ile sulama aralığı 4 gün olan sulama konusundan en iyi verimin alındığı en düşük verimin ise T_5 : 10 dS/m ile 8 gün sulama aralığında yapılan konu da bulunmuştur. Sulama suyu tuzluluğunun yüksek olduğu alanlar için sulama aralığının sık yapılması bitki verim ve gelişme parametreleri için önemli olacağı ancak sık sulamanın zaman açısından olumsuz sonuç doğuracağından farklı düzeydeki tuzluluklar için en uygun sulama aralığının belirlenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Cemek vd (2011), evapotranspirasyon (bitki su tüketimi) ve toprak tuzluluğunun marul bitkisinde büyüme ve verim parametreleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada altı farklı sulama suyu tuzluluğu (T_0 : 0.75, T_1 : 1.5, T_2 : 2.5, T_3 : 3.5, T_4 : 5.0, T_5 : 7.0 dS/m) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek verim, en az toprak tuzluluğu ve en fazla buharlaşmada elde edilmiş olup, en düşük verim ise yüksek toprak tuzluluğu ve düşük buharlaşma ile görülmüştür. Bitki su tüketimi, toprak tuzluluğu ve verim arasındaki ilişki büyüme parametreleri ile genellikle artan veya azalan eğilimlerle doğru orantılı olduğu belirlenmiştir.

Turhan vd (2014), Balıkesir’de farklı sulama suyu tuzluluğunda sarımsak bitkisinin verim ve kalite parametrelerini inceledikleri bu çalışmada altı farklı dozda tuzlu su (1.60, 2.87, 4.14, 5.41, 6.68 ve 7.95 dS/m) kullanmışlardır. 2.87 dS/m’ye kadar baş veriminde artış görülmüştür. 4.14 dS/m’de suda çözünür kuru madde ve protein içeri en yüksek seviyelerde görülmüştür. Toplam kuru madde miktarı 4.14 dS/m’ye kadar bir etki göstermemiştir fakat daha fazla tuzluluk seviyesinde büyük bir oranda azalma olmuştur. Bununla beraber C vitamini tuzluluğun artması ile ters orantıda etki göstermiştir. 4.14 dS/m tuzluluğa sahip topraklarda sarımsak bitkisi verimli ve kaliteli bir şekilde yetiştirilebilir kanısına varılmıştır.

Batool vd (2013), karnabahar bitkisinde büyüme, temel fizyokimyasal ve biyokimyasal parametreler, enzim aktiviteleri ve enzimatik olmayan antioksidanların seviyelerindeki tuz kaynaklı değişiklerini inceledikleri bu çalışmada, iki farklı karnabahar çeşidinde (FD₁ ve FD₂) fide halindeki karnabaharlar 4 farklı tuza (Kontrol grubunda 0 mM, 50, 100 ve 150 mM NaCl) maruz bırakılmıştır. Artan NaCl seviyesinde sürgün ve kök kuru ağırlıkları, bağıl su içerikleri, yaprak ve kökteki potasyum (K⁺) iyon içeriği, toplam çözünür proteinler, toplam fenolik bileşikler, malondialdehit (MDA) seviyeleri ve kökteki sodyum, potasyum ve kalsiyum seviyeleri önemli ölçüde düştüğünü belirlenmiştir. Tuzluluk düzeyinin artması iki fide çeşidinin de klorofil içeriğini önemli ölçüde etkilememiştir. Tuzluluk oranının yükselmesi FD₁ bitkisine kıyasla FD₂'nin geliştirilmiş büyüme performansı artan RWC'nin yanı sıra yüksek prolin, kökteki kalsiyum iyonları ve toplam fenolik bileşiklere ve düşük MDA seviyelerine bağlı olduğu bulunmuştur.

Arıcan (2016), Antalya'da sera şartlarında farklı tuzluluk düzeylerinde iki farklı hidrojel çeşidini, Merit F1 çeşidi mısır (*Zea mays*) bitkisinin verim yönünden etkilerini incelemiştir. Çalışmada dört farklı tuzluluk düzeyinde (T₁: Çeşme suyu, T₂: 1.5, T₃: 3.0, T₄: 5.0 dS/m) sulama suyu ve dört farklı hidrojel seviyesi (H₁: 0, H₂: 0.5, H₃: 1.0, H₄: 1.5 gr/saksı) kullanılmıştır. Tuzluluğun artmasıyla beraber bitkini yaş ve kuru ağırlıkları arasında yüksek düzeyde bir azalış söz konusu olmuştur. Bitki yaş ve kuru ağırlıkları tuzluluk konularında en iyi sonuç T₁, hidrojel konularında ise H₂ konusunda olduğu belirlenmiştir. Sulama suyundaki tuzluluğun artmasıyla beraber hidrojin etkisinin azaldığı bulunmuştur. En iyi sonuç T₁H₂ konusunda olduğu saptanıp, 179.75 gr/saksı değeri ile yaş ağırlık değeri elde edilmiştir. Belirlenen bu değerlere göre en yüksek su kullanım randımanı (IWUE) 0.26 kg/m²-mm olduğu tespit edilmiştir.

Çebi vd (2018 b), örtü altında yetiştirilen ve damla sulama ile sulama yapılan brokoli bitkisinde farklı tuzluluk seviyesindeki sulama sularının enerji kullanım etkinliği üzerine yaptıkları çalışmada dört farklı tuzluluk seviyesi (T₁: 0.38, T₂: 1.1, T₃: 2.5, T₄: 5.0 dS/m) ve üç farklı sulama düzeyinde (tarla kapasitesinin S₁: %70, S₂: %100, S₃: %130) sulama yapılmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda enerji kullanım etkinliği açısından en iyi sonuç T₁S₂ konusundan elde edilmiştir. Enerji girdi/çıkıktı oranı T₁S₂ konusunda 1.00, enerji verimliliği 0.54 kg/MJ, spesifik enerji 1.86 MJ/kg olarak elde edilmiştir. T₁ konusu mevcut nem düzeyini tarla kapasitesine getirerek sulama suyu uygulanmasının en makul yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

Kiremit ve Arslan (2016), pırasa bitkisi için sulama suyu tuzluğu, drenaj suyu tuzluğu, buharlaşma ve diğer bitki parametrelerinin incelediği bu çalışmada yedi farklı tuzlu su (0.38, 1, 2, 3, 4, 5 ve 7 dS/m) kullanılmıştır. Sulama suyundaki tuzluluk artışı bitki boyu, gövde çapı, yaprak, gövde ve kök yaş ağırlıkları, yaprak, gövde ve kök kuru ağırlıklarında önemli düzeyde azalmaya neden olduğunu belirtmiştir. Su kullanım etkinliği, yaprak alanı ve klorofil içeriği de tuzluluğun artmasıyla azaldığı gözlenmiştir. Toprak tuzluluğu ve drenaj suyu tuzluluğu sulama suyundaki artışla arttığını belirlenmiştir. 2 dS/m ve daha yüksek tuzluluk seviyelerinde verimde ve diğer bitki parametrelerinde düşüşler belirlenmiştir. İncelenen çeşitli parametreler arasında yalnızca yaprak sayısının tuzluluktan etkilenmediğini belirtilmiştir. Pırasa bitkisinin tuzluluk eşik değerinin 1.21 dS/m ve verim faktörü (K_v)'nin 1.481 olduğunu belirlenmiştir. Pırasanın tuzluluğa orta derece duyarlı olduğu tespitine varılmıştır.

Ünlükara vd (2011), Tokat'ta sera koşullarında tuzlu su ile sulanan havuç bitkisinin verim ve kalite yönünde incelemişlerdir. Bu çalışmada altı farklı tuzlu su (T_0 : 0.75, T_1 : 1.5, T_2 : 2.5, T_3 : 3.5, T_4 : 5.0, T_5 : 7.0 dS/m) ile sulama yapılmıştır. Tuzluluğun artmasıyla birlikte toprak tuzluluğu, havuç aroması, yapraktaki Cl ve Na içeriğinde de artış olduğunu, meyve verimi, meyve çapı, su kullanım etkinliği, yapraktaki potasyum içeriğinde ise azalmaların meydana geldiğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda sulama suyu tuzluluğunun artması, yapraktaki kalsiyum ve magnezyum içeriği, birim ağırlığı, renk indeksi, meyve boyu, su tüketimi gibi parametrelere etki etmediği belirlenmiştir. Fakat toprak tuzluluğu 2.5 dS/m 'ye ulaştığında verimde %50 kayıp meydana gelmiştir.

Adavi vd (2007), sulama suyu tuzluluğunun tuzlu toprak koşullarında 10 bermuda çim çeşidinin kalite ve büyüme parametrelerine etkisini incelemek için yaptıkları çalışmada 5 farklı sulama suyu tuzluluğu (3.30, 6.93, 10.2, 14.8, 17.8 dS/m) ile sulama yapılmıştır. Yapılan çalışmada renk görünümü (1 den 9'a doğru bakıldığında 9 en iyi), yaprak alanı, sürgün, kök kuru ağırlığı, saptanma boyu ve sayısı ölçülmüştür. Tuzluluğun artması ile birlikte farklı çeşitler renk açısından etkilenip renklerde azalma gözlenmiştir. Aynı zamanda tuzluluk arttıkça bitki kuru ağırlığı, bitki uzunluğu, yaprak alanı ve moloz sayı azalmıştır.

Rameshwaran vd (2016), Antalya sera şartlarında damla sulama yöntemiyle farklı konsantrasyondaki tuzlu suların biber bitkisinin verimi ve toprak tuzluluğuna etkisinin araştırıldığı bu çalışmada iki farklı biber çeşidi (ONUR F1 ve ADA F1)

kullanılmıştır. Çalışma, dört farklı tuzlu su (1.0, 2.5, 3.5 ve 6.0 dS/m) ve dört farklı düzeyde evapotranspirasyondan (0.50, 0.75, 1.00 ve 1.25) oluşmaktadır. Tuzluluğun artması biber kök bölgesinde daha çok tuz birikimine sebep olurken aynı zamanda kökün etkilendiği katmanın boyutunu da arttırmıştır. Artmış olan sulamanın yanı sıra yükselen tuzluluk seviyesi her iki bitki için vejetatif büyümeyi ve verimi önemli ölçüde azaltmıştır. En yüksek verimde 0.50 evapotranspirasyona sahip olan konu belirlenmiştir. Her iki bitki çeşidi için tuzluluk eşik değeri 1.43 dS/m ve azalan eğim değeri %11.1 ile tuzluluğa orta derece duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

Semiz vd (2014), sera koşullarında biber bitkisinin azot (N) gübre düzeylerini, tuz toleransını, su kullanım verimliliğinin, kök bölgesi ve drenaj suyu tuzluluğunu belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada yüksek ve düşük kaliteli azot (N) gübre seviyelerinin (270 kg/ha ve 135 kg/ha) etkilerini görmek için 6 farklı sulama suyu tuzluluğu (0.25, 1.0, 1.5, 2.0, 4.0 ve 6.0 dS/m) ile sulama yapılmıştır. En yüksek azot seviyesinde tuzluluğun 2.0 dS/m'nin üzerinde verimin düştüğü tespit edilmiştir. Düşük azot seviyesinde ise verimde belirgin bir düşüş tuzluluğun 4.0 dS/m'nin üzerine çıktığında görülmüştür. Tuzluluk düzeyinin artışı her iki azot seviyesi için de tuzluluk stresinin oluşmasına ve verimde kayıpların oluşmasına neden olmuştur. Buna bağlı olarak tuzlu koşullarda yüksek düzeyde azot içeren gübrelere ihtiyacın daha az olduğu sonucuna varılmıştır.

Chartzoulakis ve Klapaki (2000), sera ortamında tuzlu koşullarda iki farklı dolmalık biber melezinin (Sonar ve Lamuyo) çimlenme, fide büyümesi ve vejetatif büyümesini incelemişlerdir. Altı farklı NaCl (0, 10, 25, 50, 100 ve 150 mM/l) uygulanmıştır. 50 mM 'ye kadar olan tuzluluk seviyesinde çimlenme gecikmiştir ancak son çimlenme oranı azalmamıştır. Her iki hibritte de çimlenme oranı 100 ve 150 mM NaCl'de önemli ölçüde azalmıştır. 25 mM NaCl'den daha yüksek tuzlulukta her iki çeşitte bitki boyu, toplam yaprak alanı ve kuru ağırlık gibi bitki büyüme parametrelerinin azaldığı ayrıca toplam meyve verimi ise 10 mM NaCl'den daha yüksek tuzlulukta azaldığı tespit edilmiştir. Sonuçlara göre büyüme evreleri incelendiğinde "Lamuyo" melezi "Sonar" melezinden daha fazla tuzluluğa duyarlı olduğu belirlenmiştir.

Göçer (2017), Kayseri'de farklı tuzluluk koşullarında iki farklı ada çayı bitki türünün (*Salvia tomentosa* Mill. ve *Salvia officinalis* L), genotiplerinin büyüme ve gelişimine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada beş farklı tuzluluk seviyesinde (1, 2, 3,

4 ve 5 dS/m) sulama yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada her iki çeşitte yeşil aksamda yaş ve kuru ağırlık, gövde uzunluğu, yaprak alanı, kök yaş ve kuru ağırlığı, kök uzunluğu ve kök hacmi tuzluluktan etkilenmiştir. Kök parametreleri ortam tuzluluğunun artması ile birlikte azalmıştır. İki ada çayı türü tuzluluktan farklı şekilde etkilenmiştir. *Salvia officinalis* L. tuzluluktan en çok etkilenen çeşit olarak bulunmuştur.

Turhan vd (2018), sulama suyu tuzluluğu ve kalsiyumun havuç bitkisini verim ve kalite yönünden inceledikleri bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi deneme arazisinde sera ortamında yapılmıştır. Çalışmada sulama suyunda beş farklı dozda NaCl tuzu (0, 20, 40, 60 ve 80 mM) kullanılmıştır. Bununla beraber her tuzluluk seviyesi için toprağa 0, 4 ve 8 mM Ca⁺² uygulanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre sulama suyu tuzluluğunun artışı pazarlanabilir verimi azaltmıştır. 20 mM üzerinde olan tuzluluk konularında meyve suyu içeriği, suda çözünebilir kuru madde miktarı, şeker oranı ve C vitamini gibi kalite parametrelerinin azaldığı görülmüştür. Aynı zamanda tuzlu ortamdaki Ca⁺² uygulaması, bu kalite parametrelerinin azalma etkisini düşürdüğü belirlenmiştir. Fakat Ca⁺² uygulamasının pazarlanabilir havuç verimi, toplam asit değerleri ve meyve su içeriğini üzerinde bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Erdem (2018), Isparta'da sera koşullarında farklı sulama suyu tuzluluk seviyesi ve yıkama oranlarında ıspanak bitkinin verimi ve gelişimini incelediği bu çalışmada beş farklı dozda tuzluluk (T₁: 0, T₂: 1.0, T₃: 2.5, T₄: 5.0 ve T₅: 7.5 dS/m) ve üç farklı yıkama oranı (Y₁: %10, Y₂: %20, Y₃: %30) uygulanmıştır. Tuzluluğun artmasıyla beraber ıspanak bitkisinin yaş ve kuru ağırlıklarının yüksek düzeyde düştüğü tespit edilmiştir. Yalnızca yıkama oranına bakıldığında yıkama oranının artışıyla verimin de arttığı görülmüştür. Tuzluluğun artmasıyla beraber ise T₂ ve T₃ konularında verim %30, T₄ ve T₅ konularında ise %50-75 arasında düşüşe neden olduğu belirlenmiştir. Verimin en yüksek olduğu T₁Y₃ konusunda 91.57 g/saksı, en düşük verime sahip konu olan T₅Y₁ konusu ise 22.93 g/saksı olarak belirlenmiştir.

Samsun'da sera koşullarında nane (*Mentha piperita* L.) bitkisinin farklı tuzluluk seviyesinde büyüme, gelişme ve verim parametrelerini inceleyen Eren (2012) çalışmasında, beş farklı sulama suyu tuzluluğu (S₁: 0.23, S₂: 1.0, S₃: 3.0, S₄: 6.0 ve S₅: 9.0 dS/m) ve üç farklı sulama düzeyi (W₁: %80, W₂: %100, W₃: %120) uygulamıştır. Tuzluluğun artması ve sulama miktarlarının değişmesiyle beraber klorofil miktarı,

bitki boyu, yaprak, gövde, kök yaş ve kuru ağırlıkları, günlük ortalama bitki su tüketimi, yan dal sayısı ve bitki sayısında azalma meydana gelirken, uçucu yağ yüzdesinde ve toprak tuzluluğunda artış meydana geldiği sonucuna varılmıştır.

Ekmekçi Altunal (2007), Samsun'da sera koşullarında sivri biber (*Capsicum annuum L.*) bitkisinin farklı sulama suyu tuzluluk seviyesinde gelişmesini ve verimini incelemek açısından yürüttüğü bu çalışmada lizimetreler kullanılmıştır. Çalışmada, 4 farklı tuzluluk seviyesi (T₀: 0.41, T₁: 1.0, T₂: 2.5, T₃: 4.0 ve T₄: 6.0 dS/m) ve iki farklı Ca/Mg oranı (O₁= 1:1 ve O₂= 3:1) kullanılmıştır. Tuzluluk seviyesinin artması, meyve çapı, gövde çapı, kök uzunluğu, meyve boyu ve su tüketiminin oldukça azaldığı görülmüştür. Bunun yanı sıra tuzluluk seviyesinin artması yaprak, meyve ve dallardaki toplam kül miktarı, meyve kuru madde miktarı, toprak tuzluluğunun büyük bir oranda attığı belirlenmiştir. Ca/Mg oran değişimi ise meyve boyu, kök uzunluğu, bitki boyu istatistiksel olarak bir farklılık göstermezken, O₁'den O₂'ye yükselen oranda ise istatistiksel olarak gövde çapı ve meyve çapının küçüldüğü belirlenmiştir. Lizimetrelerdeki verim sonuçlarına bakıldığında en çok verimin düştüğü %81.7 ile T₄O₁ konusu iken en az verimin düştüğü %37.3 ile T₁O₁ konusu olarak belirlenmiştir. Tuzluluğun artmasıyla beraber bitki su tüketimi değeri azalmıştır. En yüksek bitki su tüketimi T₀ konusunda (470.02 mm) ve en düşük bitki su tüketimi değeri ise T₄ konusunda (210.63 mm) olarak bulunmuştur.

Pascale vd (2005), toprak tuzluluğunun karnabahar ve brokoli bitkilerinin mineral içeriği, büyüme ve verim açısından inceledikleri çalışmada 5 farklı sulama suyu tuzluluğu (NSC: 0.5, S₁: 2.3, S₂: 4.4, S₃: 8.5 ve S₄: 15.7 dS/m) kullanılmıştır. Toprak tuzluluğunun 2.0 dS/m'den 6.0 dS/m'ye yükseltilmesi pazarlanabilir verimde karnabaharda 26.9'dan 9.6 t/ha, brokolide ise 15.8'den 4.9 t/ha 'a düşmesine neden olmuştur. Tuzlanma nedeniyle yaprak alanında da azalma meydana gelmiştir. Karnabahardaki yaprak azalması %55, brokolide ise %57 oranındadır. Kuru yaprak konsantrasyonu ve özgül ağırlığı toprak tuzluluğu ile artarken, kafa ağırlığı ve çapı azalmaktadır. Mass ve Hoffman (1977) bi-linear modeline göre brokoli ve karnabahar orta toleranslı sebzeler olarak belirlenmiştir.

Maggio vd (2005), tarla koşullarında yetiştirilen lahana bitkisinin tuzluluk ve kuraklığa karşı verdiği tepkilerin incelendiği bu çalışmada üç farklı sulama suyu tuzluluğu (0.5, 4.4 ve 8.5 dS/m) , sulama düzeyi (hiç sulanmayan, SW₁: %25 ve SW₂: %50) ve ozmotik potansiyel olarak (OP: 0.02, -0.22 ve -0.35 MPa) kullanılmıştır. Tuza

maruz bırakılan bitkilerde, gün ortası yaprak toplamı ve ozmotik su potansiyeli büyüme mevsimi boyunca azalmıştır. Su kısıdı uygulanan bitkilerin yaprak su potansiyeli en düşük olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda sürgün / kök oranında ise su kısıdı uygulanan bitkiler tuzluluk uygulanan bitkilere göre %40 daha az olduğu belirlenmiştir. Tuzluluğun artmasıyla verimde düşme meydana gelmiştir. Kuraklık stresinde ise toplam taç verimi 50.5'ten 17.5 t/ha 'a düşmüştür. Kuraklık ve tuzlulukta benzer ilişkiler gözlemlendiği bilinmektedir. Ancak bu çalışmada morfolojik (sürgün/kök oranı) ve metabolik (ozmotik ayarlama) faaliyetlerin su kısıtı uygulanan bitkilerin tuzluluk altındaki bitkilere karşı bariz farkların olduğunu belirtmektedir.

Jamil vd (2005), Barissica türlerinin farklı sulama suyu düzeyindeki tuzlulukta çimlenme ve fide büyümesine olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada dört farklı seviyede tuz (0.0, 4.7, 9.4 ve 14.1 dS/m) kullanılmıştır. Aynı zamanda üç farklı Barissica türünde (Karnabahar, Lahana ve Kanola) inceleme yapılmıştır. Tuzluluğun 14.1 dS/m'ye kadar artması üç türde de çimlenme yüzdesinde önemli bir şekilde düşmeye neden olup karnabahar bitkisinde daha fazla bir azalma söz konusu olmuştur. Her üç bitkide de çimlenme için geçen süre geciktirilmiştir. Bütün türlerde en yüksek tuzluluk derecesinde kök ve sürgün uzunluğu, filiz büyümesi, sürgün ve kök yaş ağırlığı, yaprak alanı ve yaprak sayısı büyük bir oranda azalmıştır.

Kaya vd (2003), farklı seviyelerdeki toprak tuzluluğunun biri dikenli (5-154) ikisi dikensiz (Yenice 5-38, Dinçer 5-118) üç aspir çeşidinin çimlenme ve fide gelişimine etkilerini inceledikleri bu çalışmada 7 farklı toprak tuzluluğu (0.8, 2.5, 5.1, 8.7, 13.0, 15.2 ve 23.0 dS/m) belirlemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda ortaya çıkma hızı (%23.35), kök (3.54cm), sürgün uzunluğu (4.97 cm), kök (7.23 mg) ve sürgün (7.23 mg) kuru ağırlığı ve 23.0 dS/m'deki kök/sürgün kuru ağırlık oranı (%20.77), kök ve sürgün kuru ağırlık tuz stres indeksi bakıldığında en iyi sonucu dikenli olan 5-154 çeşitten elde edildiği görülmüştür. Bu üç çeşidinde fide büyümesine bakıldığında 5.1 dS/m toprak tuzluluğunda fidelerin bir çok tepki göstermesine rağmen bu tuzluluk derecesinde inhibe edildiği belirlenmiştir. İlk gelişme aşamasında, aspirinin kök büyümesi, toprak tuzluluğundaki filiz büyümesine kıyasla daha olumsuz etkilenmiştir. Toprak tuzluluğu fazla olan bir alanda aspir yetiştiriciliği yapılacaksa dikenli çeşitler tercih edileceği kanısına varılmıştır.

Aras (2017), Iğdır'da sera koşullarında yapmış olduğu çalışmada farklı sulama suyu tuzluluğunda silajlık sorgum bitkisinin verim ve kalitesini incelemek amacıyla 3

Sorgum çeşidi (Rox, Early sumac ve Leoti), 2 Sorgum ve sudan otu melezi (Nuri honey ve Hay day) ve 1 Sudan Otu (Gözde 80) kullanılmıştır. Yedi farklı tuzlu su (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 dS/m) konsantrasyonuna maruz bırakılmıştır. Artan tuzlulukla beraber kuru ot oranı, ham protein oranı, kuru madde sindirilebilirliği (KMS), sindirilebilir enerji miktarı(SE), kuru madde tüketimi(KMT),sap oranı, metabolik enerji(ME), yaprak oranı ve nispi yem değeri(NYD)'de artma meydana gelmiştir. Buna karşılık bitkinin yaş ot ağırlığı, bitki boyu, tuza tolerans yüzdeleri, NDF oranı, ADL oranı, salkım oranı ve ADF oranlarında azalma gözlenmiştir. Bitki kuru ot ağırlığı, bitki boyu ve ADF oranına göre en iyi sonuç Gözde 80 çeşidinde, ham protein oranı ve bitki yaş ağırlığında Hayday, yaprak oranına bakıldığında Hayday ve Nutri honey, sap oranında Early sumac, kuru ot ağırlığında Hayday ve Rox en iyi sonuçları vermiştir.

Zhu vd. (2011), Çin'de NaCl tuzunun dört farklı karnabahar türüne etkilerini inceledikleri bu çalışmada yedi (0, 34, 68, 102, 136, 170 ve 204 mM) farklı sulama suyu tuzluluğu uygulanmıştır. Çalışma sonucunda farklı tuzluluğa maruz kalan bitkilerin çimlenme yüzdesi, canlılık indeksi, kök uzunluğu, fide yüksekliği, kök aktiviteleri önemli düzeyde etkilenmiştir. Dört türde de çimlenme yüzdesi ve canlılık indeksi 34 mM NaCl haricinde 204 mM NaCl'ye kadar artan tuzluluk düzeyinde önemli derecede azalmıştır. Fide büyümesi bütün tuzluluk derecelerinde önemli düzeyde etkilenmiştir. Özellikle 136 mM ve 170 mM NaCl'de tüm türlerin fide yüksekliği ve kök uzunluğu önemli ölçüde azalmıştır. Bu türlerin klorofil içeriği 102 mM NaCl tuzluluk düzeyine kadar artmış, 136 ve 170 mM NaCl'de düştüğü görülmektedir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme yeri

Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabakar (*Brassica oleracea l.*) bitkisinin büyüme ve verim parametreleri üzerine etkilerinin incelenmesinin amaçlandığı bu tez çalışması Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sera Ünitesi'nde Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü için ayrılan plastik örtü ile kaplı olan, çelik konstrüksiyonlu üstü kapalı yanları açılıp kapanabilen 120 m²'lik bir sera alanında yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü alan

3.1.2. Denemede kullanılan toprak özellikleri

Çalışma kapsamında kullanılan topraklar Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Deneme Ünitesi'nde saksı çalışmalarında kullanmak amacıyla getirilen topraklardan istihsal edilmiştir. Toprak analizleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Laboratuvarlarında yapıp denemede kullanılacak olan toprakların bünye sınıfı kumlu-kil olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında kullanılacak olan topraklarda tarla kapasitesi, solma noktası, saturasyon çamuru ekstraktı elektriksel iletkenliği (EC_e), pH ve toprak tekstür değerleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Parametreler	Değerleri	Parametreler	Değerleri
Tarla kapasitesi (%)	33.34	Kum (%)	47.26
Solma noktası (%)	14.12	Silt (%)	17.24
EC _e (dS/m)	0.35	Kil (%)	35.49
pH	8.16	Bünye sınıfı	Kumlu Kil

3.1.3. Denemede kullanılan saksıların hazırlanması ve özellikleri

Yüksekliği 28 cm, çapı ise 29 cm olan ve 18.5 lt kapasiteye sahip saksılar denemede kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan topraklar 4 mm'lik elekten geçirilerek saksılara doldurulmak üzere hazır hale getirilmiştir. Saksılar toprak ile doldurulmadan önce drenaj sağlayabilmek adına saksı tabanını kaplayacak şekilde 2kg kadar çakıl taşları doldurulmuştur. Çakıl taşlarının üzerine toplamda 12 kg olacak şekilde deneme için hazırlanan topraklar ilave edilmiştir. Deneme deseni oluşturulan saksılar drenajın kolay bir şekilde ölçülebilmesi ve en az kaybın yaşanması için tabandan yüksekliği 10 cm olan demir profiller üzerine yerleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Denemede kullanılan saksıların hazırlanması. a) 4mm'lik elekten elenmiş topraklar, b) Çakıl taşlarının doldurulması, c) Hava kuru toprak ile saksıların doldurulması, d) Demir profillere yerleştirilen altlıklar ve saksılar.

3.1.4. Denemede kullanılan yardımcı ekipmanlar

Denemede kontrollü bir şekilde ölçüm yapabilmek adına saksıların altına drenaj sularını toplayabilmek için çapı 30 cm olan plastik altlıklar kullanılmıştır. Sulama sularının tuzluluğunu rahat bir şekilde hazırlayabilmek için 50 lt'lik bidonlar kullanılmıştır. Saksıların nem düzeyini ölçebilmek için hassasiyeti ± 10 g olan Dikomsan at-Le 150 model dijital terazi kullanılmıştır. Sulama sularının ve drenaj sularının elektriksel iletkenlik (EC) ölçümlerini yapabilmek için arazi tipi EC metre Horiba water checker U-10 kullanılmıştır. Deneme kapsamında sular belirli saflık düzeyindeki teknik NaCl, MgSO₄ ve CaCl tuzları belirli bir oranda homojen şekilde karıştırılıp tuzlu sular elde edilmiştir (Çizelge 3.2). Bu hazırlama sırasında kimyasalların tartılmasında beher ve hassas terazi kullanılmıştır. Suların hazırlanmasından sonra suların EC'si ölçülerek kontrol edilmiştir.

Çizelge 3.2 Sulama suyu tuzluluğunu belirlemede kullanılan tuzlar. (1 litre için)

EC (dS/m)	NaCl (g)	MgSO ₄ (g)	CaCl (g)
1.5	0.34	0.31	0.15
4.5	0.9	3	1.4
7.0	1.15	5.47	2.68
10.0	1.2	9.029	182.05
15.0	2	13.27	6.182



Şekil 3.3. Denemede kullanılan ekipmanlar a) Terazi, b) Su elektriksel iletkenliği ölçme aleti (EC metre)

3.1.5. Denemede kullanılan fidelerin özellikleri

Denemede kullanılan karnabahar fideleri rijkszwaan marka 120 günlük casper F₁ çeşididir (Şekil 3.4). Bu çeşidin meyvesi sıkı ve kar beyaz görünümlüdür. Meyve, yapraklar tarafından tamamen kapatılmış şekilde büyümektedir. Raf ömrü çok uzun olan bu karnabahar çeşidi hem taze tüketimde hem de sanayi tüketimi için uygundur (Anonim, 2012).



Şekil 3.4. Casper RZ F₁ çeşidi karnabahar fidesi

3.2. Yöntem

3.2.1. Bitki gelişimi için uygun ortam hazırlama yöntemleri

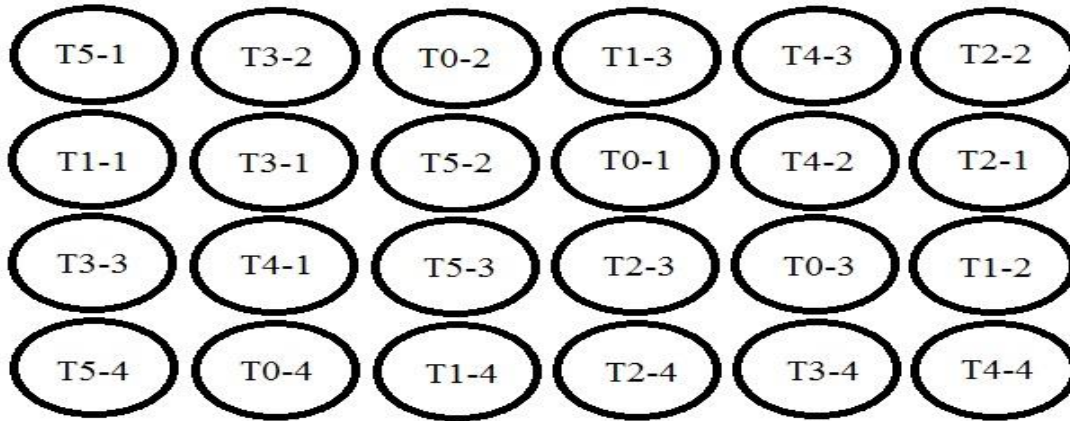
Dara ağırlığı 320 g olan saksıların taban yüzeyine kaplayacak şekilde 2 cm çakıl doldurulup üzerine 24 cm elenmiş hava kuru toprak koyularak toplamda 26 cm olacak şekilde saksılar hazırlanmıştır. Her bir saksının tarla kapasitesindeki kütlesini belirlemek amacıyla şebeke suyu ile doyma noktasının üzerine çıkacak şekilde (drenaj suyu çıkışı gerçekleşene kadar) sulama yapılmıştır. Şekil 3.5'te gösterildiği gibi evaporasyon (buharlaşma) ile oluşacak su kaybını önlemek amacıyla saksıların her birini üzerini kapaklarla kapatılmıştır. Drenaj çıkışı sona erip toprak içerisindeki hava ve su dengeye geldiğinde her bir saksı tartılarak tarla kapasitesi ağırlığı (WFC) hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. Saksı topraklarının tarla kapasitesine getirilmesi

3.2.2. Farklı sulama suyu tuzluluk denemesi kurulumu

Tesadüf parseller deneme desenine göre (Şekil 3.6) kurulan bu denemede 6 farklı sulama suyu tuzluluk seviyesi ($T_0 = 0.38$, $T_1 = 1.5$, $T_2 = 4.5$, $T_3 = 7$, $T_4 = 10$, $T_5 = 15$ dS/m) bulunmakta olup her konu 4 kez tekrarlanmıştır. Her saksıda bir adet karnabahar fidesi dikilmiştir (Şekil 3.7). Karnabahar bitkisi, toprak yapısında yüksek besin olmasını isteyen bir bitkidir. Güvenç (2016) 'in belirttiği esaslara göre suni gübre olarak dekara 14 kg azot (N), 12 kg fosfor (P_2O_5), 16 kg potasyum (K_2O) saksı başına hesaplama yapılarak 1.3 g azotlu (N), 1 g fosforlu (P_2O_5) ve 1.5 g potasyumlu (K_2O) gübre kullanılmıştır. Fideler dikilmeden önce her saksı toprağına 10 cm derinlikte 3 g olmak üzere DAP gübresi uygulanmıştır.



Şekil 3.6. Deneme deseni



Şekil 3.7. Fidelerin saksılara dikilmesi

Çizelge 3.3. Deneme konuları ve sembolleri

Sulama Suyu Tuzluluğu	
Uygulamalar	EC _i (dS/m)
T ₀	0.38
T ₁	1.5
T ₂	4.5
T ₃	7.0
T ₄	10.0
T ₅	15.0

EC_i : Sulama suyu elektriksel iletkenliği

Sulama suyundaki tuzluluğunun hazırlanması için NaCl, MgSO₄ ve CaCl₂ tuzları olmak üzere üç adet tuz kullanılmıştır. Tuzlu suları oluşturmak için basit bir bilgisayar programı olan QBASIC programı kullanılarak tuzların miktarları hesaplanmıştır. Bu tuzlar hazırlanırken sodyum adsorpsiyon oranının (SAR) 5'ten küçük

ve Ca/Mg oranının 1/1 olarak hesaplanmıştır. 50 litrelik bidonlar için hesaplanan bu tuzlar laboratuvar ortamında hazırlanıp EC metre ile kontrol edilmiştir. Denemede kullanım için hazır hale getirilmiştir.

Tuzlu koşullarda her sulama için saksılara verilecek sulama suyu miktarının hesaplanması aşağıdaki formül (1.2) yardımıyla yapılmaktadır (Ünlükara vd. 2015; Semiz vd. 2013).

$$I = \frac{W_{fc} - W_a}{1 - LF} \quad (1.2)$$

Denklemden;

I : her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı (L),

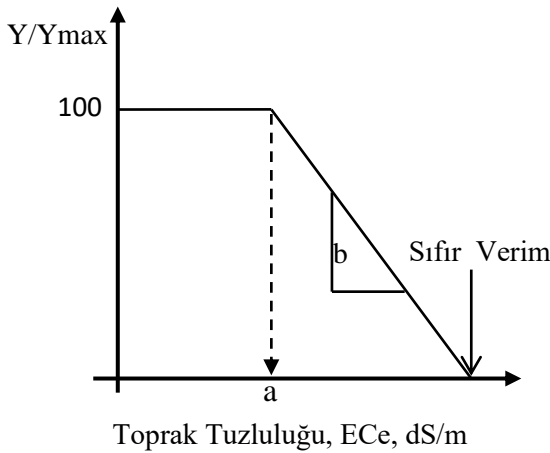
W_a : sulama yapılmadan önceki saksı ağırlığı (kg),

W_{fc} : saksının tarla kapasitesindeki ağırlığı (kg) olarak belirtilir.

LF : yıkama oranı

Toprağa verilen tuzlu sular ile saksılardaki toprakta fazla tuzluluk birikimi söz konusudur. Bu durumu önlemek amacıyla her saksı için %15 oranında (LF=0.15) yıkama yapılacağı belirlenmiştir (Maas ve Hoffman, 1977; Ayers ve Wescot, 1989). Yapılan her sulamadan sonra altlıklardaki drenaj sularının miktarları beher yardımıyla ölçülüp, drenajın elektriksel iletkenlik değerine (EC) bakılıp not edilmiştir.

Mass ve Hoffman, 1977 tarafından bitki tuz tolerans modeli olarak kullanılan toprak tuzluluğu ve oransal verim arasındaki ilişkileri Şekil 3.8'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Toprak tuzluluğu ve oransal verim arasındaki bitki tolerans ilişkisi

Bitkiler belirli bir tuzluluk düzeyine kadar verimde etkilenme yaşamaz. Her bitkide farklılık gösteren bu “a” değeri tuzluluk eşik değeri olarak adlandırılmaktadır. Meiri ve Plaut (1985), bu değerden sonra artan tuzluluk seviyesine bağlı olarak verimde lineer bir şekilde azalmanın gözlemlendiğini bildirilmiş ve bu azalma aşağıdaki denklem (1.3) ile gösterilmiştir.

$$\frac{Y}{Y_{max}} = 1 - bx(EC_e - a) \quad (1.3)$$

Bu denklemde verilen “Y” değeri verimi, “Y_{max}” değeri tuzlu koşullardaki verimi, “a” verimin azalmaya başladığı andaki tuzluluk eşik değerini, “EC_e” toprak saturasyon ekstraktı tuzluluk düzeyi ve “b” ise grafikte oluşan eğrinin eğimini bildirmektedir.

Tuzlu koşullarda bitkilerin strese girmesi nedeniyle verimdeki düşüşü belirlemek amacıyla aşağıdaki denklem 1.4’te gösterildiği şekilde kullanılmaktadır (Maas ve Hoffman, 1977).

$$\frac{Y_a}{Y_m} = 1 - (EC_e - EC_{e \text{ threshold}})x \frac{b}{100} \quad (1.4)$$

Denklemde;

Y_a, EC_{threshold} < EC_e durumundaki verimi,

Y_m, EC_{threshold} > EC_e durumundaki verimi,

EC_e, toprağın elektriksel iletkenliğini (dS/m),

EC_{threshold}, tuzluluk eşik değeri (dS/m),

b, tuzluluk eşik değerinden sonra azalan verim değerini göstermektedir.

Her iki sulama arasındaki bitki su tüketiminin (ET_c) hesaplanmasında uygulanan yöntem aşağıdaki denklem (1.5) yardımıyla yapılmıştır (Semiz vd, 2013; Kurunç vd, 2011; Hancıoğlu, 2012).

$$ET_c = (W_n - W_{n+1}) + (IW - R) \quad (1.5)$$

Bu denklemde gösterilen ET_c değeri, bitki su tüketimini (mm/gün) olarak belirtir. W_n ve W_{n+1} ise ardışık iki sulama günündeki sulama yapılmadan önce tartılan saksı ağırlıklarını (kg), IW değeri, tuzlu koşullardaki her sulama için gerekli olan

sulama suyu miktarını (denklem 1.2) (L), R değeri ise n. sulamadan sonra oluşan drenaj suyu miktarını (L) belirtmektedir.

Her iki sulama arasında bulunan bitki su tüketimi miktarının bulunmasıyla birlikte, tuzluluk düzeyinin artmasıyla verimdeki azalmayı gösteren bitki verim etmeni olan K_y değerinin belirlenmesi için denklem 1.6 kullanılmıştır (Doorenbos ve Kassam, 1986).

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = K_y x \left[1 - \left(\frac{ET_a}{ET_m}\right)\right] \quad (1.6)$$

Denklemdaki, ET_a ve Y_a , sırasıyla tuzlu koşullardaki bitki su tüketimi ve verimi ifade etmektedir. ET_m ve Y_m ise tuzluluk sorunun olmadığı koşullardaki bitki su tüketimi ve verimi ifade etmektedir.

3.2.3. Laboratuvar çalışmalarında yapılan analizler

3.2.3.1. Toprak fiziksel ve kimyasal analizleri

Hasat sonrası topraktaki analizleri yapabilmek için her saksının orta kısmından ve 4 cm aşağısından iki noktadan toprak örneği alınmıştır. Alınan bu örnekler hava kuru oluncaya kadar laboratuvar ortamında kurutulmuştur. Kurutulan topraklar dövülerek 2 mm'lik elekten geçirilerek analizlere uygun hale getirilmiştir.

Toprak Bünyesinin belirlenmesinde Bouyoucos'un (1951)' de gösterdiği esaslara dayanarak hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir. Yapılan bu analize göre kum, kil, silt yüzdeleri toprak sınıflandırma üçgeni yardımı ile toprağın tekstür sınıfı belirlenmiştir.

Çizelge 3.4. Denemede kullanılan topraklarının tekstür sınıfı

Toprak Yapısı	%	
Kum	47.3	Sandy Clay
Kil	35.5	(Kumlu Kil)
Silt	17.2	

Klute (1986)' da belirttiği esaslara göre, tarla kapasitesi belirlemede poroz levhalı basınçlı membran aleti ile plastik çemberlere yerleştirilen topraklar doygun hale getirildikten sonra 1/3 atm basınç altında tutulmasıyla belirlenmiştir.

Solma noktasının belirlenmesi Tüzüner (1990)'in belirttiği esaslara göre tarla kapasitesinde uygulanan basınçlı membran aletinde 15 atm basınç altında belirlenmiştir.

Toprak EC ve pH'ını belirlemek için hasat sonrası her saksının orta kısımlarından alınan örnekler hava kuru ağırlığı oluncaya kadar kurutulup 2 mm'lik elek ile elenmiştir. 20 g toprağa 20 ml saf su ekleyerek oluşturulan süzükler 1:1 oranında hazırlanmıştır. Hazırlanan süzükler 30 dk karıştırıcıda çalkanmıştır. Her bir örnek için EC ve pH değerleri ölçülmüştür (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. EC ve pH ölçümleri

Topraktaki kalsiyum (Ca^{+2}) ve magnezyum (Mg^{+2}) tayinini belirlemek için 3 g toprak 25 ml amonyum asetat ($NH_4CH_3CO_2$) ile oluşturulan ekstraktından elde edilen süzükte (Kacar, 1995)'de belirtildiği esaslara göre kullanılan EDTA miktarına bağlı olarak titrasyon yöntemiyle belirlenmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Kalsiyum ve magnezyum analizi

Sodyum (Na^+) ve potasyum (K^+) tayinini belirlemek için (Kacar, 1972)'in belirttiği esaslara göre toprak örneklerinin pH 7'de 1N Amonyum asetat ($\text{NH}_4\text{CH}_3\text{CO}_2$) ile ekstrakte edilmesinden elde edilen süzüklerin flame (alev) fotometresi ile okunarak belirlenmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Sodyum ve potasyum analizi

3.2.3.2. Bitki analizleri

Sera koşullarında yürütülen bu çalışmanın hasatı yapıldıktan sonra (Purty vd. 2008) de karnabahar bitkisinde yaptığı ölçümler esas alınmıştır. Buna bağlı olarak aşağıdaki parametreler incelenmiştir.

1. **Bitki Boyu:** Kök ile gövde birleşiminden başlanarak yaprak ucuna kadar olan kısım cetvel yardımıyla ölçülerek cm olarak ifade edilmiştir.
2. **Kök Uzunluğu:** Karnabahar bitkisinin kökleri saçak kök olması nedeniyle saksıları devirip köklere zarar vermeden toprağı yıkayarak kökler alınmıştır. Cetvel yardımı ile cm olarak uzunluk belirlenmiştir.



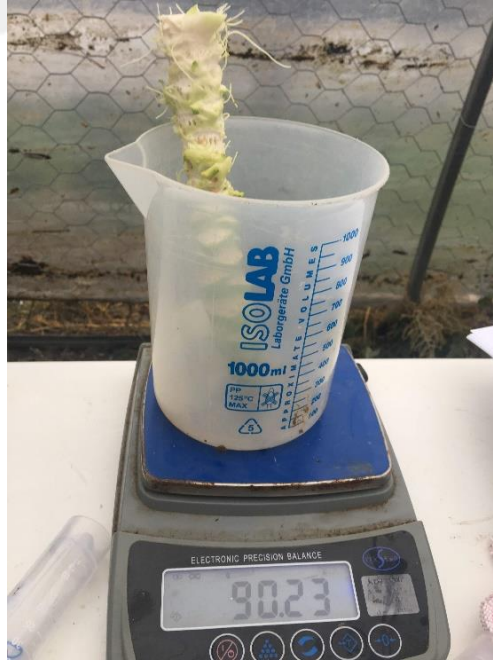
Şekil 3.12. Hasat sonrası karnabahar kök bölgesi temizlenmesi ve ölçümü

3. **Gövde Boyu:** Karnabaharın taç kısmı olarak adlandırılan meyve kısmından kök başlangıcına kadar olan kısım cetvel yardımıyla ölçülüp cm olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.13. Hasat sonrası karnabahar gövde boyu ölçümü

4. **Gövde Ağırlığı:** Kök başlangıcı ile meyve oluşum başlangıcı arasındaki kısım kesilip hassas terazi ile tartılarak g olarak ifade edilmiştir.



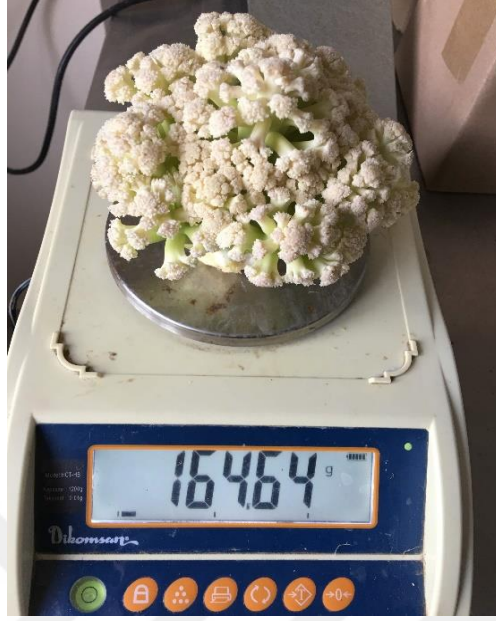
Şekil 3.14. Hasat sonrası karnabahar gövde ağırlığı

5. **Kök Ağırlığı:** Toprak üstünde kalan kısım toprakla birleştiği yerden kesilip hasadı yapıldıktan sonra toprak içinde kalan kısım topraktan ayrıştırılıp yıkanmıştır. Hassas terazi ile tartılıp g olarak ifade edilmiştir.
6. **Klorofil İçeriği:** Karnabahar bitkisinin sağlam yapraklarından iç, orta ve dış kısımlarından yapraklar hem sulama öncesi hem de sulama sonrası ölçümler yapılmıştır. Appogee (CCM-200) klorofil metre ile ölçülerek CCI (Chlorophyll Content Index) olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.15. Karnabahar bitki yaprakları klorofil ölçümü

7. **Taç Ağırlığı:** Karnabahar bitkisinin yenilebilir meyve olan kısmı taç diye ifade edilmektedir. Bitkiden kesilen taç kısım hassas terazi ile tartılıp g olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.16. Hasat sonrası karnabahar taç ağırlığı

8. **Gövde Çapı:** Taç kısmı ile kök kısmı başlangıçları arasında kalan kısım kumpas ile ölçülüp cm olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.18. Hasat sonrası karnabahar gövde çapı ölçümü

9. **Taç Çapı:** Taç kısımlar hasat edildikten sonra kumpas ile ölçülüp cm olarak ifade edilmiştir.

- 10. Yaprak Sayısı:** Hasat edilen her saksıdaki karnabahar bitki yaprakları adet olarak sayılıp not alınmıştır.
- 11. Taç Boyu:** Karnabahar taç kısmının uzunluğu ölçülüp cm cinsinden ifade edilmiştir.
- 12. Gövde Kuru Ağırlığı:** Gövde kısmı, sıcaklığı 65 °C'ye ayarlanmış etüvde ağırlığı sabit oluncaya kadar kurutulmuştur. Kurutulan gövde hassas terazi ile tartılarak g olarak ifade edilmiştir.
- 13. Kök Kuru Ağırlığı:** Karnabaharın kök kısmı sıcaklığı 65 °C'ye ayarlanmış etüvde ağırlığı sabit oluncaya kadar kurutulup hassas terazi ile tartılıp g olarak ifade edilmiştir.



3.2.3.3. İstatistiksel analizler

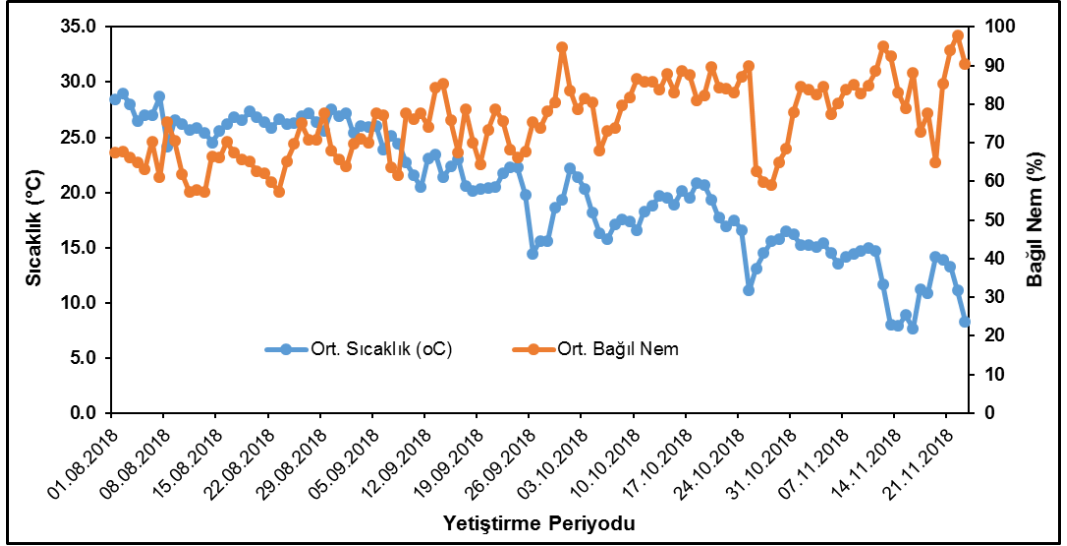
Farklı sulama suyu kalitesindeki karnabahar (*Brassica oleracea* L.) bitkisinde verim ve kalite parametrelerinin belirlenmesi için istatistiksel analizlerde MS Excel 2016, JMP 14.0, SPSS 16.0 programlarından yararlanılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel karşılaştırmaları yapılırken hata barları kullanılmıştır. Verilerin konulara ait ortalamaları sınıflandırılırken LSD Student's t testi $p \leq 0.01$ önem düzeyinde belirtilmiştir.



BULGULAR VE TARTIŞMA

3.3. Sera Ortam Sıcaklık ve Bağıl Nem Değerleri

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sera Ünitesi'nde Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü için ayrılan plastik örtü ile kaplı olan, çelik konstrüksiyonlu üstü kapalı yanları açılıp kapanabilen 120 m²'lik bir sera alanında yetiştirilen karnabahar bitkisinin yetiştirme dönemindeki sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin günlük değişimi Şekil 4.1.' de tanımlayıcı bilgiler ise Çizelge 4.1. 'de verilmiştir. Deneme kurulumundan hasada kadar olan sürece dış ortam şartlarının sağlanması hedeflenmiştir. Sera ortamına yerleştirilen Datalogger (KISTOCK Marka KIMO datalogger) cihazı ile sıcaklık ve bağıl nem verileri kayıt altına alınmıştır. Sıcaklığın artması bağıl nemin azalmasına sebep olurken aynı şekilde sıcaklığın azalması bağıl nemin artmasına neden olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Karnabahar bitkisi yetiştirme periyodunda sıcaklık ve bağıl nem değerleri

Çizelge 4.1. Yetiştirme periyodunda aylara göre sera içi sıcaklık ve bağıl nem değerleri

Aylar	Sıcaklık (°C)			Bağıl Nem (%)		
	En Yüksek	En Düşük	Ortalama	En Yüksek	En Düşük	Ortalama
Ağustos	37.46	26.58	19.85	86.81	36.84	66.03
Eylül	32.51	21.80	16.19	92.34	43.83	74.27
Ekim	28.29	17.75	13.07	94.32	49.51	79.50
Kasım	22.83	12.57	7.88	96.41	54.74	84.30

3.4. Bitki Su Tüketimi

Karnabahar bitkisinin fideleri saksılara dikildikten 15 gün sonra belirlenen tuzluluk derecelerindeki tuzlu sular ile sulanmaya başlanmıştır. Belirlenen farklı sulama suyu tuzluluğu değerleriyle sulanan karnabahar bitkisine ait toplam bitki su tüketimi Çizelge 4.2’de gösterilmektedir. Yaptığımız çalışmada beş farklı sulama suyu tuzluluğu değeriyle sulanan karnabahar bitkisinin zamansal değişimi ise Şekil 4.2’de gösterilmektedir.

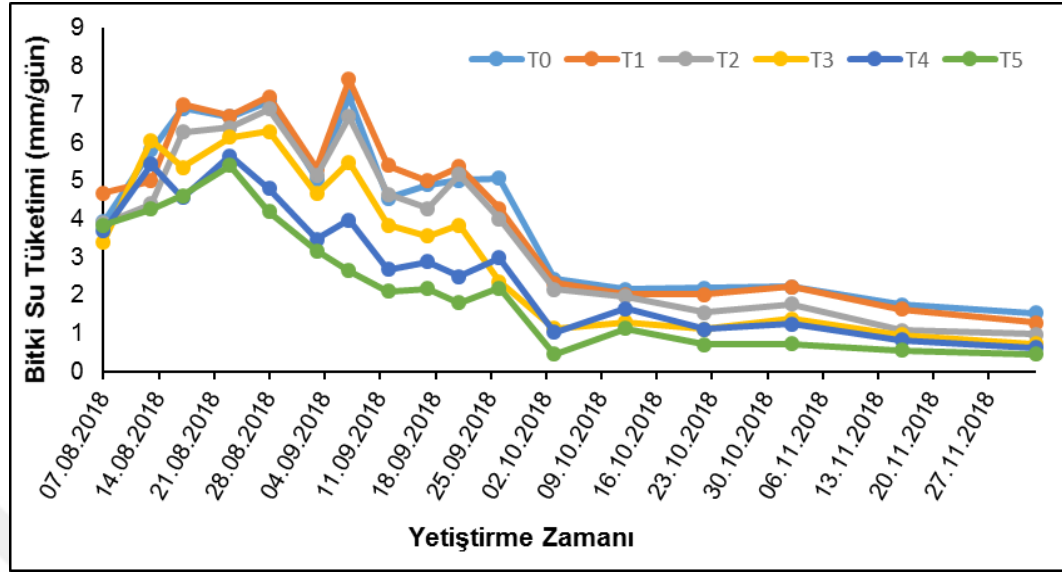
Çizelge 4.2. Ölçülen bitki su tüketimi değerleri (mm)

Konular	Sulama Sayısı	Bitki Su Tüketimi (mm)	Oransal ET (%)
T ₀ (0.38 dS/m)	17	447.79 ^a	100
T ₁ (1.5 dS/m)	17	445.72 ^a	99.5
T ₂ (4.5 dS/m)	17	393.45 ^{ab}	87.9
T ₃ (7.0 dS/m)	17	335.88 ^b	75
T ₄ (10.0 dS/m)	17	291.92 ^{cd}	65.2
T ₅ (15.0 dS/m)	17	235.48 ^d	52.6
LSD değeri	-	67.98*	-

LSD testine göre ; *: p < 0.01 düzeyinde önemli, ** p < 0.05 düzeyinde önemli

Farklı sulama suyu kalitesinde karnabahar bitkisinin bitki su tüketimi için yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Yetiştirme zamanı boyunca toplam 17 kere sulama yapılmıştır. İstatistiksel analiz sonucunda 4 farklı grup ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.2). En yüksek bitki su tüketimi değerlerine sahip olan T₀ ve T₁ konuları aynı grupta yer alırken, en fazla sulama suyu tuzluluğuna ve en düşük bitki su tüketimine sahip olan T₅ konusu ise en son grupta yer almaktadır.

Sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla beraber Şekil 4.2’de görüldüğü üzere bitki su tüketimi azalmaktadır.



Şekil 4.2. Farklı sulama suyu tuzluluğunda yetiştirme dönemi boyunca karnabahar bitkisi günlük su tüketimindeki değişimler

Bitki su tüketiminin en fazla olduğu T₀ konusunda toplam tüketim değeri 447.79 mm olup en düşük tüketim değeri ise T₅ konusu ile 235.48 mm olarak elde edilmiştir. Kontrol konusuna göre ET değerlerinde T₁, T₂, T₃, T₄ ve T₅ konularında %0.5, %12.1, %25, %34.8 ve %47.4 oranlarında azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun en yüksek olduğu T₅ konusunda ise bitki su tüketiminin en düşük düzeyde seyir ettiği saptanmıştır. En yüksek bitki su tüketimi 7 Eylül tarihli T₁ konusunda 7.66 mm/gün iken en düşük bitki su tüketimi 3 Kasım tarihli 0.46 mm/gün T₅ konusunda meydana gelmiştir.

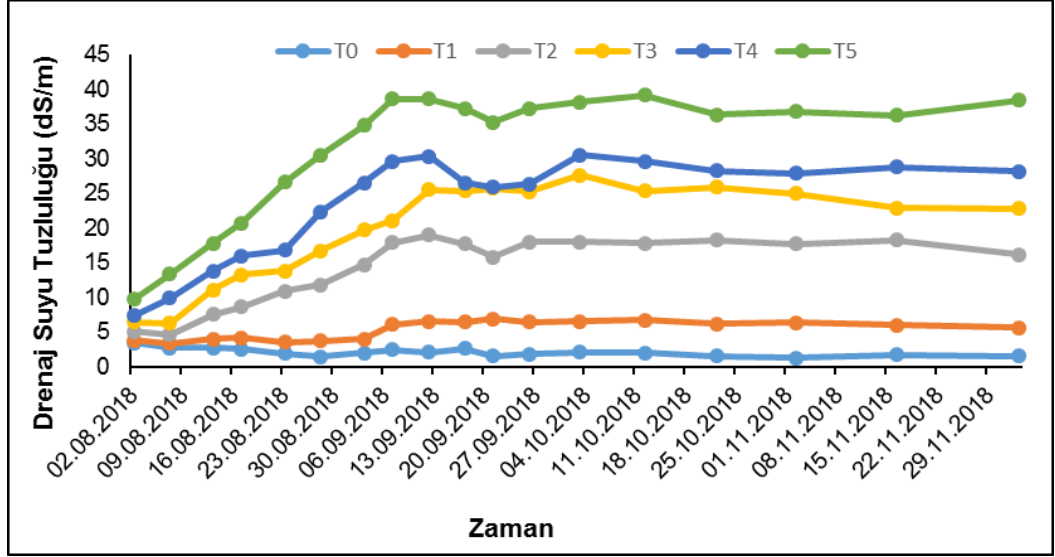
Ağustos ayının ilk haftaları olan sulama başlangıcında konulara göre vejetasyon boyunca bitki su tüketim değerlerinde hava sıcaklığının artıp azalmasından dolayı belirli dalgalanmalar oluşmuştur. Ağustos ayı ile Eylül ayı başlangıcında hava sıcaklık değerlerinin yüksek olmasından dolayı bitki su tüketimi değerlerinde artış söz konusudur (Şekil 4.2). Bu dönemde bitki su tüketimi üzerine evaporasyonun daha fazla etkili olduğu söylenebilir. Yetiştirme periyodunda zaman ilerledikçe toprak bünyesindeki tuzluluğun artması ozmotik potansiyelin etkisiyle beraber konular arasındaki bitki su tüketimindeki farklılıkların oluştuğu belirlenmiştir.

Sulamaların başlarında T_1 konusunda bitki su tüketimi en yüksek seviyedeyken 17 Eylül tarihine doğru kontrol konusu olan T_0 konusu ile birbirine yakın bitki su tüketim değeri izlenmiştir. 26 Eylül'den itibaren topraktaki tuzlanma nedeni ile bitki su tüketiminde T_0 konusuna göre azalma meydana gelmiştir (Şekil 4.2). 3 Eylül'den itibaren tüm konularda bitki su tüketiminde azalma meydana gelmiştir ve 3 Kasım'da en düşük değere ulaşılmıştır. Sonuç olarak toprak tuzluluğunun giderek artmasıyla bitki su tüketimi değerlerinde görülür bir şekilde azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir. Kiremit ve Arslan (2016) pırasa bitkisinde, Cemek vd. (2011) marul bitkisinde, Öztürk (2002) patlıcan bitkisinde benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Karnabahar bitkisinin, sulama suyu tuzluluğunun 1.5 dS/m ile sulanmasında bitki su tüketimini önemli derecede etkilemediği tespit edilmiştir. Ancak sulama suyu tuzluluğunun artması ile toprakta tuz birikmesini önleme amacıyla yıkama suyu ilave edilerek sulama yapılması önerilebilir.

3.5. Drenaj Suyu Kalitesi

Sulama suyundaki tuzluluk nedeniyle saksılardaki topraklarda fazla tuz birikimini engellemek amacıyla sulama suyu miktarına ilave olarak yıkama suyu verilmiştir. Verilen bu yıkama suyu sebebiyle bitki kök bölgesinde biriken fazla tuzlar yıkanarak drenaj sağlanmıştır. Saksıların altına yerleştirdiğimiz saksı altlıklarına biriken drenaj suları her sulama sonrasında miktarları ve elektriksel iletkenlikleri (EC_{dw}) ölçülerek not alınmıştır. Tuzluluk seviyelerine göre sulama periyodu süresince drenaj sularının elektriksel iletkenlik (EC) değerlerindeki azalış ve artış Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Farklı sulama suyu tuzluluğuna göre drenaj suyu tuzluluklarının zamansal değişimi

Çizelge 4.3'te görüldüğü üzere drenaj suyu tuzluluğu üzerine sulama suyu kalitesinin etkisi $p \leq 0.01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Sulama sularındaki tuzluluk seviyelerinin artışı drenaj suyu tuzluluğunu da arttırdığı belirlenmiştir (Şekil 4.3). T_0 (kontrol) konusundaki drenaj suyu elektriksel iletkenlik (EC) değeri sulama periyodu süresince çok az değişerek yatay doğrultuda ilerlemiştir. T_1 konusu da kontrol konusu T_0 'a yakın bir şekilde çok az artış göstererek sabit bir şekilde ilerlemiştir. T_2 , T_3 , T_4 ve T_5 konuları ise belirli bir seviyeye kadar doğrusal olarak artıp sabit bir seviyeye gelerek az miktarda artarak yatay doğrultuda seyir izlemiştir. 21 Eylül ile 10 Kasım tarihleri arasındaki bitki su tüketimindeki dalgalanmada da görüldüğü üzere drenaj suyu tuzluluğunda da farklılaşmaya neden olmuştur. Özellikle 21 Eylüldeki bitki su tüketim miktarının azalması toprakta daha az tuzun yıkanmasına sebep olup drenaj suyu tuzluluğunun da azalmasına neden olmuştur.

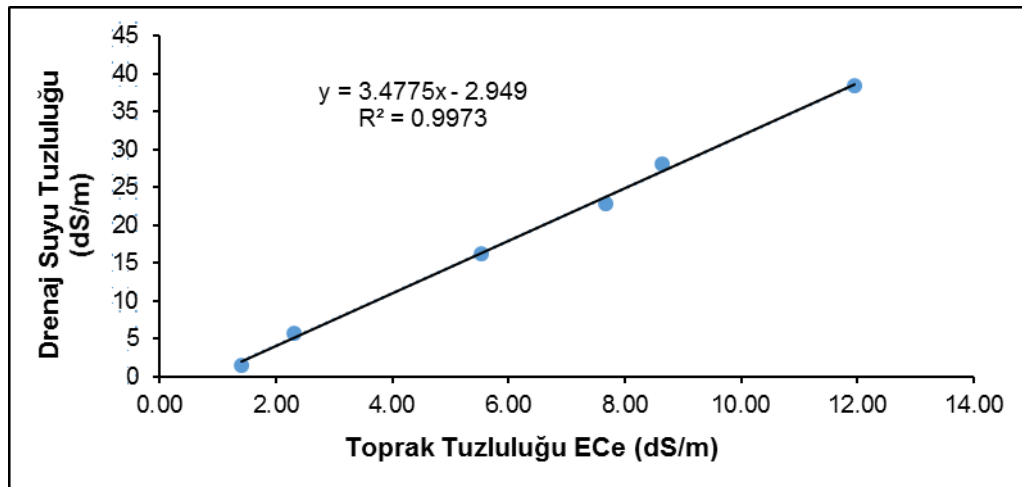
En son yapılan sulamadan sonra drene olan suların elektriksel iletkenlik (EC_{dw}) değerleri ve çalışma sonucunda elde edilen toplam drenaj suyu miktarları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Drenaj suyu miktarı, drenaj suyu elektriksel iletkenliği ve yıkama oranına ait istatistiksel analiz sonuçları

Konular (dS/m)	Drenaj Suyu Miktarı (L)	EC_{dw} (dS/m)	LF
T ₀ (0.38 dS/m)	6.12 ^a	1.53 ^d	0.15
T ₁ (1.5 dS/m)	5.91 ^a	5.70 ^d	0.15
T ₂ (4.5 dS/m)	4.91 ^b	16.18 ^c	0.15
T ₃ (7.0 dS/m)	4.32 ^{bc}	22.80 ^b	0.15
T ₄ (10.0 dS/m)	4.19 ^c	28.15 ^b	0.16
T ₅ (15.0 dS/m)	3.06 ^d	38.45 ^a	0.16
LSD Değeri	0.67*	6.56*	-

LSD testine göre *: $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli, **: $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli, ÖD: Önemli değil, EC_{dw} : Drenaj suyu elektriksel iletkenliği, LF: Yıkama Oranı

Drenaj suyu miktarları üzerine sulama suyundaki tuzluluğun etkisi istatistiksel olarak $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. 3.06 ile 6.12 lt arasında değişen drenaj suyu miktarı istatistiksel analiz sonucunda beş farklı grup oluşturmuştur. 6.12 lt ile en yüksek drenaj miktarına sahip olan T₀ kontrol konusundan ve 3.06 lt ile en düşük drenaj suyu miktarına sahip olan T₅ konusundan elde edilmiştir. Sulama suyunda artan tuzluluk düzeyinden dolayı toprakta biriken tuz miktarı ile drenaj suyundaki elektriksel iletkenlik değerinde yükselme meydana gelirken drenaj suyu miktarı azalmıştır. Ancak yıkama oranı önemli oranda değişmemiştir.



Şekil 4.4. Drenaj suyu tuzluluğunun topraktaki tuz düzeyi ile arasındaki ilişki

Farklı düzeyde tuzlu suların kullanımı sonucu meydana gelen toprak tuzluluğu ile LF=0.15 yıkama oranı kullanılarak devam eden sulamalar sonucu drene olan suların tuzluluğu arasındaki ilişki Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Drenaj suyu tuzluluğu ile toprak tuzluluğu arasında doğrusal bir ilişki bulunup $R^2= 0.997$ olarak hesaplanmıştır.

Çalışma kapsamında yıkama oranının %15 olması hedeflenmiştir. Ancak T₀, T₁, T₂ ve T₃ konularında bu hedefe ulaşılırken T₄ ve T₅ konularında %16 civarında olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.3).

3.6. Toprak Analiz Bulguları

Farklı tuzlulukta sulama suları kullanılarak yürütülen bu denemede altı farklı tuzluluk seviyesindeki her bir saksının orta kısımlarından ikişer örnek alınmıştır. Alınan bu örneklerde sulama suyunun toprağın kimyasal bileşenlerine yaptığı etki incelenmiştir. Hava kuru olarak kurutulan topraklar (1:1) oranında hazırlanıp saturasyon çamuru oluşturularak elektriksel iletkenlik değeri ölçülmüştür. Sulama suyu tuzluluğunun toprak özellikleri üzerine etkileri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Sulama suyu tuzluluğunun toprak özellikleri üzerine etkilerinin istatistiksel analizi

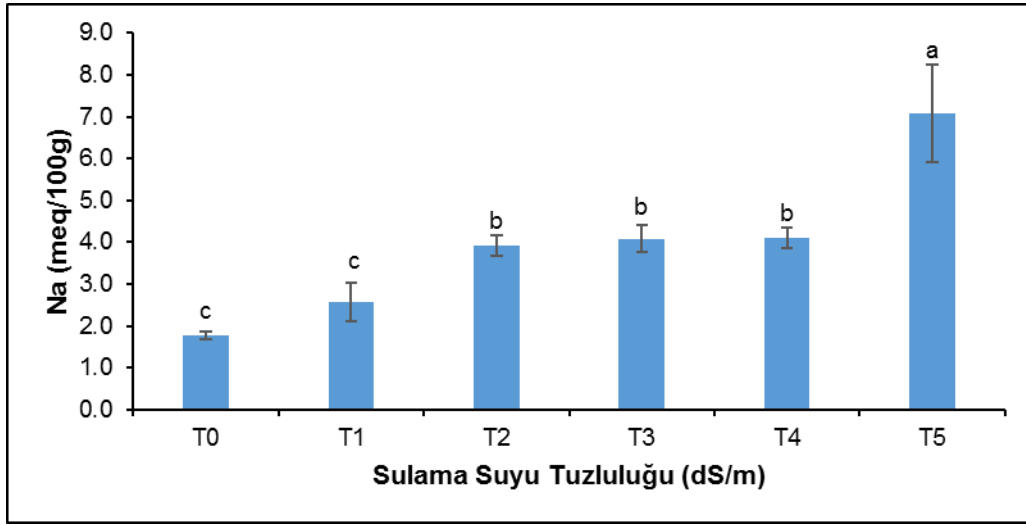
Konular	EC _e	pH	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca+Mg (meq/100g)	ESP %
T ₀	1.42 ^a	7.60 ^a	1.77 ^c	1.44 ^b	49.88 ^d	3.34 ^d
T ₁	2.30 ^b	7.50 ^b	2.57 ^c	1.29 ^c	48.58 ^d	5.28 ^c
T ₂	5.54 ^c	7.33 ^c	3.92 ^b	1.28 ^c	53.02 ^c	6.77 ^b
T ₃	7.67 ^d	7.23 ^d	4.08 ^b	1.44 ^b	57.87 ^b	6.48 ^{bc}
T ₄	8.65 ^e	7.24 ^d	4.09 ^a	1.44 ^b	61.13 ^a	6.14 ^{bc}
T ₅	11.95 ^f	7.20 ^d	7.07 ^a	1.58 ^a	56.06 ^{bc}	10.95 ^a
LSD Değeri	0.84*	0.048*	0.82*	Ö.D	3.13*	1.28*

LSD testine göre; *: $p \leq 0.01$ olasılık düzeyinde önemli, **: $p \leq 0.05$ olasılık düzeyinde önemli ÖD: Önemli değil

Çizelge 4.4'e bakıldığında T₀ konusundan T₅ konusuna geldikçe toprak tuzluluğu (EC_e) değerlerinin 1.42 dS/m'den 11.95 dS/m düzeyine çıktığı buna karşın toprak pH'sının 7.60'dan 7.20'ye azaldığı gözlemlenmektedir. İstatistiksel olarak incelendiğinde ise EC_e ve pH üzerine etkinin $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Artan sulama suyu tuzluluğunda T₀ kontrol konusunun toprak tuzluluğu baz alınarak bakıldığında buna bağlı olarak diğer konularda toprak tuzluluğu artmış toprak pH değerlerinde ise azalmanın meydana gelmiştir.

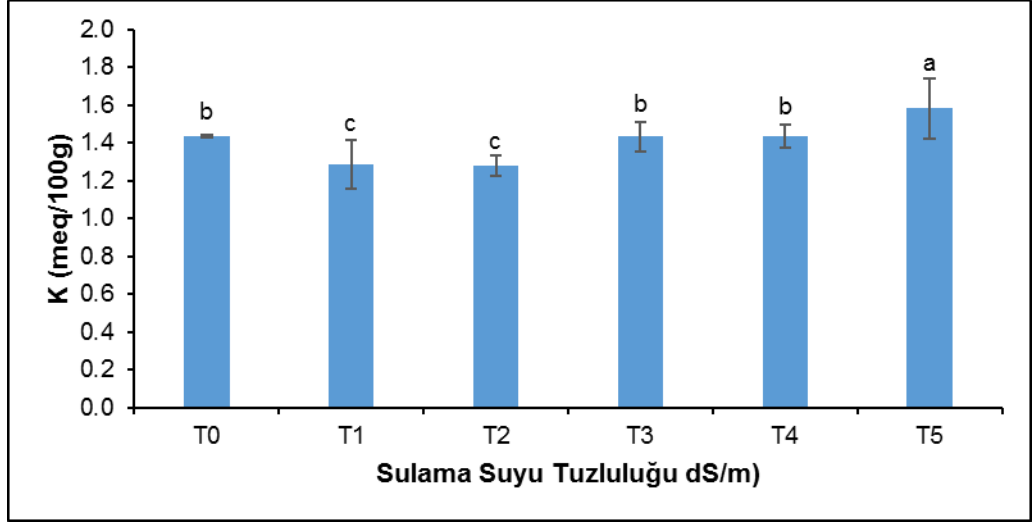
İstatistiksel analiz sonucunda toprak tuzluluğu değerlerinde altı farklı grup oluşmuştur. En düşük pH değeri 7.20 ile T₅ konusu, en yüksek pH değeri 7.60 ile T₀ kontrol konusunda belirlenmiş ve toprak tuzluluğuyla zıt yönde bir ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda dört farklı grup ortaya çıkmıştır.

Sulama suyu tuzluluk değerlerinin artmasıyla beraber toprak içerisindeki katyonlar incelendiğinde katyonlarda da artışların söz konusu olduğu belirlenmiştir.



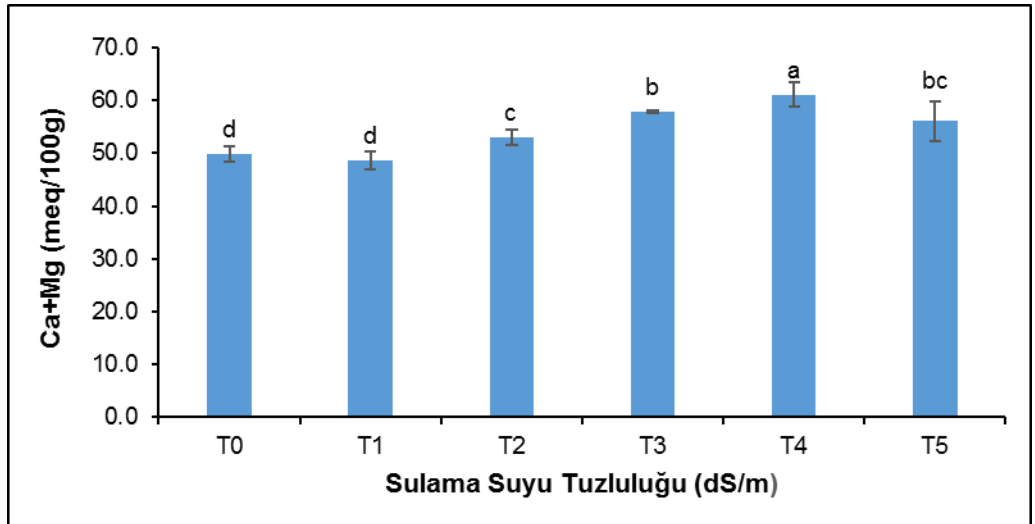
Şekil 4.5. Farklı sulama suyu tuzluluğuna göre sodyum miktarındaki değişim

Şekil 4.5'te görüldüğü üzere sodyum (Na⁺) içeriğinde en yüksek değer T₅ konusunda 7.07 meq/100g olarak elde edilirken en düşük değer ise T₀ kontrol konusunda 1.77 meq/100g olarak elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda Na içeriği yönünden $p \leq 0.01$ düzeyinde önemlilik gözlemlenip konular arasında üç grup elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluk düzeyinin artmasıyla birlikte topraktaki sodyum miktarının artış gösterip T₀ ve T₁ konuları istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. T₂, T₃ ve T₄ konuları da istatistiksel analiz sonucu kendi aralarında bir grup oluştururken sırasıyla artış göstermiş olup T₅ konusu ise en yüksek değere ulaşmış farklı bir grupta yer almaktadır.



Şekil 4.6. Farklı sulama suyu tuzluluğuna göre potasyum miktarındaki değişim

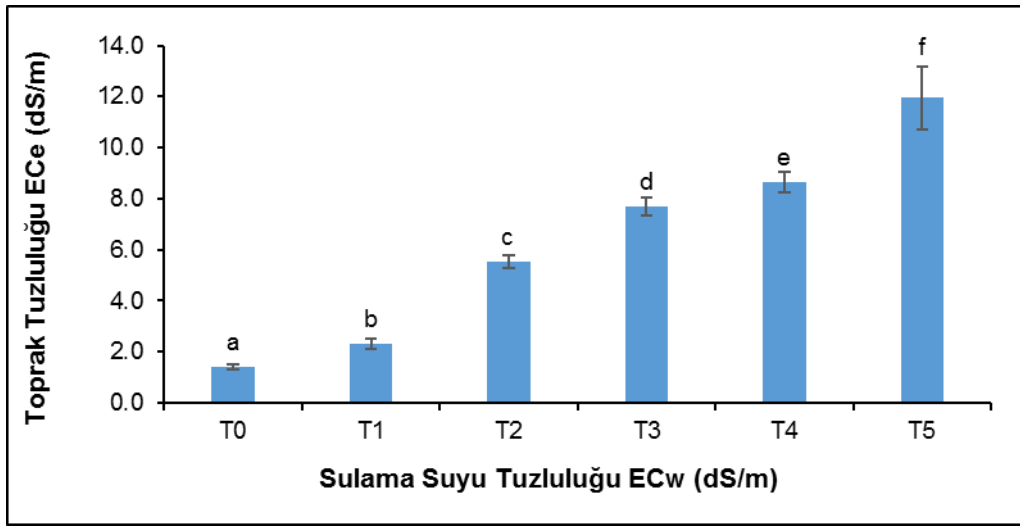
Sulama suyu tuzluluğundaki artış toprak içerisindeki potasyum (K^+) miktarını da istatistiksel olarak önemli şekilde etkilemiştir. T_0 kontrol konusu T_1 ve T_2 konularına göre bünyesinde daha fazla potasyum barındırdığı belirlenmiştir. En düşük potasyum miktarı T_2 konusunda 1.28 meq/100 g değerine sahipken, en yüksek potasyum miktarı T_5 konusunda 1.58 meq/100 g değerine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.42). Yapılan istatistiksel analiz sonucunda üç grupta çıkmıştır. T_0 , T_3 ve T_4 konuları aynı grup içerisinde yer almış olup üç konu da 1.44 meq/100 g değerliğine sahiptir.



Şekil 4.7. Farklı sulama suyu tuzluluğuna göre kalsiyum ve magnezyum miktarındaki değişim

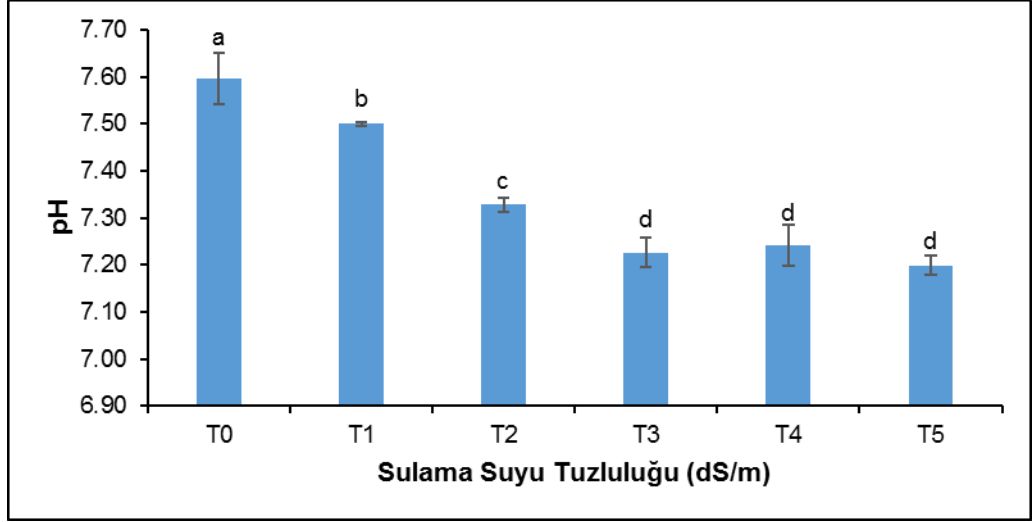
Toprak içerisinde bulunan katyonlardan kalsiyum ve magnezyum miktarının sulama suyu tuzluluğuna bağlı olarak değişimi Şekil 4.7’de verilmiştir. Sulama

suyu tuzluluğunun artmasıyla T₁ konusundan itibaren T₄ konusuna kadar Ca artış göstermiştir. Ancak sulama suyu içerisinde de bulunan bu iyonlar toprak içerisinde belirli bir seviyeye kadar tutunup daha fazlası yıkama sularıyla beraber çöktüğü için T₅ düzeyine geldiğinde belirli miktar azalma gözlenmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda $p \leq 0.01$ düzeyinde önem arz etmekte olup beş farklı gruba ayrılmıştır. En düşük kalsiyum ve magnezyum miktarı T₁ konusunda 48.58 meq/100 g seviyesindeyken en yüksek miktarda olan T₄ konusu 61.13 meq/100 g olarak belirlenmiştir. T₀ ve T₁ konuları aynı grup içerisinde yer almakta olup sırasıyla 49.88 meq/100 g ve 48.58 meq/100 g değerine sahiptir.



Şekil 4.8. Farklı sulama suyu tuzluluğuna bağlı toprak tuzluluk değişimi

Sulama suyu tuzluluğu (EC_w) ile toprak tuzluluğu (EC_e) arasındaki doğru orantı Şekil 4.8’de açık bir şekilde görülmektedir. Çizelge 4.4’te verilen değerlerde de görüldüğü üzere istatistiksel olarak toprak tuzluluğu altı farklı grup içerisinde yer almıştır. Sulama suyu kalitesine göre toprak tuzluluğuna bakıldığında T₀ konusu 1.42 dS/m ile en düşük seviyede olup, T₅ konusu 11.95 dS/m ile en yüksek seviyededir.



Şekil 4.9. Farklı sulama suyu tuzluluğuna bağlı toprak pH değişimi

Sulama suyu tuzluluğunun artması toprak tuzluluğunun artmasına neden olmuştur. Artan toprak tuzluluğu toprağın pH değerlerini önemli düzeyde azaltmıştır. Çizelge 4.4'te verilen değerlere göre Şekil 4.9'a bakıldığında yapılan istatistiksel analiz sonucunda toprak pH'sı istatistiksel olarak dört farklı grup içerisinde yer almıştır.

Deneme sonunda toprakların Ca, Mg ve K değerlerinde farklılıkların meydana gelmesi, yıkama oranına, bitki büyümesine, sulama suyu kalitesine ve bitki su tüketimine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği söylenebilir.

3.7. Bitki Analiz Bulguları

Çalışma bittikten sonra farklı sulama suyu tuzluluğuna sahip konulardan elde edilen hasat verilerinin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.5'te gösterilmiştir. Altı konudan oluşan çalışmada her konunun dört tekerrüründeki saksılardan bitkiler sökülerek ölçümler yapılmıştır. Her konuya ait bu dört tekerrürün ortalama gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, bitki boyu, meyve yaş ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı, gövde çapı, meyve çapı, meyve boyu, kök uzunluğu, gövde uzunluğu, klorofil içeriği değerleri saptanmıştır.

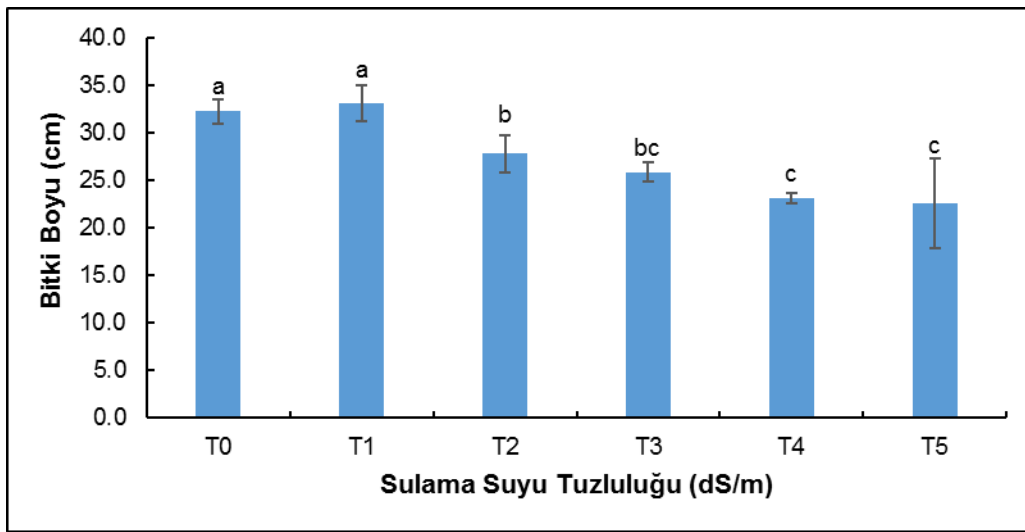
Çizelge 4.5. Farklı tuzlulukta sulama sularının karnabahar bitkisi büyüme ve verim parametreleri değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları

Analizler	Uygulamalar (dS/m)						Ortalama	LSD Değeri
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅		
Bitki Boyu (cm)	32.25 ^a	33.125 ^a	27.8 ^b	25.87 ^{bs}	23.15 ^c	22.6 ^c	27.46	3.45*
Gövde Yaş Ağırlığı (g)	81.48 ^{ab}	86.75 ^a	66.08 ^{bc}	60.69 ^{cd}	49.95 ^d	27.77 ^e	62.18	15.76*
Gövde Kuru Ağırlığı (g)	14.30 ^b	17.39 ^a	14.25 ^b	13.92 ^b	10.28 ^c	5.81 ^d	12.66	2.58*
Taç Yaş Ağırlığı (g)	249.9 ^a	239.9 ^b	169.3 ^c	115.2 ^d	104.3 ^e	103.2 ^e	163.6	6.54*
Kök Yaş Ağırlığı (g)	75.71 ^b	130.01 ^a	83.48 ^b	47.18 ^c	20.79 ^{cd}	10.30 ^d	61.25	27.5*
Kök Kuru Ağırlığı (g)	14.71 ^b	43.03 ^a	16.49 ^b	8.86 ^{bc}	3.84 ^c	1.97 ^c	14.81	10.48*
Klorofil İçeriği (CCI)	65.86 ^a	61.61 ^b	60.84 ^{bc}	56.54 ^{cd}	55.41 ^d	51.11 ^e	58.56	4.10*
Yaprak Sayısı (adet)	34 ^d	40.5 ^c	47.75 ^b	51.75 ^a	53.25 ^a	42.75 ^c	45	3.39*
Gövde Çapı (cm)	2.55	2.50	2.28	2.12	2.14	1.68	2.21	ÖD
Taç Çapı (cm)	12.00 ^a	9.05 ^b	4.68 ^c	3.78 ^{cd}	3.53 ^{cd}	3.28 ^d	6.08	1.22*
Taç Boyu (cm)	10.00 ^a	6.90 ^b	3.83 ^c	2.78 ^d	2.53 ^d	2.53 ^d	4.73	1.024*
Kök Uzunluğu (cm)	31.13 ^c	45.25 ^a	38.00 ^b	35.75 ^b	34.25 ^{bc}	20.13 ^d	34.08	4.196*
Gövde Boyu (cm)	20.50 ^a	19.78 ^{ab}	17.48 ^{bc}	16.25 ^{bc}	14.83 ^{bc}	11.13 ^d	16.66	2.86*

LSD testi'ne göre; *: p<0.01 düzeyinde önemli, **: p<0.05 düzeyinde önemli, ÖD: Önemli değil

4.5.1. Bitki boyu

Çalışma sonucunda istatistiksel analizlere göre karnabahar bitkisinin bitki boyu p<0.01 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Sulama suyu tuzluluk düzeyinin artması ile beraber bitki boyundaki azalma Şekil 4.10'da görülmektedir.



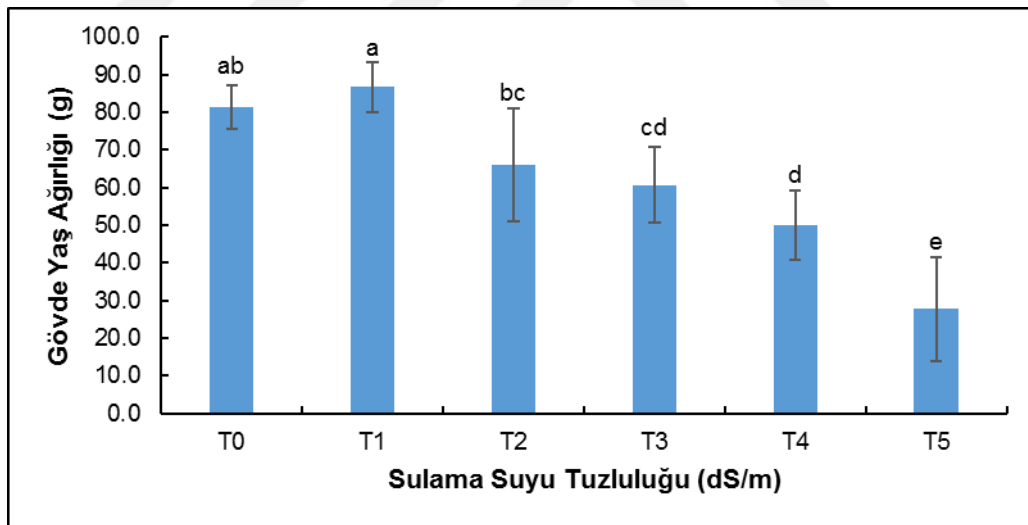
Şekil 4.10. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar bitki boyuna etkisi

Çalışmada her konunun tekerrür ortalamasından elde edilen sonuçlara göre en uzun bitki boyu T₁ konusunda 33.13 cm iken en kısa bitki boyu T₅ konusunda 22.60 cm olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda 4 farklı grup oluşmuştur. T₀ ve T₁ konuları aynı grupta yer alırken T₂ konusu ayrı bir grup, T₃ konusu da farklı bir gruba yerleşmiştir. En kısa bitki boylarına sahip olan T₄ ve T₅ konuları ise aynı grupta yer almaktadır.

Giuffrida vd (2016)'da sulama suyu tuzluluğunun karnabahar bitkisinin büyüme ve kalite parametrelerinin inceledikleri çalışmada, tuzluluk seviyesinin artmasıyla beraber bitki büyümesinde azalmalar olduğunu belirtmektedir. Bu bilgilere göre ve daha önce elde edilen verilere göre tuzluluk düzeyinin artması ile beraber bitki boylarında belirli düzeyde azalmaların neden olduğu belirlenmiştir.

3.7.2. Gövde yaş ağırlığı

Karnabahar bitkisi gövde yaş ağırlıkları tuzlu sulama uygulamaları istatistiksel analiz sonucu çok önemli düzeyde ($p \leq 0.01$) farklı bulunmuştur (Çizelge 4.5). İstatistiksel analiz sonucu elde edilen verilere bakılarak 4 farklı grup oluşmuştur (Şekil 4.11).



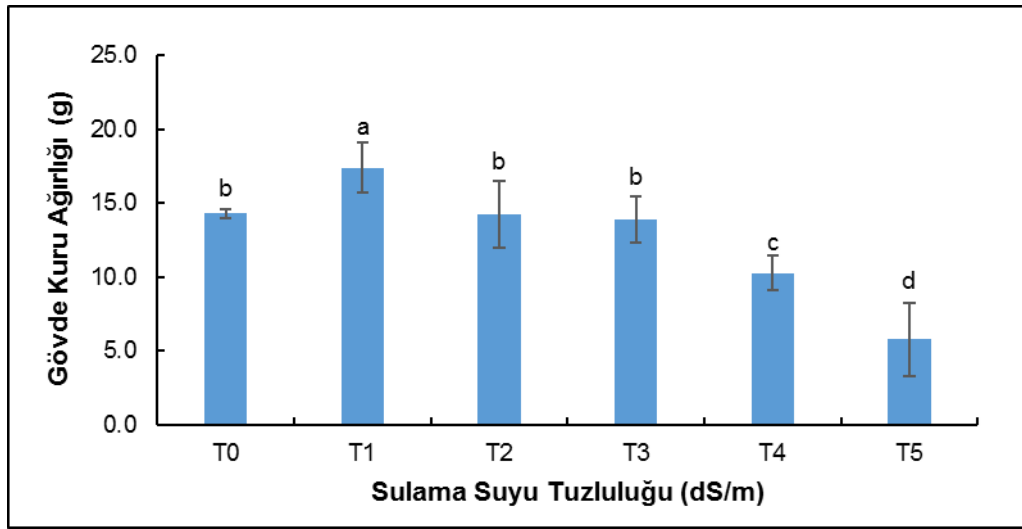
Şekil 4.11. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar bitki gövde yaş ağırlığına etkisi

Deneme sonunda elde edilen verilere göre Şekil 4.11'de görüldüğü üzere T₁ konusu 86.75 g ile en yüksek gövde yaş ağırlığına sahipken T₅ konusu 27.77 g ile en düşük gövde yaş ağırlığına sahip olduğu görülmektedir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre her konu ayrı LSD grubunda yer almıştır. Kontrol konusu olan T₀ ikinci grupta yer alıp 81.48 g üçüncü, dördüncü ve beşinci grupta yer alan T₂, T₃ ve T₄ konuları sırasıyla 66.08 g, 60.69 g ve 49.95 g verim elde edilmiştir.

Kiremit (2015), Samsun sera koşullarında pırasa bitkisinde yedi farklı tuzlu su ile ($T_0= 0.38$ dS/m, $T_1= 1.0$ dS/m, $T_2= 2.0$ dS/m, $T_3= 3.0$ dS/m, $T_4= 4.0$ dS/m, $T_5= 5.0$ dS/m, $T_7= 7.0$ dS/m) sulama yapılmıştır. Bitki kök ve gövde ağırlıkları tuzluluk düzeyleri arttıkça azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir. Bu çalışmadaki sonuçlar, yapılan diğer çalışmalarla elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

3.7.3. Gövde kuru ağırlığı

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda farklı sulama suyu tuzluluğuna göre gövde ve kök kuru ağırlıkları $p \leq 0.01$ önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.12).

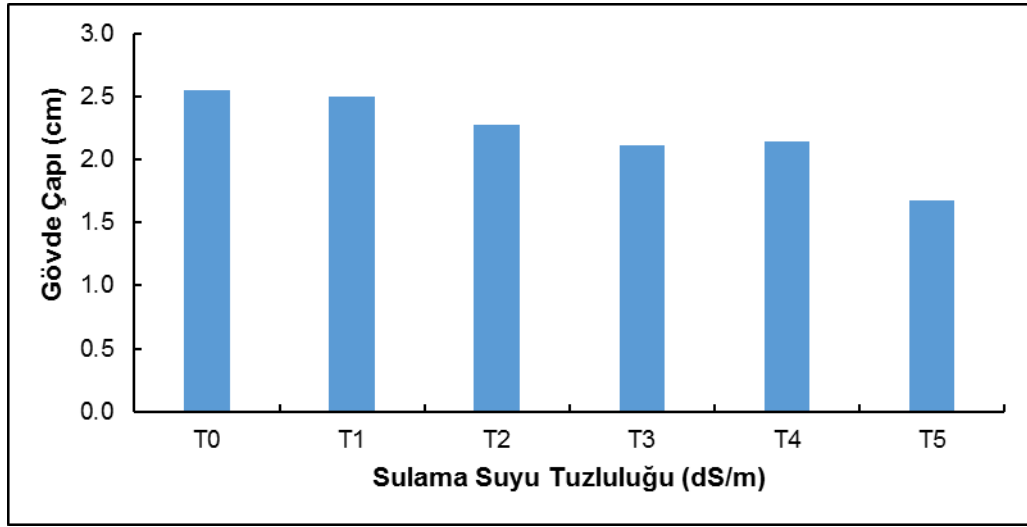


Şekil 4.12. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar gövde kuru ağırlığına etkisi

Şekil 4.12’de sulama suyu tuzluluğuna karşı gövde kuru ağırlığında oluşan değişimler incelendiğinde dört farklı LSD grubu oluşmuştur. En yüksek değere sahip olan T_1 konusu 17.39 g ile birinci grupta yer almaktadır. T_0 , T_2 ve T_3 konuları ise sırasıyla 14.30 g, 14.25 g ve 13.92 g ile ikinci grupta yer alırken dördüncü grupta olan 10.0 dS/m tuzluluk seviyesinde sulanan T_4 konusundan ise 10.28 g verim alınmıştır. En düşük verime 5.81 g ile sahip olan T_5 konusu ise son grupta yer almıştır.

3.7.4. Gövde çapı

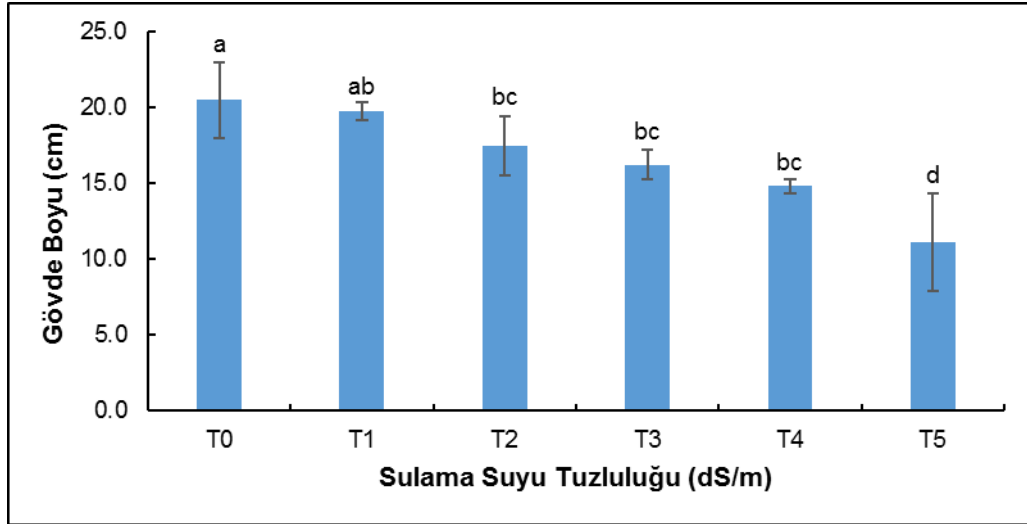
Karnabahar bitkisinin farklı tuzlulukta sulama sularıyla sulanması sonucu gövde çapında azalmaya neden olmasına karşılık bu fark yapılan istatistiksel analiz sonucunda önemli bulunmamıştır. Şekil 4.17’de görüldüğü üzere T_0 kontrol konusu 2.55 cm ile en yüksek gövde çapına sahip olan konudur. T_0 , T_1 , T_2 , T_3 , T_4 ve T_5 konuları ise sırasıyla 2.55, 2.50, 2.28, 2.12, 2.14 ve 1.68 cm gövde çapına sahiptir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar gövde çapına etkisi

3.7.5. Gövde boyu

Farklı tuzluluk konularından elde edilen karnabahar gövde boyuna ait veriler Çizelge 4.5'te verilmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun karnabahar gövde boyuna etkisine incelendiği bu çalışmada istatistiksel olarak $p \leq 0.01$ önem düzeyinde tuzluluğun gövde boyu üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. LSD testi sonucunda dört grup meydana gelmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar gövde boyuna etkisi

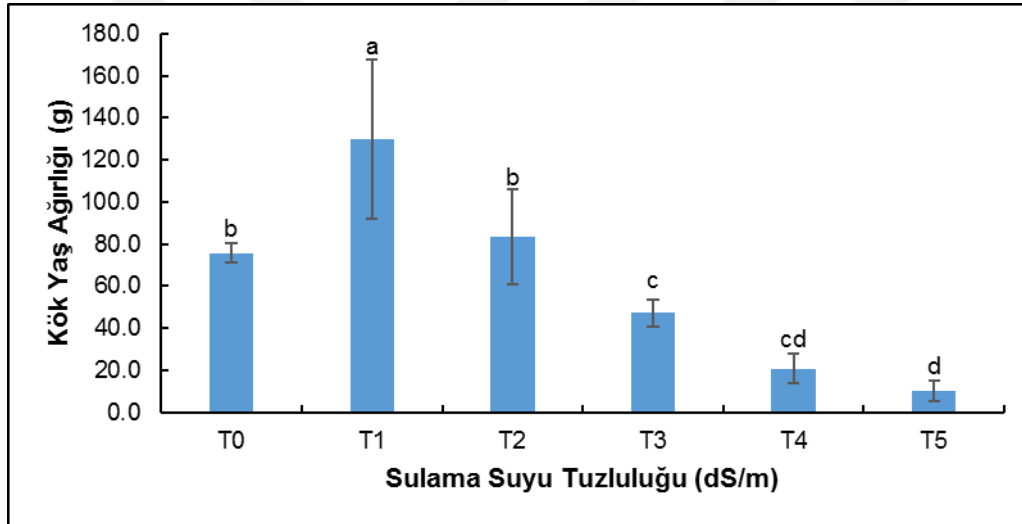
Şekil 4.14 incelendiğinde tuzluluğun artmasına paralel şekilde azalma meydana getirdiği görülmektedir. En uzun gövde boyuna 20.50 cm ile T₀ kontrol konusu birinci grupta yer almaktadır. İkinci grubu 19.78 cm ile T₁ konusu yer almaktadır. T₂, T₃ ve

T₄ konularının aralarında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır. Sırasıyla 17.48, 16.25, 14.83 cm gövde boyuna sahip olan bu konular üçüncü grubu oluşturmaktadır. En kısa gövde boyu 11.13 cm ile tuzluluğun en fazla olduğu ve en son grupta olan T₅ konusunda yer almıştır.

Göçer (2017), yedi farklı sulama suyu tuzluluğu uyguladığı ada çayı bitkisinde gövde uzunluğu parametresi incelendiğinde tuzluluktan oldukça etkilendiği ve tuzluluk arttıkça gövde boyunun azaldığı belirlenmiştir.

3.7.6. Kök yaş ağırlığı

Sulama suyu kalitesinin karnabahar bitkisinin kök yaş ağırlığına etkisi $p \leq 0.01$ olasılık seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Analiz sonucunda elde edilen verilere göre beş farklı istatistiksel gruplara ayrılmıştır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar bitki kök yaş ağırlığına etkisi

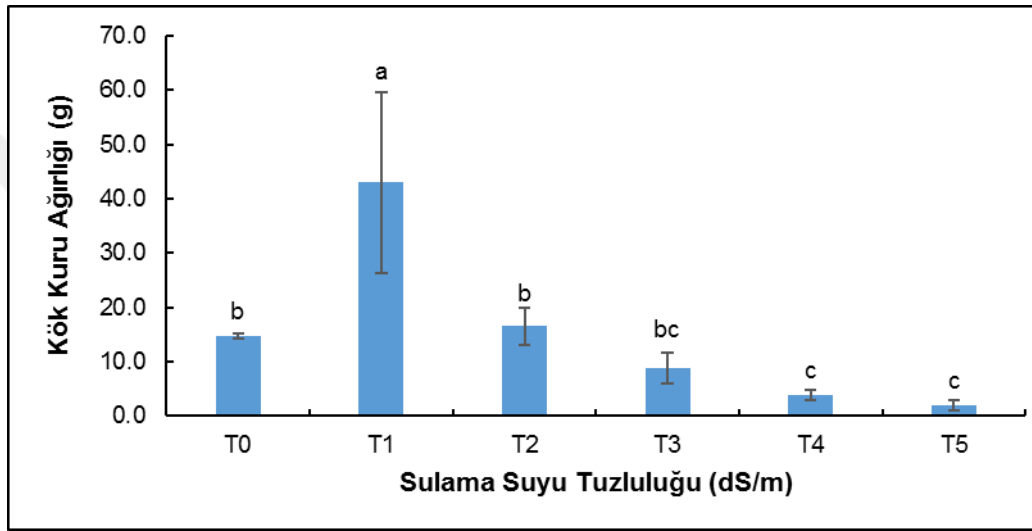
Şekil 4.15'te görüldüğü üzere karnabahar bitkisinin kök yaş ağırlığı verileri incelendiğinde birinci grupta yer alan T₁ konusu 130.01g en yüksek kök ağırlığına sahip olmuştur. İkinci grupta yer alan T₀ ve T₂ konularında kök ağırlığı sırasıyla 75.71 g ve 83.48 g bulunmuştur. Üçüncü grupta yer alan T₃ konusu kök yaş ağırlığı 47.18 g olarak bulunup, T₄ konusu ise 20.79 g verim ile dördüncü grupta yer almıştır. Son grupta olan ve kök ağırlığının en düşük düzeyde bulunan T₅ konusu 15.0 dS/m tuzluluk düzeyinde 10.30 g olarak belirlenmiştir.

Sulama suyu tuzluluk düzeyinin artmasıyla beraber karnabahar bitkisinin gövde ve kök yaş ağırlığında önemli derecede azalmanın meydana geldiği görülmüştür. Tuzlu koşullar bitkilerin gelişimine engel olan önemli stres faktörüdür.

Araştırmacıların birçoğu tuzlu koşullarda yapılan sulamanın ve tuzlu toprakların bitki gelişimini ve verimine etkilerini araştırmışlardır. Rameshwaran vd (2016), Antalya sera koşulları altında biber bitkisinde damla sulama ile dört farklı tuzlu su (1.0, 2.5, 3.5 ve 6.0 dS/m) kullandıkları çalışmada 1.43 dS/m tuzluluk eşik değerinden itibaren kök gelişiminin azaldığını belirtmiştir.

3.7.7. Kök kuru ağırlığı

Altı farklı sulama suyu tuzluluğu düzeyinde sulanan karnabahar bitkisinin kök kuru ağırlıkları istatistiksel analiz sonucunda dört farklı grup oluşturmuştur (şekil 4.16).



şekil 4.16. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar kök kuru ağırlığına etkisi

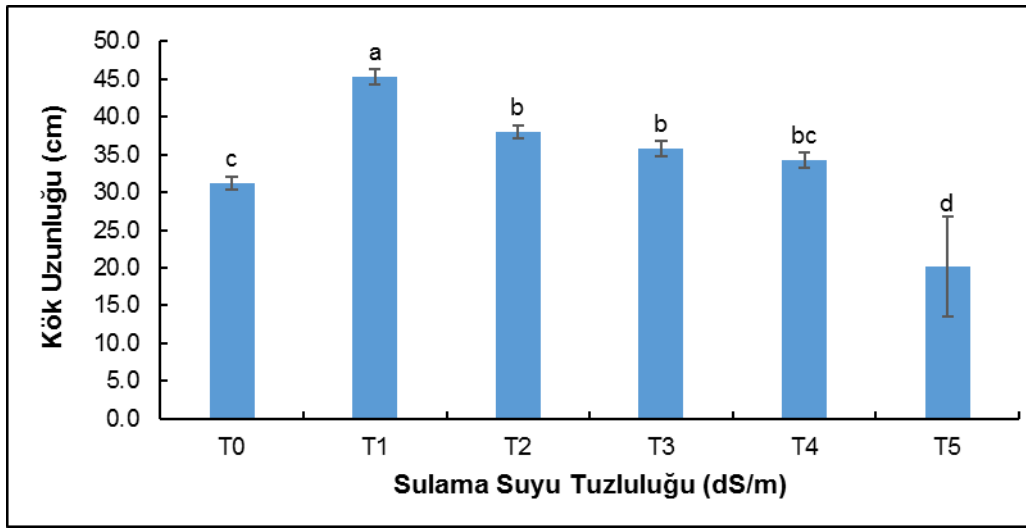
En yüksek değere sahip ve birinci grupta yer alan T₁ (1.5 dS/m) konusundan 43.03 g kök kuru ağırlığı elde edilmiştir. Kontrol konusu olan T₀ (0.38 dS/m) ve T₂ (4.5 dS/m) konusu sırasıyla 14.71 g ve 16.49 g olduğu gürölmektedir ve bu konular ikinci grupta yer almışlardır. Kontrol konusu T₀ olmasına rağmen T₂ konusundan daha yüksek kök kuru ağırlığı olduğu gözlenmektedir. T₃ konusu 8.86 g verim ile üçüncü grupta yer almaktadır. En düşük kök kuru ağırlığına sahip olan T₅ konusu T₄ konusu ile aynı grupta yer almaktadır. Kök kuru ağırlığı T₄ (10.0 dS/m) konusu 3.84 g, T₅ (15.0 dS/m) konusunda ise 1.97 g olarak belirlenmiştir.

şekil 4.16 incelendiğinde tuzluluk stresinin artmasıyla beraber karnabahar bitkisinin kök ağırlıklarının oldukça azaldığı gözlemlenmektedir. Kontrol konusu olan T₀ konusundan ziyade 1.5 dS/m tuzluluğa sahip olan T₁ konusundan en iyi kök kuru ağırlığı alındığı gözlemlenmektedir. Bu sonuca dayalı olarak karnabahar bitkisinin 1.5 dS/m gibi tuzluluk düzeylerine uygun olmak için fizyolojik ayarlamalar yaptığı

söylenbilir. Jamil vd (2005), Barissica türlerinden olan karnabahar, kanola ve lahana bitkilerinde dört farklı sulama suyu tuzluluğunda yaptıkları çalışmada tuzluluğun artmasıyla birlikte kök ağırlığında azalma olduğunu belirlenmiştir. Kurulan deneme sonucunda da 1.5 dS/m ‘den daha yüksek tuzlu suların kullanılması durumunda tuzluluğun artmasıyla birlikte kök ağırlığında azalma olduğu belirlenmiştir.

3.7.8. Kök uzunluğu

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda sulama suyu tuzluluk düzeyinin artması karnabahar bitkisi kök uzunluğu üzerinde $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli şekilde etkili olmuştur (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar kök uzunluğuna etkisi

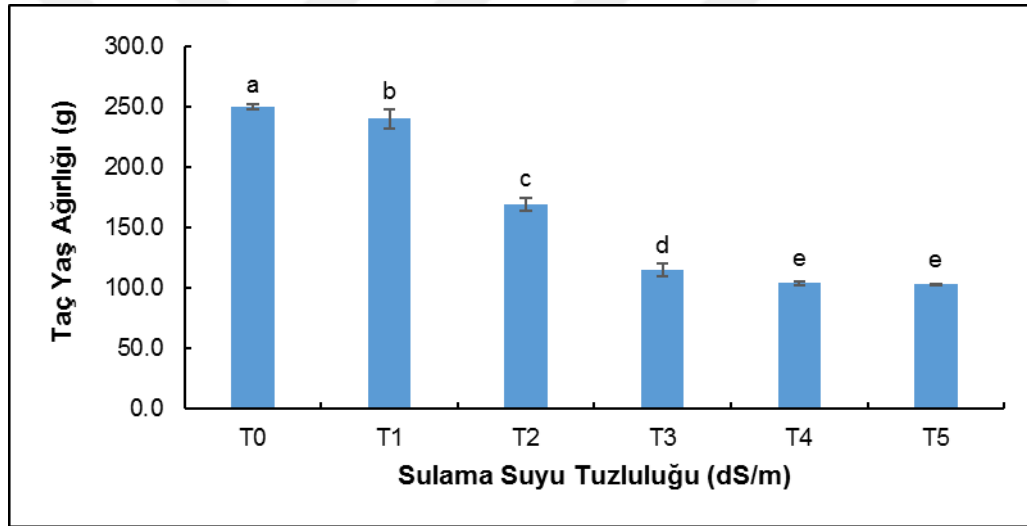
Karnabahar bitkisi kök uzunluğu için yapılan LSD testi sonucunda kök uzunluğu için beş farklı grup ortaya çıkmıştır. En fazla kök uzunluğuna 45.25 cm ile T₁ konusu sahip olup birinci grupta yer almaktadır. T₂ ve T₃ konularının aralarında istatistiksel olarak fark bulunamamış olup aynı grupta yer almaktadır. T₂ ve T₃ konuları sırasıyla 38.0 cm ve 35.75 cm olarak belirlenmiştir. Üçüncü grupta yer alan T₄ konusu 34.25 cm uzunluğunda bulunmuştur. T₀ kontrol konusu dördüncü grupta 31.13 cm ile yer almaktadır. En kısa kök uzunluğuna 20.13 cm ile sahip olan T₅ konusu son grupta yer almaktadır. Kök kuru ağırlığına benzer şekilde T₁ tuzluluk düzeylerinde bitki kök geliştirerek tuzluluğa karşı adapte olduğu söylenebilir. T₀ konusunda kök gelişimine harcanacak enerji verime harcanmış dolayısıyla daha yüksek verim alınmıştır.

Karnabahar bitki kökleri saçak kök şeklindedir. Olabildiğince zarar görmeden kökleri topraktan ayırmaya çalışılsa dahi gerçek uzunluğunun ölçülmesi oldukça zor

olmuştur. Deneme saksıda yürütülmesi nedeniyle hasat sonrası saksı içini komple saran kökler görülmüştür. T₀ kök uzunluğu fazla olmamasına rağmen en iyi meyve verimi veren konu oldu. Kaya vd (2003), üç farklı aspir türünde 7 farklı toprak tuzluluğunda (0.8, 2.5, 5.1, 8.7, 13.0, 15.2 ve 23.0 dS/m) yürüttükleri denemede kök büyümesinin tuzluluğunun artmasıyla azaldığı belirtilmiştir. Sonuç olarak yapılan çalışmada ve diğer tuzluluk çalışmalarında da görüldüğü üzere tuzluluğun artması kök uzunluğunun azalmasına neden olmuştur.

3.7.9. Taç yaş ağırlığı

Çalışma sonucunda hasat edilen karnabahar bitkisinin her konu için ortalama taç yaş ağırlıkları tartılmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda karnabahar bitkisinin taç yaş ağırlığı $p \leq 0.01$ olasılıkla önemli olduğu tespit edilmiştir. Karnabahar bitkisi için LSD testinde beş farklı grup olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar taç yaş ağırlığına etkisi

Hasat sonrası elde edilen ortalama taç yaş ağırlıklarına göre, kontrol konusu olan T₀ konusu 249.9 g ile en yüksek verime sahip olup birinci grupta yer almaktadır. Tuzluluk düzeyi 1.5 dS/m olan T₁ konusu ortalama taç yaş ağırlığına göre 239.9 g olarak belirlenip ikinci grupta yer almaktadır. Üçüncü ve dördüncü grupta yer alan T₂ ve T₃ konularında sırasıyla 169.3 g ve 115.2 g verim elde edilmiştir. T₄ konusundan elde edilen verim 104.3 g'dır. En düşük verime sahip olan T₅ konusu ise ortalama taç yaş ağırlığı 103.2 g olarak belirlenmiştir.

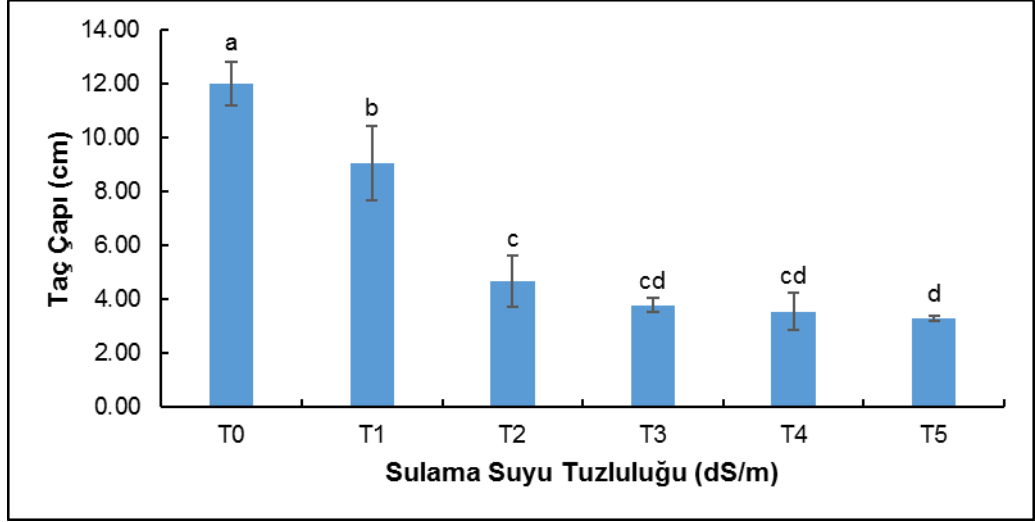
İstatistiksel olarak incelenen hasat verilerinde karnabahar taç yaş ağırlığında aralarında fark bulunmayan T₄ ve T₅ konuları aynı grupta yer almaktadır. Karnabahar

bitkisi için verimi belirleyen en önemli parametrelerden biri olan ta yaş ağırlığı sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla birlikte azaldığı belirlenmiştir. Elde edilen veriler baz alınarak karnabahar bitkisi 1.5 dS/m tuzluluk düzeyine kadar sulama yapıldığında verim açısından önemli bir şekilde ekonomik azalmanın meydana gelmeyeceği kanıtlanmıştır. 1.5 dS/m tuzluluk seviyesine kadar yapılan sulamalarda %15 düzeyinde yıkama yapılarak verilen sulama suları hem bitkiyi hem de toprağı olumsuz yönde etkilemeyecektir.

Ünlükara vd (2011), Tokat ilinde yaptıkları çalışmada, havuç bitkisi altı farklı sulama suyu tuzluluk düzeyinde (T₀: 0.75, T₁: 1.5, T₂: 2.5, T₃: 3.5, T₄: 5.0, T₅: 7.0 dS/m) yetiştirilmiştir. Tuzluluk seviyesinin artmasıyla beraber meyve yaş ağırlığının yani verimin azaldığı belirlenmiştir. Turhan vd (2014), farklı sulama suyu tuzluluğunda sarımsak bitkisinin verim ve kalite parametrelerini inceledikleri çalışmada altı farklı dozda tuz (1.60, 2.87, 4.14, 5.41, 6.68 ve 7.95 dS/m) kullanmışlardır. Toprak tuzluluğunun 2.87 dS/m 'den daha fazla olduğu koşullarda baş veriminde azalmanın meydana geldiği görülmüştür. Pascale (2005), farklı tuzluluk düzeylerinde karnabahar bitkisinde yaptığı çalışmada, Kadayıfçı (2004), farklı sulama suyu koşullarında soğan bitkisinde yaptığı çalışmada ve yapılan diğer çalışmalarda da olduğu gibi aynı sonuçlar elde ettiğimiz çalışmamızda tuzluluk seviyesinin artması verimin azalmasına neden olacağı belirlenmiştir.

3.7.10. Ta apı ve ta boyu

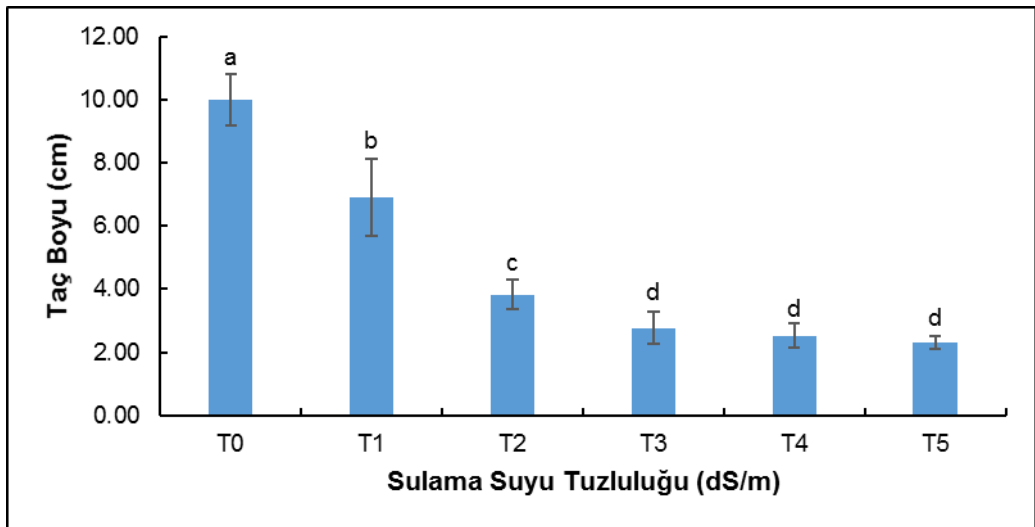
Karnabahar ta çapı ve ta boyu üzerine farklı sulama suyu seviyelerinin etkisi istatistiksel analiz sonucuna göre $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Karnabahar bitkisi ta çapı tuzluluk konularına göre 12.0 ile 3.28 cm arasında değişmektedir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda LSD testine göre beş grup oluşmuştur (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar taç çapına etkisi

Taç çapı en fazla olan 12.0 cm ile kontrol konusu T₀ konusu olup birinci grupta yer almaktadır. İkinci grubu oluşturan T₂ konusu 1.5 dS/m tuzluluk düzeyinde sulanıp 9.05 cm taç çapına sahip olunmuştur. T₂ (4.5 dS/m) konusu 4.68 cm ile üçüncü grupta yer almaktadır. T₃ ve T₄ konuları sırasıyla 3.78 cm ve 3.53 cm ile aralarında istatistiksel olarak bir fark bulanamayıp dördüncü grupta yer almaktadır. En az değere sahip olan tuzluluk düzeyi 15.0 dS/m ile sulanan T₅ konusu 3.28 cm taç çapına sahip olup son grupta yerini almaktadır.

Sulama suyu tuzluluğunun karnabahar bitki taç boyu üzerine istatistiksel olarak $p \leq 0.01$ önem düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir. Karnabahar taç boyu LSD testi sonucunda dört farklı grup oluşmuştur (Şekil 4.20).



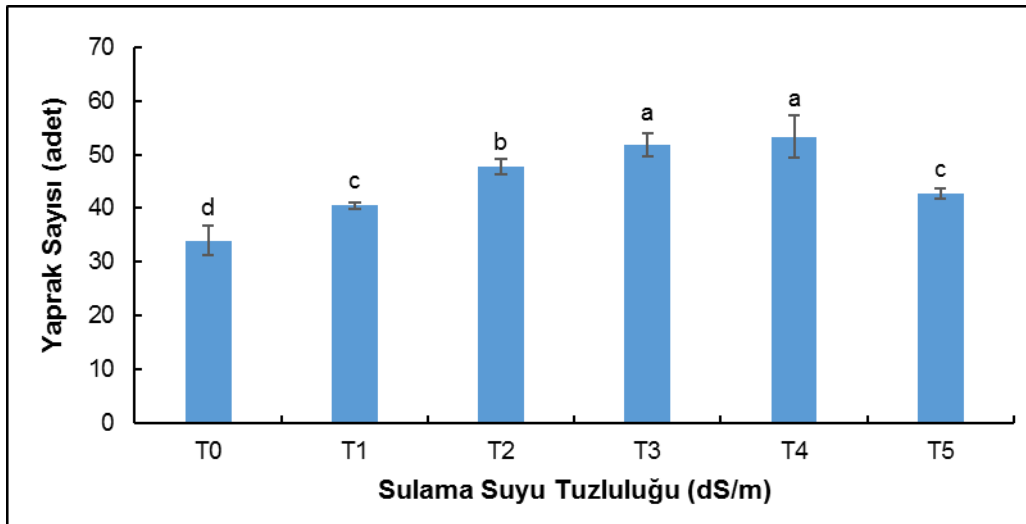
Şekil 4.20. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar taç boyu üzerine etkisi

En yüksek değere 10.0 cm ile sahip olan T₀ konusu birinci grupta yer almaktadır. T₁ konusu 6.90 cm ile ikinci grup, T₂ konusu ise 3.83 cm ile üçüncü grupta yer almaktadır. T₃ ve T₄ konuları 2.78 cm ve 2.53 cm değeri ile dördüncü grubu oluşturmuştur. En düşük taç boyuna 2.33 cm ile sahip olan T₅ konusu beşinci grupta yer almaktadır.

Deneme sonucunda yapılan analizlere bakıldığında karnabahar bitkisi için sulama suyu tuzluluk düzeyinin artması taç çapı ve taç boyunu olumsuz yönde etkileyip azalmasına neden olmuştur. Tuz stresine maruz kalan bitkiler büyümeleri ve gelişmeleri için kullanacağı enerjisi ihtiyaçları olan suyu bünyelerine alabilmek için harcadıkları için daha kısa bitkiler oluşmaktadır. Giuffrida vd (2016)'da karnabahar bitkisi için üç farklı sulama suyu tuzluluğunda (çeşme suyu, 2 dS/m ve 4 dS/m) büyüme ve verim parametrelerini incelemiştir. Uygulanan tuzluluk düzeyinin artması meyve kısmındaki su birikmesini engellediği için taç boyu, taç çapı, taç ağırlığı yani verimin azaldığı görülmüştür. Yaptığımız çalışma bu çalışma ile paralellik göstermektedir.

3.7.11. Yaprak sayısı

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda sulama suyu tuzluluğunun karnabahar yaprak sayısı üzerine $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli şekilde etkili olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar yaprak sayısına etkisi

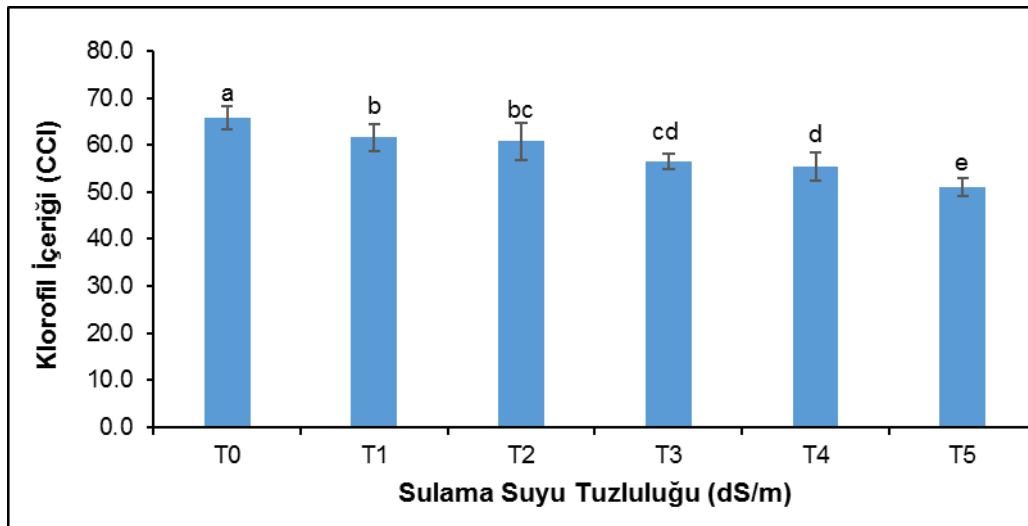
Şekil 4.21'de görüldüğü üzere yapılan LSD testi sonucunda dört farklı grup ortaya çıkmıştır. En fazla yaprak sayısına 53.25 adet ile T₄ konusu olmuştur. T₃ konusu

ise 51.75 adet ile T₄ konusunu izlemektedir. T₃ ve T₄ konuları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ve aynı grupta yer almaktadır. 47.75 adet ile T₂ konusu ikinci grupta yer almaktadır. T₅ ve T₁ konuları aynı grupta yer alırken bu konularda yaprak sayısı sırasıyla 42.75 ve 40.5 adet olarak belirlenmiştir. En az yaprak sayısı ile son grupta yer alan T₀ konusu 34 adet saptanmıştır.

Tuzluluk stresine maruz kalan karnabahar bitkisinin taç kısmı küçüldüğü için yaprak sayısında artış söz konusudur. Pascale vd (2005) 'de karnabahar ve brokolide beş farklı sulama suyu uyguladıkları çalışmalarında belirttikleri üzere tuzluluk arttıkça yaprak konsantrasyonu artarken taç ağırlığı ve çapı azalmaktadır. Yapılan çalışmada da görüldüğü üzere tuzluluk düzeyinin artması sonucunda taç yaş ağırlığı azalmış (Şekil 4.18) olup, yaprak sayısı artmıştır. Yalnız T₅ konusunda tuzluluk düzeyi çok fazla olduğu için yapraklarda da gelişme sağlanmamış olup yaprak sayısında azalma görülmüştür.

3.7.12. Klorofil içeriği

Sulama suyu tuzluluğunun klorofil içeriğini etkilediği bu çalışmada yapılan istatistiksel analiz sonucunda $p \leq 0.01$ önem düzeyinde belirlenmiştir. LSD testi sonucunda altı grup oluşmuştur.



Şekil 4.22. Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar bitkisi yaprak klorofil içeriğine etkisi

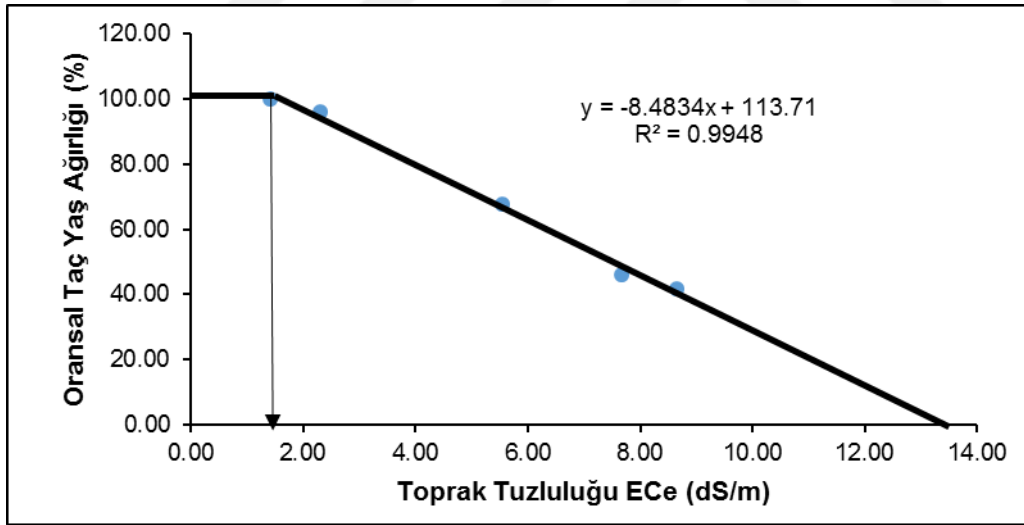
Birinci grupta yer alan T₀ konusu 65.86 CCI olarak belirlenmiştir. T₁, T₂ ve T₃ konuları birbiriyle bağlantılı ve aralarında istatistiksel olarak fark görülmeyen grupta yer almaktadır. Sırasıyla 61.61, 60.84, 56.54 CCI olarak belirlenmiştir. T₄ konusu

55.41 CCI değeri ile beşinci grupta yer almaktadır. En düşük klorofil içeriğine sahip olan T₅ konusu 51.11 CCI değeri ile en son grupta yer almaktadır.

Tuzluluğun artmasıyla beraber klorofil içeriğinde azalma meydana geldiği görülmüştür. Klorofil içeriğinin azalmasının sebebi olarak klorofil sentezinin azalması ya da klorofil pigmentlerinin parçalanmasının artmasından kaynaklandığı savunulmaktadır (Yılmaz vd, 2011). Yapılan benzer çalışmalarda; Altun (2018), farklı sulama suyu kalitesinde mor havuç bitkisi büyüme, gelişme ve verim parametrelerini incelemiştir. Çalışma sonucunda sulama suyu tuzluluğunun artması klorofil içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Tok (2017), sulama suyu kalitesinin değişiminden etkilenen tütün bitkisindeki çalışmada tuzluluk düzeyinin artmasıyla beraber klorofil içeriğinin azaldığı belirlenmiştir.

3.8. Tuz Eşik Değeri ve Tuz-Verim İlişkisine Ait Değerlendirme

Çalışmada karnabahar bitkisi sulama suyu tuzluluğunun bitki verimine olan etkisini incelenmiştir. Toprak tuzluluk seviyesine karşı bitki taç yaş ağırlığındaki azalmanın belirlendiği grafik Şekil 4.23'te gösterilmiştir.



Şekil 4.23. Karnabahar bitkisine ilişkin ortalama toprak tuzluluğu ile ortalama oransal taç yaş ağırlığı verim ilişkisi

Şekil 4.23'te görüldüğü üzere yapılan çalışmada ortalama toprak tuzluluğunun yüzde olarak taç yaş ağırlığındaki verimin azalmaya başladığı tuzluluk eşik değeri 1.62 dS/m olarak tespit edilmiştir. Her birimde toprak tuzluluğundaki artmaya karşılık %8.5' e varan verim azalmasının oluştuğu belirlenmiştir.

Yılmaz vd. (2011)'de yaptıkları çalışmada karnabahar (*Brassica oleracea* L.) bitkisinin tuzluluk eşik değeri 1.8 dS/m olarak ifade etmişlerdir. Magio vd. (2005)'te yaptıkları çalışmada karnabahar bitkisi tuzluluk eşik değerini 1.52 dS/m olarak bulmuşlardır ve topraktaki birim tuzluluk artışına karşı verimin %14.4 düştüğünü ifade etmişlerdir.

3.9. Parametreler Arasındaki İlişkiler

Farklı sulama suyu tuzluluğunun karnabahar (*Brassica oleracea* L.) bitkisinin büyüme ve verim parametrelerine etkisinin incelendiği bu çalışmada belirlenen verilerin arasındaki ilişkilere ait kolerasyon analizi Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda toprak tuzluluğunun potasyum, kalsiyum ve magnezyum değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamadığı ancak sodyum ve pH değerlerinin $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Toprak tuzluluğunun verim parametreleriyle olan ilişkisine bakıldığında kök kuru ağırlığı, kök uzunluğu ve yaprak sayısı ile arasında bir ilişki bulunamamıştır. Toprak tuzluluğunun artması verim parametrelerini negatif olarak etkilediği görülmektedir. Gövde kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, taç çapı ve taç boyu ile aralarında $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Toprak tuzluluğunu geri kalan tüm parametreler ile arasında $p \leq 0.01$ önem düzeyinde ilişki olduğu belirlenmiştir.

Bitki boyu ile toprak tuzluluğu arasında negatif yönde bir ilişki olduğu görülmekte olup toprak pH'sı ile pozitif yönde $p \leq 0.01$ önem düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Bitki su tüketimini etkileyen birçok parametre olduğu görülmektedir. Toprak tuzluluğu ile bitki su tüketimi arasında $p \leq 0.01$ önem düzeyinde ters ilişki olduğu görülmektedir. Topraktaki potasyum, kök kuru ağırlığı, yaprak sayısı ve kök uzunluğu ile bitki su tüketimi arasında bir ilişki bulunamamıştır. Toprak pH'sı, gövde kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, taç çapı ve taç boyunun bitki su tüketimi ile aralarında $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli ilişkisi belirlenmiştir. Diğer kalan diğer verim parametreleri ile bitki su tüketiminin $p \leq 0.01$ önem düzeyinde ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Bitki su tüketiminin drenaj suyu tuzluluğu ve yaprak sayısı ile negatif yönde ilişkisi olduğu bulunmuştur.

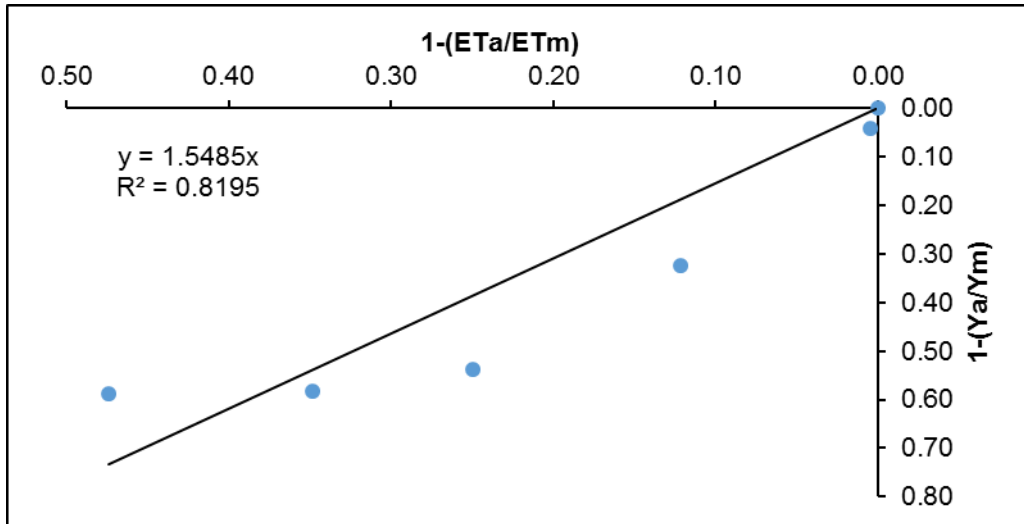
Bitki klorofil içeriği ile toprak tuzluluğu ve drenaj suyu tuzluluğu arasında negatif yönde $p \leq 0.01$ önem düzeyinde ilişki bulunmuştur. Toprak pH'sı, gövde yaş

ağırlığı, gövde boyu ve gövde çapı ile klorofil içeriğinin $p \leq 0.01$ düzeyinde önemlilik arz ettiği belirlenmiştir. Bitki boyu, taç yaş ağırlığı, taç çapı ve taç boyu ile klorofil içeriğinin $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Drenaj suyu tuzluluğunun toprak tuzluluğu ile 0.999 değerinde $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli bir ilişkisi olduğu korelasyon analizinde görülmektedir. Özellikle de toprak içerisindeki sodyum ile daha çok ilişkisi olduğu görülmektedir. Drenaj suyu tuzluluğunun toprak pH'sı ile negatif yönde $p \leq 0.01$ önem düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Drenaja suyu tuzluluğunun toprak tuzluluğu haricinde diğer tüm verim parametreleri ile negatif yönde ilişkisi olduğu belirlenmiştir.

Verim parametresi olan taç yaş ağırlığının toprak tuzluluğu ve drenaj suyu tuzluluğu ile negatif yönde $p \leq 0.01$ önem düzeyinde bir ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık toprak pH'sı ile pozitif yönde ilişkisi olduğu görülmektedir. Bitki su tüketimi, taç boyu, taç çapı ve bitki boyu ile taç yaş ağırlığının $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli ilişkileri olduğu belirlenmiştir. Klorofil içeriği, gövde çapı, gövde boyu, kök yaş ağırlığı ve gövde yaş ağırlığı arasında ise $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli ilişkileri olduğu tespit edilmiştir.

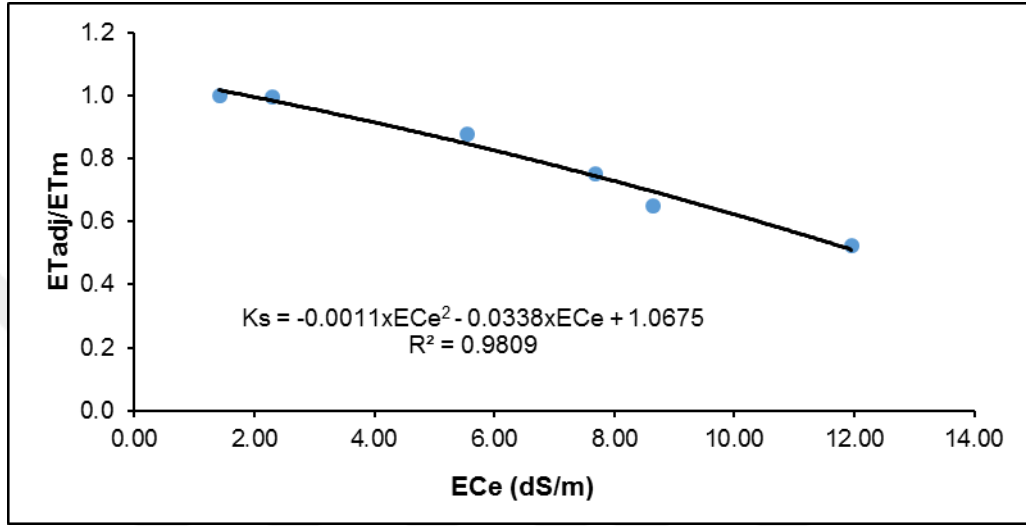
Toprak pH'sı, toprak tuzluluğunun tüm verim parametreleriyle negatif yönde olduğu ilişkilerine karşı pozitif yönde ilişki kurduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.24. Karnabahar bitkisinin farklı sulama suyu tuzluluğu koşullarında oransal bitki su tüketimi ve oransal verim azalması arasındaki ilişki

Karnabahar bitkisinin tuzlu koşullar altında oransal bitki su tüketimine karşılık oransal verimde meydana gelen azalmayı belirlemek için Şekil 4.24'te görüldüğü

üzere K_y değeri 1.55 olarak elde edilmiştir. K_y verim tepki faktörü olarak tanımlanmaktadır. K_y değerinin 1'den küçük olduğu durumlarda bitki tuzlu koşullara dayanıklıdır. Buna karşılık K_y değerinin 1'den büyük olduğu durumlarda ise bitki tuzlu koşullara duyarlıdır (Katerji vd, 1998; Altun 2017). K_y değeri belirlenirken taç yaş ağırlığı verileri dikkate alınıp hesaplanmıştır. Karnabahar bitkisinin K_y değerine göre tuzluluk koşullarına karşı duyarlı olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.25. Toprak tuzluluğunun karnabahar bitki su tüketimine etkisi ve K_s katsayısı

Karnabahar bitkisindeki tuzlu toprak koşullardaki stresten kaynaklanan bitki su tüketimindeki düşüş ($R^2 = 0.98$) ile aralarında bir ilişki bulunmuştur. Bu azalma ile birlikte K_s katsayısı aşağıdaki şekilde göstermektedir.

$$K_s = -0.0011xEC_e^2 - 0.03338xEC_e + 1.0675 \quad (4.1)$$

Tuzluluk stresi altındaki bitki su tüketimine etki olarak ifade edilen K_s katsayısı, Allen vd (1968) tarafından belirlenen Eşitlik 4.2'deki formül ile belirlenmiştir.

$$ET_{cadj} = K_s x ET_c \quad (4.2)$$

Sulama miktarı iler sulama zamanını belirlemek için tuzluluğun evapotranspirasyonu (bitki su tüketimini) azaltma etkisi dikkate alınmalıdır. Stres altındaki bitkinin su tüketimindeki azalmayı belirleyebilmek için Eşitlik 4.1'de lazım olan düzeltme katsayısı ile bitki su tüketimi çarpılarak bulunmalıdır. Bu sayede, sulama suyundaki tuzluluğun çevreye olan negatif etkisi en aza indirgenmiş olur.

Çizelge 4.7. Farklı sulama suyu tuzluluğu denemesinde araştırılan parametreler arasındaki korelasyon analizi

	Ca+Mg	Na	K	Ece	pH	GYA	GKA	TYA	KYA	KKA	BB	GB	GÇ	YS	TÇ	TB	KU	CCI	DEC	ET	
Ca+Mg	1																				
Na	0.561	1																			
K	0.484	0.646	1																		
Ece	0.793	0.949**	0.677	1																	
pH	-0.854*	-0.842*	-0.443	-0.940**	1																
GYA	-0.731	-0.949**	-0.763	-0.976**	0.855*	1															
GKA	-0.617	-0.866*	-0.856*	-0.876*	0.672	0.956**	1														
TYA	-0.927**	-0.812*	-0.548	-0.948**	0.981**	0.884*	0.736	1													
KYA	-0.842*	-0.731	-0.843*	-0.862*	0.751	0.903*	0.904*	0.852*	1												
KKA	-0.781	-0.6	-0.751	-0.737	0.659	0.795	0.802	0.765	0.95**	1											
BB	-0.906*	-0.846*	-0.634	-0.965**	0.937**	0.944**	0.849*	0.976**	0.918**	0.835*	1										
GB	-0.717	-0.971**	-0.718	-0.989**	0.882*	0.989**	0.921**	0.891*	0.85*	0.709	0.933**	1									
GÇ	-0.654	-0.985**	-0.733	-0.976**	0.871*	0.974**	0.895*	0.866*	0.819*	0.692	0.895*	0.987**	1								
YS	0.835*	0.379	-0.027	0.586	-0.809	-0.438	-0.208	-0.792	-0.444	-0.408	-0.689	-0.472	-0.42	1							
TÇ	-0.824*	-0.804	-0.308	-0.896*	0.987**	0.801	0.6	0.95**	0.668	0.586	0.902*	0.834*	0.814*	-0.851*	1						
TB	-0.816*	-0.804	-0.301	-0.894*	0.985**	0.792	0.588	0.945**	0.648	0.544	0.891*	0.835*	0.813*	-0.851*	0.997**	1					
KU	-0.365	-0.696	-0.921**	-0.658	0.405	0.789	0.9*	0.488	0.808	0.786	0.618	0.718	0.74	0.122	0.299	0.272	1				
CCI	-0.749	-0.934**	-0.622	-0.976**	0.924**	0.926**	0.808	0.915*	0.77	0.59	0.909*	0.968**	0.953**	-0.59	0.884*	0.898*	0.549	1			
DEC	0.797	0.944**	0.664	0.999**	-0.937**	-0.975**	-0.876*	-0.946**	-0.857*	-0.722	-0.966**	-0.989**	-0.97**	0.593	-0.897*	-0.897*	-0.642	-0.98**	1		
ET	-0.816*	-0.916*	-0.749	-0.988**	0.897*	0.980**	0.914*	0.932**	0.910*	0.771	0.966**	0.984**	0.958**	-0.542	0.840*	0.840*	0.704	0.963**	-0.989**	1	

Ca+Mg: Kalsiyum ve Magnezyum, Na: Sodyum, K: Potasyum, Ece: Toprak Tuzluluğu, pH: Toprak pH'sı, GYA: Gövde Yaş Ağırlığı, GKA: Gövde Kuru Ağırlığı, TYA: Taç Yaş Ağırlığı, KYA: Kök Yaş Ağırlığı, KKA: Kök Kuru Ağırlığı, BB: Bitki Boyu, GB: Gövde Boyu, GÇ: Gövde Çapı, YS: Yaprak Sayısı, TÇ: Taç Çapı, TB: Taç Boyu, KU: Kök Uzunluğu, CCI: Klorofil İçeriği, DEC: Drenaj EC'si, ET: Bitki Su Tüketimi

** : 0.01 önemlilik düzeyini, * : 0.05 önemlilik düzeyini belirtir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada sulama suyu tuzluluğunun karnabahar bitkisi verim ve kalite özellikleri, bitki su tüketimi, klorofil içeriği üzerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışmada altı farklı sulama suyu tuzluluğu konusu seçilmiştir ve kontrollü koşullarda çalışma devam etmiştir. Bitkinin su ihtiyacı, her sulamada verilecek sulama suyu miktarı saksıların tartılması yöntemiyle hesaplanmıştır.

Sulama suyundaki tuzluluk düzeyinin artması toprak tuzluluğunun da artmasına neden olmuştur. Toprak içerisindeki Ca, Mg, Na değerlerinde artışın tuzlu suların hazırlanmasında kullanılan NaCl, MgSO₄ ve CaCl tuzlarının etkisi büyük rol oynamıştır.

Farklı sulama suyu tuzluluk düzeyinde yetiştirilen karnabahar bitkisinin sulama suyu tuzluluk değerinin artması ile beraber topraktaki pH değeri, bitki boyu, gövde yaş ağırlığı, taç yaş ağırlığı, gövde çapı, taç çapı, taç boyu, gövde boyu, klorofil içeriği ve bitki su tüketimi azalmıştır. Verim parametresi olarak karnabahar bitkisinin yenilebilir kısmı olan taç kısmının yaş ağırlığı dikkate alınmıştır. Taç yaş ağırlığına göre bakıldığında en iyi sonucu T₀ konusu vermektedir. Ancak bitki boyu, gövde yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı, kök uzunluğu gibi parametrelerde ise T₁ konusu en iyi sonuçları vermektedir.

Denemenin yürütüldüğü vejetasyon periyodu boyunca en yüksek bitki su tüketimi T₁ konusu Ağustos ayında 40.21 mm/gün, en düşük bitki su tüketimi ise T₅ konusu Kasım ayında 3.18 mm/gün olarak bulunmuştur. Toplam bitki su tüketimi değerine bakıldığında ise en fazla T₀ konusunda 447.79 mm, en düşük toplam bitki su tüketimi ise T₅ konusu 235.48 mm olarak hesaplanmıştır. Sulama suyu tuzluluk düzeyinin artışı bitki su tüketiminde azalmaya neden olmuştur. Sulama sularındaki tuzluluk seviyesinin artışından kaynaklı topraktaki tuz konsantrasyonu artmaktadır. Bitki bünyesine alabileceği suyu ozmotik basınçtan dolayı yüksek bir enerji sarf ederek almaktadır. Bitkinin gelişebilmesi için harcayacağı enerjiyi suyu bünyesine almak için kullandığından dolayı bitki gelişmemektedir. Karnabahar bitkisinin de tuzluluk eşik değerinden fazla tuzlu suya maruz kaldığı noktada bitkinin büyüyüp gelişmemesi bitki su tüketimini önemli ölçüde azaltmıştır. Bu koşullarda sulama yapıldığı takdirde yıkama suyunun verilmesi önerilmektedir. Tuzlu su ile sulama

yapılması halinde ozmotik potansiyel ve matrik potansiyelin gücünün en aza indirilmesi için çok sık sulama yapılması önerilmektedir.

Karnabahar bitkisi klorofil içeriği yönünde incelendiğinde sulama suyu tuzluluğunun artması ile birlikte klorofil içeriğinde azalma olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda ise $p \leq 0.01$ düzeyinde önemlilik arz ettiği belirlenmiştir. Buna bağlı olarak en yüksek klorofil içeriğine 65.86 CCI değeri ile sahip olan konu T_0 konusu olmuştur. En düşük klorofil içeriğine ise 51.11 CCI değeri ile T_5 konusu sahip olmuştur.

Yapılan deneme sonucunda karnabahar bitkisinin tuzluluk eşik değeri 1.62 dS/m olarak tespit edilmiştir. Her birimde toprak tuzluluğundaki artmaya karşılık %8.483' e varan verim azalması olmuştur. Yılmaz vd. (2011) ve Magio vd. (2005)'te karnabahar bitkisinin tuzluluğu yarı duyarlı bir bitki olduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuçlara bakıldığında karnabahar bitkisi tuzluluğa yarı duyarlı bir bitki olduğu kanıtlanmıştır. 1.62 dS/m 'den fazla olan toprak tuzluluğunda karnabahar bitkisi taç yaş ağırlığında büyük ölçüde azalma meydana gelecektir.

Tuzlu koşullar altında oransal bitki su tüketimine karşılık oransal verimde meydana gelen azalmayı belirlemek için K_y katsayısına ihtiyaç vardır. Yapılan analizler sonucunda oransal bitki su tüketimi ile oransal taç yaş ağırlığı arasındaki ilişki (K_y) 1.548 olarak bulunmuştur. K_y 1'den büyük olduğu için bitkinin tuzlu koşullara duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

Bitkinin toprak tuzluluğundan etkilenmesi ile oluşan bitki su tüketimindeki azalmayı düzenlemek için $K_s = -0.0011 \times EC_e^2 - 0.03338 \times EC_e + 1.0675$ ile bitki su tüketimi değeri çarpılarak düzeltilmelidir. Bu sayede tuzluluğun fazla olduğu sulama suları ile sulama yapıldığında oluşabilecek tuz birikimi, drenaj problemi olan bölgelerde taban suyu oluşumu, kimyasal ilaçlamalar sonucu oluşabilecek yer altı sularının kirlenmesi en aza indirgenmiş olur. Bu doğrultuda yapılan hesaplamalar ile sulama programının oluşturulması gerekmektedir.

Normal şartlar altında karnabahar bitkisinin yenilebilir kısmı olan taç kısmının yaş ağırlık değeri 600-700 g olarak bilinmektedir. Ancak bu değerler çeşitlere göre ve hasat günlerinin erken veya geç olmasına göre değişmektedir. Deneme kapsamında kullanılan rijkwaan marka Casper F1 çeşidi erkenci bir çeşit olduğu için fazla

büyümektedir. Karnabahar bitkisinden ta büyüklüğünden çok kalitesine bakılmalıdır.

Bu çalışmada tuzluluğun karnabahar bitkisinin verim ve kalite parametrelerine olan etkisi incelenip bu olumsuz etkilerin en aza indirgenmesi için neler yapılması gerektiği araştırılmıştır. Sulama suyu kalitesinin uygun olmadığı şartlarda yetiştiricilik yapıldığı takdirde toprağa ve bitkiye olan etkilerinden kaynaklı verim negatif yönde olacaktır. Verimin en üst seviyede olabilmesi için bu etkilerin en aza indirgenmesi gereklidir ve bu yönde ekonomik analizler yapılmalıdır. Toprağa yıkama suyunun verildiği, drenaj koşullarının sağlandığı, verimin üst seviyelerde olabilmesi için gerekli önlemlerin alındığı takdirde düşük kalitedeki sular bile toprağa ve bitkiye zarar vermeden kullanılabilir.



KAYNAKLAR

- Adavi, Z., Mobil, M., Razmjoo, K. and Landi, E. 2007. Effects of Salinity of Irrigation Water on Cynodon Spp. Cultivars Grown on Salinity Soil in Isfahan. J.Sci and Technol. Agric and Natur. 10: 4.
- Allen, R. G., Pereira L.S., Dirks, R. and Smith, M., 1988. Crop Evapotranspiration, Guidelines for Computing Crop Water Requirements, FAO 56, Rome.
- Altun, M. 2018. Farklı Sulama Suyu Tuzluluğu ve Sulama Aralığının Mor Havuç (*Daucus Carota L.*) Bitkisinin Büyüme ve Verim Parametreleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Sayfa 77, Samsun.
- Altunal, E.E. 2007. Farklı Tuzluluk Düzeylerindeki Sulama Sularının, Biberde (*Capsicum annum L.*) Bazı Büyüme, Gelişme ve Verim Parametrelerine Etkisi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Sayfa 90, Samsun.
- Anonim, 2012. Casper RZ F1 karnabahar çeşidinin özellikleri. <https://www.rijkwaaan.com.tr/%C3%A7e%C5%9Fidinizi%20bulun/karnabaha/r/casper-rz>. (Erişim tarihi: 27.02.2019).
- Anonim, 2014. Karnabahar Yetiştiriciliği, Bahçecilik Kitabı , T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Karnabahar%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.pdf , Ankara.
- Aras, İ. 2017. Silajlık sorgum (*Sorghum sp.*)'un verim ve kalitesi üzerine farklı sulama suyu tuzluluk seviyelerinin etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Sayfa 56, Iğdır.
- Arıcan, B. 2016. Farklı Sulama Suyu Tuzluluğu Koşullarında Değişik Hidrojel Dozlarının Mısır (*Zea mays*) Verimine Olan Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Sayfa 76, Isparta.
- Ashraf, M. and Harris, P.J.C. 2004. Potential Biochemical Indicators of Salinity Tolerance in Plants. Plant Science, 166,3-16.
- Ayers, R.S. and Westcot, D.W. 1989. Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Papper, No:29, FAO, Rome 174 p.
- Batool, A., Ashraf, M., Akram, N.A. and Quarainy, F.A. 2013. Salt-induced changes in the growth, key physicochemical and biochemical parameters, enzyme activities, and levels of nonenzymatic anti-oxidants in cauliflower (*Brassica oleracea L.*), *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* **88** (2) 231–241.
- Bauder, J.W. and Brock, T.A. 2001. Irrigation water quality, soil amendment and crop effects on sodium leaching. *Arid Land Research and Management*.15:101- 113.

- Bayraklı, F. 1986. Toprak ve Bitki Analizleri, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agronomy J.* Vol: 43, p.434-438.
- Cemek, B., Ünlükara, A., Karaman, S. And Gökalp, Z. 2011. Effects of evapotranspiration and soil salinity on some growth parameters and yield of lettuce (*Lactuca sativa* var. *Crispa*). ISSN 1392-3196 *Žemdirbystė = Agriculture*, vol. 98, No. 2 2011, p. 139–148 UDK 631.45:635.52.
- Chartzoulakis, K. and Klapaki, G. 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae* 86 (2000) 247-260.
- Çebi, U.K., Özer, S., Altıntaş, S., Öztürk, O. ve Yurtseven, E., 2018a. Farklı Sulama Suyu Kalitesi ve Su Düzeylerinin Serada Yetiştirilen Domates Bitkisinin Verim ve Su Kullanım Etkinliği Üzerine Etkisi, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 22 (1) : 33-46.
- Çebi, U.K., Aydın, B., Özer, S., Altıntaş, S. ve Öztürk, O., 2018b. Farklı Tuzluluk Düzeyindeki Sulama Sularının Örtü Altında Yetiştirilen Brokoli Bitkisinin Enerji Kullanım Etkinliği Üzerine Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 5(2): 100–108.
- Doorenbos, J. and Kassam, A. H., 1986. Yield response to water. FAO. *Irrigation and Drainage Papper No:13*.Rome. 193p.
- Dölarıslan, M., ve Gül, E. 2012. Toprak bitki ilişkileri açısından tuzluluk. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 5(2):56-59.2012..
- Ekmekçi, Altunal E. 2007. Farklı Tuzluluk düzeylerindeki sulama sularının, biberde (*Capsicum annuum* L.) bazı büyüme, gelişme ve verim parametrelerine etkisi, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı. 91 sayfa.
- Erdem, F. 2018. Farklı Tuzluluk ve Yıkama Suyu Oranlarına Sahip Sulama Sularının Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) Gelişimi, Verimi ve Drenaj Suyu Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Sayfa 46, Isparta.
- Eren, S. 2012. Farklı Tuzluluk Düzeylerindeki Sulama Sularının Nandede (*Mentha piperita* L.) Büyüme, Gelişme ve Verim Parametrelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bilim Dalı, Sayfa 59, Samsun.
- Giuffrida, F., Cassaniti, C., Malvuccio, A. and Leonardi, C. 2016. Effects Of Salt Stress Imposed During Two Growth Phases On Cauliflower Production And Quality. *Society of Chemical Industry J Sci Food Agric* 2017;97:1552-1560.

- Göçer, H. 2017. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Ada Çayı (*Salvia officinalis* ve *Salvia tomentosa*) Genotiplerinin Gelişimine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Sayfa 58, Kayseri.
- Grattan, S. 2002. Irrigation water salinity and crop production, Plant-Water Relations Specialist, University of California, Davis.
- Güvenç, İ. 2016. Sebzeçilik: Temel Bilgiler Muhafa ve Yetiştiricilik Kitabı, S:438 ISBN 978-605-83781-3-1.
- Hancıoğlu, E. N. 2012. Farklı sulama suyu kalitesi ve sulama düzeylerinin kekik bitkisinde (*Origanum onites* L.) verim ve kalite parametrelerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı. 128 sayfa, Antalya.
- Hatipoğlu, H. 2016. Kalsiyumun Tuz Stresinde Yetişen Mısır Bitkisinin Gelişimine ve Mineral Beslenmesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Sayfa 26, Şanlıurfa.
- Jamil, M., Lee, C.C., Rahman, S.U., Lee, D.B., Ashraf, M. and Rha, E.S. 2005. Salinity (NaCl) Tolerance of Brassica Species at Germination and Early Seedling Growth. Electronic Journal Of Environmental Agricultural And Food Chemistry. ISSN: 1579-4377.
- Kacar, B., 1995. Toprak Analizleri. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, ss 705, Ankara
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, II, Bitki Analizleri, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 453, Ankara.
- Kadayıfçı, A., Tuylu G. Ve Uçar Y. (2004), Sulama Suyu Tuzluluğunun Soğan Bitkisi Yumru Verimi, Bitki Su Tüketimi ve Toprak Profili Üzerine Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi 2004, (10-1) 45-49.
- Kanber, R. ve Ünlü, M. 2007. Tarımda Su ve Toprak Tuzluluğu. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. Genel Yayın No: 281, Kitap Yayın No: A-87. Adana.
- Katerji, N., Hoorn, J. W., Hamdyc, A. and Mastrorillid, M., (1998). Response of Tomatoes, A Crop of Indeterminate Growth, to Soil Salinity. Agricultural Water Management 38: 59- 68.
- Kaya, M.D., İpek, A. and Öztürk, A. 2003. Effects of Different Soil Salinity Levels on Germination and Seedling Growth of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turk J. Agric For, 27 221-227.

- Kiremit, M.S. 2015. Farklı Sulama Suyu Kalitesi ve Sulama Düzeylerinin Pırasa (*Allium porrum L.*) Bitkisinin Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Anabilim Dalı, Sayfa 87, Samsun.
- Kiremit, M.S. and Arslan, H. 2016. Effects of irrigation water salinity on drainage water salinity, evapotranspiration and other leek (*Allium porrum L.*) plant parameters. *Scientia Horticulturae* Volume 201, Pages 211-217.
- Klute, A., 1986. Water Retention Laboratory Methods in a Klute (ed.) Methods of Soil Analysis. Part I, Physical and Mineralogical Properties, Argon, No 9, Amer. Soc. Of Agronomy, Inc, Madison, Wisconsin, USA.
- Koike, M., Sugimoto, M., Aiuchi, D., Nagao, H., Shinya, R., Tani, M. and Kuramochi, K. 2007. Reclassification of Japanese isolate of *Verticillium lecanii* to *Lecanicillium* spp. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.*, 51: 234–237.
- Kurunc, A., Unlukara, A. and Cemek, B. 2011. Salinity and Drought Affect Yield Response of Bell Pepper Similarly, *Acta Agriculture Scandinavica Section B- Soil and Plant Science*, 61: 514-522.
- Lamsal, K., Paudyal, G.N. and Saeed, M. 1999. Model for assessing impact of salinity on soil water availability and crop yield. *Agricultural Water Management* 41: 57-70.
- Levitt, J., 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. II, 2nd Ed. Academic Press, New York, Pp:607.
- Maggio, A., Pascale, S.D., Ruggiero, C. and Barbieri, G. 2005. Soil salinization affects growth, yield and mineral composition of cauliflower and broccoli. *Europ. J. Agronomy* 23 57–67.
- Mass, E.W. 1987. Salt tolerance of plants. *CRC Handbook of Plant Science in Agriculture*, (ed.) R.R. Christie, CRS Press Inc, Florida 2:57-75. 56: 17-44
- Mass, E.V. and Hoffmann, G.J. 1977. Crop salt tolerance-current assesment and management manual K.K. Tanji (ed.) ASCE, Newyork, pp: 262-304.
- Meiri, A. and Plaut, Z. 1985, Crop Production and Management Under Saline Conditions. *Plant and Soil*, Volume 89, Issue 1-3, pp 253-271.
- Neuhouser, M.L., Patterson, R.E., Thornquist, M.D., Omenn, G.S., King, I.B. and Goodman G.E. 2003. Fruits and vegetables are associated with lower lung cancer risk only in the placebo arm of the beta-carotene and retinol efficacy trial (CARET). *Cancer Epidemiol. Biomark. Prev.* 12, 350–358.
- Öztürk, A. 2002. Farklı Gelişme Dönemlerinde Uygulanan Tuzlu ve Normal Suların Patlıcan (*Solanum melongena L.*) Bitkisinin Bazı Özelliklerine ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (30). Konya.

- Parlak, M. ve Özasan, Parlak A. 2005. Sulama Suyu Tuzluluk Düzeylerinin Silajlık Sorgumun (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Verimine ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 2006, 12 (1) 8-13.
- Pascale, S.D., Maggio, A. and Barbieri, G. 2005. Soil salinization affects growth, yield and mineral composition of cauliflower and broccoli. Europ.J. Agronomy 23 254-264.
- Purty, R.S., Kumar, G., Pareek, S.L.S. and Pareek, A. 2008. Towards salinity tolerance in *Brassica*: an overview. Stress Physiology and Molecular Biology Laboratory, School of Life Sciences, Jawaharlal Nehru University, New Delhi – 110 067, India.
- Rameshwaran, P., Tepe, A., Yazar, A. and Ragab, R., 2016. Effects of drip-irrigation regimes with saline water on pepper productivity and soil salinity under greenhouse conditions. Scientia Horticulturae 199 114–123.
- Rhoades, J. D., Kandiah, A. and Mashali, A. M. 1992. The use of saline waters for crop production. Irrigation and Drainage Paper, FAO 48. Rome.
- Semiz, G.D., Suarez, D.L, Ünlükara, A. and Yurtseven, E. 2014. Interactive Effects Of Salinity And N On Pepper (*Capsicum Annuum* L.) Yield, Water Use Efficiency And Root Zone And Drainage Salinity. Journal of Plant Nutrition, 37:595–610, 2014.
- Shahbaz, M., Ashraf, M., Al-Quarainy, F. and Harris, P.J.C. 2012, Salt Tolerance in Selected Vegetable Crops. Critical Reviews in Plant Sciences, 31:4, 303-320.
- Tok, S., 2017. Farklı Sulama Suyu Kalitesinin Tütün (*Nicotiana Tabacum Sp.*) Bitkisinde Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Samsun.
- Turhan, A., Kuşçu H., Özmen N. Ve Demir A.O. 2014. Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Sarımsakta (*Allium sativum* L.) Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 20 280-287.
- Turhan, A., Özmen N. Ve Kuşçu H. 2018. Havucun Verim ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Sulama Suyu Tuzluluğu ve Kalsiyumun İnteraktif Etkileri. Toprak Su Dergisi, 7 (1): (31-39).
- Tüzüner, A.,1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Sayfa 374. Ankara.
- Ünlükara, A. , Cemek, B. ,Karaman, S. and Erşahin, S. 2008a. Response of lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa*) to salinity of irrigation water, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 36:4, 265-273, DOI: 10.1080/01140670809510243.

- Ünlükara, A. , Kurunç, A., Kesmez, D.G. and Yurtseven, E., 2008b. Growth and evapotranspiration of okra (*Abelmoschus esculentus L.*) as influenced by salinity of irrigation water. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. ASCE.0733-9437(2008)134:28160).
- Ünlükara A., Cemek B., Kesmez D. Ve Öztürk A. 2011. Tuzlu Koşullarda Havuç (*Daucus carota L.*) Verim ve Kalitesi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*
- Ünlükara, A., Kurunç, A. and Cemek, B. 2015. Green long pepper growth under different saline and water regime conditions and usability of water consumption in plant salt tolerance. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(2015)167-176.
- Yazar, A., İncekaya, Ç. ve Sezen, M.S. 2012. Quinoa (*Chenopodium Quinoa Wild*) Bitkisinin Damla Sistemiyle Tatlı ve Tuzlu Su Kullanarak Uygulanan Farklı Sulama Stratejilerine Verim Tepkisi ve Toprakta Tuz Birikimi. II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu. 24-25 Mayıs 2012. E.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 21-28. Bornova- İZMİR.
- Yılmaz, E., Tuna, A.L. ve Bürün, B. 2011. Bitkilerin Tuz Stresi Etkilerine Karşı Geliştirdikleri Tolerans Stratejileri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi* 7.1 47-66 Muğla.
- Yurtseven, E. ve Baran, H.Y. 1998. Sulama Suyu Tuzluluğu ve Su Miktarlarının Brokkolide (*Brassica oleracea botrytis*) Verim ve Mineral Madde İçeriği Etkisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 06110 Dışkapı, Ankara.
- Zhu, Jk., 2001. Plant Salt Tolerance. *Trends Plant Sci.*, 6:66-71.
- Zhu, S., Zhang., X., Luo, T., Liu, Q., Tang, Z. and Jing, Z. 2011. Effects of NaCl stress on seed germination, early seedling growth and physiological characteristics of cauliflower (*Brassica oleracea L. var. botrytis L.*) Key Laboratory of Crop Breeding in South Zhejiang, Wenzhou Academy of Agricultural Science, Wenzhou Vocational College of Science and Technology, Wenzhou 325006, Zhejiang P. R. China. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(78), pp. 17940-17947.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Büşra ÖZKAN
Doğum Yeri : Bafra
Doğum Tarihi : 04/12/1993
E-Posta : busraozkanomu@gmail.com

EĞİTİM DURUMU

Lise : Bafra Kızılırmak Lisesi (2010)
Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü (2012-2016)
Yüksek Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı (2016-...)

YAYINLAR

Drame, M., Özkan, B., Temizel, K.E., Demir, Y. 2018. Effects of Dissolved Oxygen Content in Irrigation Waters on Paddy Plants. 2nd International UNIDOKAP Black Sea Symposium on Biodiversity Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey, 28-30 November 2018.