

**ONDOKUZMAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI TUZLULUK DÜZEYLERİNDEKİ SULAMA SULARININ,
BİBERDE (*Capsicum annuum L.*) BAZI BÜYÜME, GELİŞME VE VERİM
PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

EMİNE EKMEKÇİ ALTUNAL

DOKTORA TEZİ

TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI

PROF.DR. MEHMET APAN

SAMSUN-2007

**FARKLI TUZLULUK DÜZEYLERİNDEKİ SULAMA SULARININ, BİBERDE
(*Capsicum annuum L.*) BAZI BÜYÜME, GELİŞME VE VERİM
PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

ÖZET

Bu çalışma, sulama suyu kalitesi ve Ca:Mg oranının, sivri biber (*Capsicum annuum L.*) bitkisinin verimine, bitkinin bazı özelliklerine ve toprak tuzluluğuna olan etkilerini araştırmak amacıyla, serada oluşturulan lizimetrelerde yürütülmüştür. Araştırmada, 4 sulama suyu tuzluluğu ($T_1=1.0 \text{ dSm}^{-1}$, $T_2=2.5 \text{ dSm}^{-1}$, $T_3=4.0 \text{ dSm}^{-1}$ ve $T_4=6.0 \text{ dSm}^{-1}$) konuları ve T_0 -Kontrol= 0.41 dSm^{-1} ile, 2 Ca:Mg oranı ($O_1=1:1$ ve $O_2=3:1$) konuları tesadüf parsellerinde faktöriyel düzende 3 tekrarlamalı olmak üzere ele alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla, biber verimi, meyve çapı, meyve boyu, bitki boyu, bitki kök derinliği, bitki gövde çapı ve su tüketimi değerleri önemli ölçüde azalmasına karşılık, toprak tuzluluğu, meyvedeki kuru madde miktarı, meyve, yaprak ve dallardaki toplam kül miktarları önemli ölçüde artmıştır. Ca:Mg oran denemesi meyve boyuna istatistiksel anlamda etki etmezken, oranın 1:1'den 3:1'e çıkması meyve çapını azaltmış ve istatistiksel olarak önemli derecede etkilemiştir. Bitki boyu ve bitki kök derinliği değerleri Ca:Mg oran değişiminden istatistiksel olarak etkilenmezken, bitki gövde çapı oran denemesi ile önemli ölçüde azalma göstermiştir. Ca:Mg oranındaki değişim meyve, yaprak ve dal kül miktarlarını etkilemezken, kuru madde bakımından yalnızca dal kuru madde değerlerini istatistiksel anlamda etkilemiştir. Araştırmada lizimetrelerden elde edilen ortalama verim değerleri, iki farklı Ca:Mg oran denemesi (O_1 ve O_2) ve sulama suyu tuzluluğu açısından büyükten küçüğe sırasıyla T_0 (1748.11), T_1 (1096.03 ve 815.62), T_2 (948.56 ve 1039.97), T_3 (366.29 ve 518.97) ve T_4 (319.56 ve 395.62) gr/bitki olarak belirlenmiştir. Kontrol konusuna göre (T_0) hesaplanan oransal verim değerlerine göre, en fazla verim azalması %81.7 olarak T_4O_1 konusunda gözlenirken, en az verim azalması %37.3 olarak T_1O_1 konusunda olmuştur. Sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu karşılıklı incelendiğinde, toprak tuzluluğunun, uygulanan sulama suyu tuzluluğuna paralel olarak arttığı görülmüştür. Derinliğe bağlı olarak toprak tuzluluğu değerleri incelendiğinde; genel olarak tuzluluğunun hem çiçeklenme hem de hasat döneminde 10-20 cm ve 20-30

cm'den alınan topraklarda, 0-10 ve 30-40 cm derinliklere nazaran daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni olarak, bitki kök yoğunluğunun daha fazla olduğu bölgelerde tuzluluğun kısmen daha yüksek olduğu düşünülebilir. Topraktaki buharlaşma ve bitkinin kullandığı suyun toplamı olarak ifade edilebilen bitki su tüketimi, sulama suyu tuzluluğunun en düşük olduğu T₀-Kontrol konusunda en yüksek değere (470.02 mm) ulaşmıştır. Sulama suyu tuzluluğunun artması ile birlikte topraktaki tuzluluk artmış, buna bağlı olarak toprak osmotik potansiyeli yükselmiş ve bitkilerin su alımı azalmıştır. Sonuç olarak ta bitkilerin su tüketimi değerleri düşmüştür. Sulama suyu tuzluluğu açısından ortalama su tüketimi değerleri T₁ (389.80 mm), T₂ (333.20 mm), T₃ (284.65 mm) ve T₄ (210.63 mm) olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sulama suyu kalitesi, Ca:Mg oranı, biber (*Capsicum annuum* L.), toprak tuzluluğu, lizimetre.

**THE EFFECTS OF IRRIGATION WATER WITH DIFFERENT SALINITY
LEVELS ON SOME DEVELOPMENT, GROWTH AND YIELD PARAMETERS
OF PEPPER (*Capsicum annuum* L.)**

ABSTRACT

This study has been performed on lysimeters formed in greenhouse in order to search for the effects of irrigation water quality and Ca/Mg ratio on pepper yield, some features of the plant and soil salinity. In the research, the matters of four irrigation water salinities ($T_1=1.0 \text{ dSm}^{-1}$, $T_2=2.5 \text{ dSm}^{-1}$, $T_3=4.0 \text{ dSm}^{-1}$ and $T_4=6.0 \text{ dSm}^{-1}$) and T_0 -Kontrol= 0.41 dSm^{-1} , together with two Ca:Mg ratio levels ($O_1=1:1$ ve $O_2=3:1$) were discussed in random parcels as three trial in factorial order. According to the results of the research; soil salinity, the amount of dry substance in fruit, total amount of ash in branches and leaves of the fruit increased remarkably while pepper product, the diameter and length of the fruit, the length of the plant, the depth of plant root, the diameter of plant stem and water consumption values decreased considerably owing to the increase of irrigation water salinity. The change in Ca:Mg value from 1:1 to 3:1 caused increase in product but these alterations that depend upon Ca:Mg value in product were not regarded as so significant according to statistical analyses. The trial of Ca:Mg value did not affect the length of the fruit statistically but the increase of this value from 1:1 to 3:1 reduced fruit diameter and affected considerably from statistical point of view. The values of plant length and plant root depth reduced remarkably with the trial of plant stem diameter value while they were not affected statistically from the change in Ca:Mg value. The change in Ca:Mg value did not affect the amount of ash in branch and leaves of fruit but it statistically affected the values of branch dry substance if just the dry substance was considered. In the research, the average product values obtained from the lysimeters, from the big one to the small in turn, were determined as gr/plant, T_0 (1748.11), T_1 (1096.03 ve 815.62), T_2 (948.56 ve 1039.97), T_3 (366.29 ve 518.97) ve T_4 (319.56 ve 395.62) in terms of two different trial of Ca/Mg value (O_1 and O_2) and irrigation water salinity. According to the proportional product value calculated by considering the control matter (T_0), the least product reduction occurred in T_1O_1 matter as 37.3 % whereas the most product reduction was observed in T_4O_4 as 81.7%. When the irrigation water and soil salinity were examined mutually, it was observed

that the soil salinity increased as parallel to the irrigation water salinity which was applied. The values of soil salinity which were dependant upon the depth were looked over and it was observed that salinity was much more intensive in the soil that was taken from the depth of 10-20cm and 20-30 cm in both blooming and harvest period when compared to the depth of 0-10cm and 30-40cm. The reason for this was to be regarded as that salinity was relatively higher in the areas in which the plant root density was much more. Evaporation in the soil and plant water consumption which means the total amount of water that the plant used reached the maximum value (470.02 mm) in To-control matter where the value of irrigation water salinity was minimum. Salinity in soil increased together with the rise in irrigation water salinity and in connection with this soil osmotic potential went up and water intake of plants declined. As a result of this, the values of water consumption of the plants decreased. The average values of water consumption concerning the irrigation water salinity were determined as T₁ (389.80 mm), T₂ (333.20 mm), T₃ (284.65 mm) and T₄ (210.63 mm).

Key Words: Irrigation water quality, Ca:Mg ratio, pepper (*Capsicum annuum* L.), soil salinity, lysimeters.

TEŞEKKÜR

Bana bu konuda tez hazırlama olanağı sağlayan, araştırmamı yönlendiren sayın hocam Prof. Dr. Mehmet APAN'a, değerli görüşlerinden yararlandığım Doç. Dr. Tekin KARA, tez izleme komite üyelerinden Prof. Dr. Turgut ÖZTÜRK ve Doç. Dr. Coşkun GÜLSER'e, araştırmada elde edilen sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde emeği geçen Doç. Dr. Bilal CEMEK'e, araştırmanın yürütüldüğü yıllarda bölümümüzde staj yapan ve bu süre içerisinde denemelerde özveri ile çalışan bölümümüz öğrencilerine, araştırmada bitki, toprak ve sulara ait bazı analizlerin yapılmasında emeği geçen Toprak Bölümü elemanlarına, tüm analizlerin yapılmasında görüşleriyle bana yön veren ve araştırmamın her aşamasında yanımda olan can dostum Songül RAKICIOĞLU'na, tüm hayatım boyunca ve çalışmam esnasında maddi manevi bana her konuda destek olan sevgili aileme ve özellikle Süleyman Demirel Üniversitesi Yabancı Diller Yüksekokulu Öğretim Elemanı kardeşim Emrah EKMEKÇİ'ye, tez metninin düzenlenmesinde ve çalışmam boyunca bana her türlü yardımda bulunan ve destek olan eşim Bülent ALTUNAL'a, teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	x
SİMGELER LİSTESİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	24
3.1. Materyal.....	24
3.1.1. Araştırma Yerinin Tanıtılması.....	24
3.1.2. Araştırmada Kullanılan Toprak, Bitki ve Sulama Suyunun Özellikleri.....	24
3.1.2.1. Toprak Özellikleri.....	24
3.1.2.2. Denemede Kullanılan Sivri Biber Bitkisinin Özellikleri.....	26
3.1.2.3. Denemede Kullanılan Sulama Suyu Özellikleri.....	27
3.1.3. Denemelerde Kullanılan Lizimetreler.....	27
3.1.4. Denemelerde Kullanılan Kimyasal Maddeler (Tuzlar).....	28
3.1.5. Denemelerde Kullanılan Yardımcı Ekipmanlar.....	28
3.2. Yöntem.....	30
3.2.1. Deneme Düzeni.....	30
3.2.2. Sera Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler.....	30
3.2.2.1. Serada Lizimetrelerin Oluşturulması.....	30
3.2.2.2. Dikim, Tuzlu Suların Hazırlanması ve Sulama.....	31
3.2.2.3. Sulama Zamanı ve Uygulanacak Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi.....	31
3.2.3. Laboratuvar Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler.....	32
3.2.3.1. Toprak Fiziksel ve Kimyasal Analizleri.....	32
3.2.3.2. Bitki Analizleri.....	34
4. ARAŞTIRMADAN ELDE EDİLEN BULGULAR ve TARTIŞMA.....	35

4.1. Bitki Verimine İlişkin Bulgular.....	35
4.2. Meyve Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular.....	38
4.3. Bitki Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular.....	41
4.4. Bitki Kalitesine İlişkin Bulgular.....	46
4.4.1. Meyve Kalite Analizi Bulguları.....	46
4.4.2. Yaprak Kalite Analizi Bulguları.....	51
4.4.3. Bitkinin Toprak Üstü Vejetatif Aksamı Kalite Analizi Bulguları.....	55
4.5. Bitki Su Tüketimi Bulguları.....	60
4.6. Toprak Tuzluluk Analizi Bulguları.....	62
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	79
KAYNAKLAR.....	84
ÖZGEÇMİŞ.....	91

ŞEKİLLER LİSTESİ

SAYFA NO

Şekil 2.1	Bitki gelişiminin tuzluluğa karşı gösterdiği tepki (Singer ve Munns, 2002).....	9
Şekil 3.1	Deneme serasının şematik görünümü.....	24
Şekil 3.2	Denemede kullanılan drenaj tipi lizimetrelerin genel bir görünüşü.....	28
Şekil 3.3	Farklı tuzlar kullanılarak farklı tuzluluk düzeylerindeki sulama sularının hazırlandığı 40 litrelik plastik kovalardan görünüş.....	29
Şekil 3.4	Nem ölçer (Profil prob) ve dijital ölçüm cihazının görünüşü (a); Nem ölçümlerinin yapıldığı plastik kılıf (b); Prob ve plastik kılıfın ölçüm için hazırlanışı (c).....	29
Şekil 4.1	Sulama suyu tuzluluğu ve Ca/Mg oranı-biber verimi ilişkisi.....	36
Şekil 4.2	Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-meyve boyu ilişkisi.....	40
Şekil 4.3	Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-meyve çapı ilişkisi.....	40
Şekil 4.4	Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-bitki boyu ilişkisi.....	43
Şekil 4.5	Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-bitki kök derinliği ilişkisi.....	44
Şekil 4.6	Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-bitki gövde çapı ilişkisi.....	45
Şekil 4.7	Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-meyve kuru madde miktarı ilişkisi.....	46
Şekil 4.8	Farklı tuz düzeyleri-Ca/Mg oranı meyvelerde toplam kül miktarı ilişkisi.....	50
Şekil 4.9	Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-yaprak kuru madde miktarı ilişkisi.....	52
Şekil 4.10	Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-Yaprak kül miktarı ilişkisi.....	54
Şekil 4.11	Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-Dal kuru madde miktarı ilişkisi.....	56
Şekil 4.12	Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-Dal kül miktarı ilişkisi.....	59
Şekil 4.13	Konulara göre sulama suyu miktarını nem ölçerle belirleyebilmek amacıyla oluşturulan kontrol lizimetrelerinden bir görünüş.....	60
Şekil 4.14	Sulama suyu tuzluluğu-bitki su tüketimi ilişkisi.....	61
Şekil.4.15	Çiçeklenme ve Hasat dönemlerinde topraklardan 0-10 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı toprak tuzluluğu ilişkisi.....	63
Şekil.4.16	Çiçeklenme ve Hasat dönemlerinde topraklardan 10-20 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı toprak tuzluluğu ilişkisi.....	63
Şekil.4.17	Çiçeklenme ve Hasat dönemlerinde topraklardan 20-30 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı toprak tuzluluğu ilişkisi.....	64
Şekil.4.18	Çiçeklenme ve Hasat dönemlerinde topraklardan 30-40 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı toprak tuzluluğu ilişkisi.....	64
Şekil 4.19	Hasat döneminde topraklardan 0-10 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile topraktaki Ca+Mg iyonları ilişkisi.....	66
Şekil 4.20	Hasat döneminde topraklardan 10-20 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-	67

	Ca/Mg oranı ile topraktaki Ca+Mg iyonları ilişkisi.....	
Şekil 4.21	Hasat döneminde topraklardan 20-30 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile topraktaki Ca+Mg iyonları ilişkisi.....	67
Şekil 4.22	Hasat döneminde topraklardan 30-40 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile topraktaki Ca+Mg iyonları ilişkisi.....	68
Şekil 4.23	Hasat döneminde topraklardan 0-10 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile toprakta Ca iyonları ilişkisi.....	69
Şekil 4.24	Hasat döneminde topraklardan 10-20 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile toprakta Ca iyonları ilişkisi.....	70
Şekil 4.25	Hasat döneminde topraklardan 20-30 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile toprakta Ca iyonları ilişkisi.....	70
Şekil 4.26	Hasat döneminde topraklardan 30-40 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile toprakta Ca iyonları ilişkisi.....	71
Şekil 4.27	Hasat döneminde topraklardan 0-10 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile toprakta Mg iyonları ilişkisi.....	72
Şekil 4.28	Hasat döneminde topraklardan 10-20 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile toprakta Mg iyonları ilişkisi.....	72
Şekil 4.29	Hasat döneminde topraklardan 20-30 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile toprakta Mg iyonları ilişkisi.....	73
Şekil 4.30	Hasat döneminde topraklardan 0-10 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile toprakta Cl iyonları ilişkisi.....	74
Şekil 4.31	Hasat döneminde topraklardan 10-20 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile toprakta Cl iyonları ilişkisi.....	74
Şekil 4.32	Hasat döneminde topraklardan 20-30 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile toprakta Cl iyonları ilişkisi.....	75
Şekil 4.33	Hasat döneminde topraklardan 30-40 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile toprakta Cl iyonları ilişkisi.....	75
Şekil 4.34	Hasat döneminde topraklardan 0-10 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile toprakta Na iyonları ilişkisi.....	77
Şekil 4.35	Hasat döneminde topraklardan 10-20 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile toprakta Na iyonları ilişkisi.....	77
Şekil 4.36	Hasat döneminde topraklardan 20-30 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile toprakta Na iyonları ilişkisi.....	78
Şekil 4.37	Hasat döneminde topraklardan 30-40 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu- Ca/Mg oranı ile toprakta Na iyonları ilişkisi.....	78

ÇİZELGELER LİSTESİ

SAYFA NO

Çizelge 2.1	Toprak tuz düzeylerine göre (1:1 ; toprak:saf su karışımı) bitkilerin duyarlılıkları. (Soil Quality Test Kit Guide, 1999).....	9
Çizelge 2.2	Biber bitkisinin tuz toleransı (FAO, 1976; Kotuby ve ark., 1997; Bayraklı, 1998; Kanber ve ark., 1992).....	10
Çizelge 3.1	Deneme topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	25
Çizelge 3.2	Bitki yetiştirme ortamı harcin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	26
Çizelge 3.3	Kampus şebeke suyu (T ₀) analiz sonuçları.....	27
Çizelge 4.1	Denemeden elde edilen biber verim değerleri (gr/bitki).....	35
Çizelge 4.2	Biber verimlerinin (gr/bitki) varyans analizi	36
Çizelge 4.3	Biber verimlerin (gr/bitki) Duncan analizi sonuçları	36
Çizelge 4.4	Araştırmada hesaplanan oransal verim değerleri.....	37
Çizelge 4.5	Araştırma sonunda elde edilen meyve boyu (cm) ve meyve çapı (mm) değerleri.....	39
Çizelge 4.6	Meyve boyu (cm) varyans analizi.....	40
Çizelge 4.7	Meyve boyu (cm) Duncan analizi sonuçları.....	40
Çizelge 4.8	Meyve çapı (mm) varyans analizi.....	41
Çizelge 4.9	Meyve çapı (mm) Duncan analizi sonuçları.....	41
Çizelge 4.10	Araştırmada ölçülen bitki boyu, bitki gövde çapı ve bitki kök derinlikleri değerleri (cm)	42
Çizelge 4.11	Bitki boyu (cm) varyans analizi.....	43
Çizelge 4.12	Bitki boyu (cm) Duncan analizi sonuçları.....	43
Çizelge 4.13	Bitki kök derinliği (cm) varyans analizi.....	44
Çizelge 4.14	Bitki kök derinliği (cm) Duncan analizi sonuçları.....	44
Çizelge 4.15	Bitki gövde çapı (mm) varyans analizi.....	45
Çizelge 4.16	Bitki gövde çapı (mm) Duncan analizi sonuçları.....	45
Çizelge 4.17	Meyvede kuru madde miktarı (%).....	47
Çizelge 4.18	Meyve kuru madde miktarı (%) varyans analizi.....	47
Çizelge 4.19	Meyve kuru madde miktarı (%) Duncan analizi sonuçları.....	48
Çizelge 4.20	Meyvelerde toplam kül miktarı (%).....	49
Çizelge 4.21	Meyvelerde toplam kül (%) varyans analizi.....	50
Çizelge 4.22	Meyvelerde toplam kül (%) Duncan analizi sonuçları.....	50
Çizelge 4.23	Yaprak kuru madde miktarı değerleri (%).....	51
Çizelge 4.24	Yapraklarda kuru madde miktarı (%) varyans analizi.....	52
Çizelge 4.25	Yapraklarda toplam kül miktarı değerleri (%).....	53
Çizelge 4.26	Yapraklarda toplam kül (%) varyans analizi.....	54
Çizelge 4.27	Yapraklarda toplam kül (%) Duncan analizi sonuçları.....	54
Çizelge 4.28	Dal kuru madde miktarı değerleri (%).....	56
Çizelge 4.39	Dallarda kuru madde miktarı (%) varyans analizi.....	57
Çizelge 4.30	Dal kuru madde miktarı (%) Duncan analizi sonuçları.....	57

Çizelge 4.31	Dallarda toplam kül miktarı değerleri (%).....	58
Çizelge 4.32	Dallarda toplam kül (%) varyans analizi.....	59
Çizelge 4.33	Dallarda toplam kül (%) Duncan analizi sonuçları.....	59
Çizelge 4.34	Ölçülen bitki su tüketimi değerleri (mm).....	61
Çizelge 4.35	Çiçeklenme ve hasat döneminde toprak tuzluluk değerleri, dSm^{-1}	62
Çizelge 4.36	Hasat sonrası toprak Ca+Mg içeriği (me/l).....	66
Çizelge 4.37	Hasat sonrası toprak Ca içeriği (me/l).....	69
Çizelge 4.38	Hasat sonrası toprak Mg içeriği (me/l).....	72
Çizelge 4.39	Hasat sonrası toprak Cl içeriği (me/l).....	74
Çizelge 4.40	Hasat sonrası toprak Na içeriği (me/l).....	76

SİMGELER LİSTESİ

%	: Yüzde
pH	: Hidrojen iyon aktivitesinin (-) logaritması
dS	: deciSiemens
SAR	: Sodyum adsorbsiyon oranı
Cl	: Klor
Ca	: Kalsiyum
SO ₄	: Sülfat
Na	: Sodyum
Mg	: Magnezyum
HCO ₃	: Bikarbonat
CO ₃	: Karbonat
K	: Potasyum
NO ₃	: Nitrat
Ece	: Toprak saturasyon ekstraktı tuz konsantrasyonu
ECw	: Sulama suyu tuz konsantrasyonu
NaCl	: Sodyum klorür
CaCl ₂	: Kalsiyum klorür
mg/l	: Miligram/litre
N	: Azot
P	: Fosfor
Zn	: Çinko
Mn	: Mangan
Fe	: Demir
Cu	: Bakır
PE	: Polietilen
KCl	: Potasyum klorür
ETo	: Referans bitki su tüketimi
ETc	: Gerçek bitki su tüketimi
L	: Litre
kg	: Kilogram
ESP	: Değişebilir sodyum yüzdesi
MgSO ₄	: Magnezyum sülfat
Na ₂ SO ₄	: Sodyum sülfat
Na ₂ CO ₃	: Sodyum karbonat dekahidrat
KDK	: Katyon değişim kapasitesi
DK	: Değişebilir katyonlar
T	: Sulama suyu tuz sınıfı konuları
T _o	: Kontrol konusu

T ₁	: EC _w =1.0 dSm ⁻¹ olan konu
T ₂	: EC _w =2.5 dSm ⁻¹ olan konu
T ₃	: EC _w =4.0 dSm ⁻¹ olan konu
T ₄	: EC _w =6.0 dSm ⁻¹ olan konu
PVC	: Poli vinil klorid
EDTA	: Etilendiamin tetraasetikasit
gr/bitki	: Gram olarak bir bitkiden alınan verim
O	: Ca/Mg oranı konuları
O ₁	: Ca/Mg oranı 1:1 olan konu
O ₂	: Ca/Mg oranı 3:1 olan konu
VK	: Varyasyon kaynağı
SD	: Serbestlik derecesi
KT	: Kareler toplamı
KO	: Kareler ortalaması
F	: F testi değeri
P	: Olasılık yüzdesi
dSm ⁻¹	: deciSiemens/metre

1. GİRİŞ

Gıda üretimi ve tüketimi arasındaki denge ancak tarımsal üretimin artırılması ile mümkün olabilir. Tarımsal üretimin artırılması ise toprak ve su gibi tarımsal girdilerin sınırlı olması nedeniyle, ancak birim alandan sağlanan verimin artırılması ile mümkün olabilir. Ayrıca sulama sularının kalite yönünden her toprak koşulunda ve bitki çeşidinde kullanımının kısıtlı olması, bitkisel üretimdeki sorunu daha da büyötmektedir. Bu nedenle kalitesi iyi olan sulama sularının günümüzde gittikçe azalması, kalitesi iyi olmayan sulama sularının kullanımını zorunlu duruma getirmiştir.

Tarımda verim artışı sağlamak en önemli amaçlardan birisidir. Verim artırıcı iyileştirme uygulamalarından önemli bir tanesi olan sulama ile genelde yalnızca verimdeki artış dikkate alınmaktadır. Ancak sulama suyu ile birlikte bu suda erimiş halde bulunan katı maddelerin (tuzların) varlığının ve etkilerinin de göz önüne alınması gerekir. Sulu tarımda, yetiştirilen bitkinin tuza dayanımına bağılı olarak, sulama suyu kalitesi bitki gelişmesinde önemli bir konudur. Bu nedenle sulamada kullanılan suyun bitki verimi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi çalışmaları, bütün dünyada üzerinde durulan önemli bir çalışma alanını oluşturmaktadır.

Toprakta farklı şekillerde iletilen tuzların bitki kök bölgesinde birikmesiyle, zaman boyutunda bitki verimi ve kalitesi gittikçe artan oranlarda etkilenmektedir. Kök bölgesinde tuzluluğun en önemli nedenleri, sulama suyunun tuz miktarı ya da yüksek tuzluluktaki taban suyu olabilir. Kök bölgesindeki tuzluluğun artmasında sulama suyu kalitesinin yanında toprağın özellikleri, drenajın yeterliliğı, sulamanın şekli, uygulanan tarım biçimi, sulama ve drenajın yönetimi ve bölgenin iklim faktörleri etki eder .

Tuzların bitki gelişmesine olan olumsuz etkileri iki yönden olup birincisi, toprak eriyiğinin ozmotik basıncını artırarak toprak suyunun bitkilere yarıyışlılığını azaltması, ikincisi ise toprak eriyiğinde tuzun kökleri aracılığı ile bitkiye geçmesi ve bitki bünyesinde çeşitli tuzların toksik miktarlarda birikmesi şeklinde olmaktadır. Tarımda kullanılacak olan suların uygunluğu; bu suların, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine yaptıkları etkiler ile bitki gelişimine, verimine ve kalitesine olan etkileri göz önüne alınarak belirlenmektedir (Ayyıldız, 1990).

Bitkilerin normal gelişmeleri için toprakta sürekli olarak, gelişmelerini engellemeyecek yeterli düzeyde suyun bulunması gerekir. Kök bölgesinde suyun

azalması ile bitkilerin su kullanımlarında da azalma görülür. Su kullanımındaki azalmanın yanısıra toprak ortamında bitkinin suyu kolaylıkla almasını engelleyen durumlardan birisi de tuzluluktur. Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yeraltı suyuna karışan çözünebilir tuzların yüksek taban suyu ve kapillarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun topraktan ayrılarak tuzun toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölümünde birikmesi olayıdır (Kwiatowsky, 1998, Kara, 2002). Kök bölgesi çözelti ortamında tuz konsantrasyonunun artması ile bitkinin bu suyu alabilmek için harcamak zorunda kaldığı enerji miktarı da artar ve sonuçta tuzluluk arttıkça bitkinin su kullanımı azalır. Bitkinin su kullanımının zorlaşması ve azalması, bitki verimi ve kalitesini azaltıcı etkide bulunur. (Yurtseven ve Öztürk, 2001).

Tuzluluk bitki gelişimini ve verimini etkileyen temel etmenlerden birisidir ve dünyadaki arazilerin toplam %7'sini etkilemektedir. Tarım yapılan alanların %23'ü ve sulanan alanların %20'si tuzluluktan etkilenmektedir. Bunun dışında her yıl dünyada %10 düzeyinde tuzlulukta artış eğilimi görülmektedir. Sulanan alanlarda tuzluluk önemli bir problem olarak görülmektedir. Dünyada sulanan alanların yaklaşık yarısı taban suyu, tuzluluk ve sodyumluluk etkisi altındadır. Türkiye'de yaklaşık 1.5 milyon hektarda tuzluluk ve sodyumluluk sorunu bulunmaktadır. Sorunlu araziler Türkiye yüzölçümünün %2'sine, toplam işlenen tarım arazilerinin %5.48'ine, ekonomik olarak sulanabilen 8.5 milyon hektar arazinin %17'sine eşittir. Toplam sorunlu alanların %74.2'ü tuzlu, %25.5'i tuzlu-sodyumlu ve %0.5'i ise sodyumlu topraklardan oluşmaktadır. (Kanber ve ark., 2005).

Tuzlulukla ilgili çalışmalardaki ana düşünce, tuzluluğun tüm canlı yaşamına olan etkisinin anlaşılmasını sağlayarak, yaşamları için hangi düzeylerde tuzluluktan etkilenmediğini ortaya koymaktır. Toprak tuzluluğunun artması nedeniyle yaşamını tarıma bağlamış sayısız uygarlığın yok olduğunu tarih içerisinde anımsarız. Günümüzde en yeni ve çağdaş toprak, su, bitki ve çiftlik işletmeciliği tekniğine karşın tuzluluk nedeniyle tarım dışı kalmış alanlar oldukça yaygındır. Türkiye su kaynaklarının tuzluluk incelemeleriyle yaklaşık 69 adet nehirle ilgili sonuçlar elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluk değerlerine göre, nehirlerin %85.5'i 0.7 dSm⁻¹'den düşük tuzluluğa, %13'ü 0.7-2.0 dSm⁻¹ arasında ve %15'i de 2.0 dSm⁻¹'den büyük tuzluluğa sahip olduğu anlaşılmaktadır. Buna göre, Türkiye su kaynaklarının çok büyük bir bölümü, FAO su

kalitesi sınıflandırma sistemine göre, tuzsuz olarak nitelendirilmektedir. Bir diğer deyişle bu kaynaklar, pek çok toprak ve bitki için kullanılabilirler. Buna karşın Ergene Nehri, Büyük Menderes Nehri, Banaz çayı, Porsuk çayı, Sakarya nehri, Karanlık dere, Asi nehri ve Oltu suyu kaynakları, ikinci sınıf-az tuzlu gruba dahil olmaktadır. Kızılırmak nehri suyu ise 2.4 dSm^{-1} 'lik yıllık ortalama tuzluluk değeri ile, nehir kaynaklarımızın en tuzlu suya sahip olanıdır ve üçüncü sınıf-orta tuzludur. Ancak, genel olarak, Kızılırmak havzasında yer alan Kızılırmak nehri ve Karanlık dere dışında, nehirlerimizde çok büyük bir tuzluluk sorunu bulunmamaktadır. Bunların büyük bir çoğunluğunda gerek yıllık, gerekse mevsimlik bazda ortalama tuzluluklar 0.7 dSm^{-1} 'nin altındadır. Bu kalitedeki suların ise sulamada genelde sorunsuz olarak kullanılması olasıdır (Kanber ve ark., 2005).

Türkiye'nin izdüşüm alanı, 77.95 milyon hektardır. Bu alanın yaklaşık %36'sı tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. Tarım arazilerinin %92'si (25.85 ha) sulanabilir niteliktedir. Toplam alanın %25'ini çayır ve mera (19.5 milyon ha), geri kalan %39'unu ise orman ve verimsiz sahalar (30.4 milyon ha) oluşturmaktadır. Günümüz koşullarında toplam sulanabilir arazilerin yalnızca %32.88'i (8.5 milyon ha) ekonomik olarak sulanabilir niteliktedir. Ekonomik olarak sulanabilen arazilerin %46.56'sı (3.958 milyon ha) su beklemektedir. Öte yandan, sulamaya ayrılabilir su kaynakları potansiyeli ile sulanabilir alanların tümünü sulamak olası görülmemektedir. Mevcut su kaynakları potansiyeli ve halen uygulanan sulama teknolojileri ile ancak, 8.5 milyon ha alanın sulanabileceği hesaplanmaktadır. Türkiye'de 26 su toplama havzası bulunmaktadır. Türkiye'nin yıllık ortalama yağışı 643 mm olup, hacimsel olarak bu değer 501 km^3 suya denktir. Ülkemiz koşullarında yağışın %37'si akışa geçmektedir. Bu durumda, yağışın 274 km^3 'ü toprak-bitki-su yüzeyleri sisteminden buharlaşarak atmosfere geri dönmekte, 41 km^3 'ü yeraltı su depolarını beslemekte, 186.05 km^3 'ünün ise akarsular aracılığı ile deniz, göl ve kapalı havzalara boşalım için akışa geçtiği kabul edilmektedir (Kanber ve ark., 2005).

Daha önce de değinildiği gibi toprakların tuzlulaşma ve sodyumlulaşmasını sulama, drenaj, toprak özellikleri ve iklim etmenleri gibi etmenler önemli ölçüde etkilemektedir. FAO'nun tahminlerine göre, sulanan alanların yaklaşık yarısı "*sessiz düşman*" olan tuzluluk, sodyumluluk ve yüzeyde göllenme tehdidi altındadır (Kanber ve ark., 2005). Tuzluluk nedeniyle bitkisel üretimin ya da verimin düşmesinde bitkilerin,

tuz düzeyi sürekli artan çevreye uyum gösterememeleri ana etmen olmaktadır.

Bütün kültür bitkileri belli düzeylerdeki tuzluluğa karşı duyarlıdırlar. Bitkinin tuzluluğa duyarlı olmasının anlamı, düşük tuzluluk düzeylerinde dahi çözelti içerisinde oluşan ozmotik basınç değerlerinin bitki kökleri tarafından karşılanamamasıdır . Bitki çeşidi ile tuzluluk toleransı arasında ilişki kurmak için seçilen parametreler, bitki gelişimi ve verimdir. Gelişmenin azalmasında ana etmen kök bölgesindeki toprak eriyiğinin ozmotik basıncına bağlıdır. Topraktaki tuz dağılımı genellikle yer ve zamana bağlı olarak değişiklik gösterir. Kök bölgesinin üst kısımlarında kök yoğunluğunun fazlalığı nedeniyle su alımı daha fazla olduğu için bitki kök bölgesinin üst kısmındaki tuzluluktan, kök bölgesinin alt kısmındaki tuzluluğa göre daha çok etkilenir.

Sulama suları toprağa verildiğinde içerdikleri tuz çeşitleri ve konsantrasyonlarına bağlı olarak bitkilerden terleme ve topraktan buharlaşma ile suyun kaybolması sonucunda çeşitli oranlarda tuzlar toprakta birikir. Sulama suyu ile gelen tuzlar toprakta değişik tuz çeşitlerine dönüşebilir (Ertuğrul, 1972). Arslan (2003)'ın bildirdiğine göre Anonymous (1983) tuzluluğun şiddeti kadar profilde dağılımının da önemli olduğunu, toprakların iyileştirme çalışmalarının iki boyutlu (alan) değil, üç boyutlu (alan x toprak derinliği) olarak ele alınması gerektiğini, genellikle tuzluluğun şiddetinin, profilin katlarına doğru veya toprak yüzeyine doğru artış göstereceğini bildirmiştir.

Aşırı endüstriyel kullanım ve artan nüfus ile paralel olarak evsel kullanımın çoğalması, temiz su kaynaklarının varlığını tehdit etmekte ve genel olarak su kaynaklarının kalitelerinin dış etkiler nedeniyle kötüleşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle sulamada kullanılacak suların kalitelerinin hangi düzeye kadar kötüleşmesine ve yeterli verim ile tolere edilebilir olduğuna araştırmalar yaparak karar verilmelidir.

Ülkemizde en çok üretilen ve yıllık sebzelerden biri olan biber, tazesı yemeklik, kırmızısı ise toz biber ve salçalık olmak üzere üç amaç için yetiştirilmektedir. Bunun yanında sucuk, pastırma, turşu ve ilaç yapımında da kullanım alanı bulan biber, A, B, C ve P vitaminleri, yağ, protein, karbonhidrat, kalsiyum, fosfor ve demir kapsamaktadır. 2006 yılı Devlet İstatistik Enstitüsü verilerine göre ülkemizde biber üretimi 1.449.558 ton'dur. Ekonomik açıdan önemli bir yere sahip olan biberde verim ve kalitenin artırılması yönünde yapılan çalışmanın, konuyla ilgilenen bilim adamlarına, üreticilere ve dolaylı da olsa ekonomiye büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, 4 farklı kalitedeki sulama suyunun, değişik Ca/Mg oranları etkisinde biber yetiştiriciliğinde kullanılması durumunda bitki verim ve kalitesinde ortaya çıkabilecek değişikliklerin incelenmesi, farklı kalitelerde su uygulamalarının toprakta tuz birikimine olan etkilerinin saptanmasıdır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kurak ve yarı kurak bölgelerde minerallerin ayrışmaları sonucu açığa çıkan iyonlar, sızan suların yetersizliği nedeniyle toprak profilini tamamen terkedemezler. Eğer toprak drenajı yetersizse bu iyonların konsantrasyonu gittikçe artar. Bu şekilde oluşan topraklara halomorfik (tuz etkisinde kalmış) topraklar adı verilir (Akalan, 1988)

Toprakların tümü, nemli bölgelerde bulunan topraklar bile bir miktar tuz içerirler. Bu tuzların büyük bir kısmını Ca tuzları oluşturur. Kurak bölgelerde bulunan toprakların tuz içerikleri nemli bölgelerdeki topraklara göre daha yüksektir (Güngör ve Erözel, 1994).

Tuzlu topraklarda en fazla rastlanan anyonlar Cl^- ve SO_4^{2-} anyonlarıdır. Az miktarda da olsa HCO_3^- , CO_3^{2-} ve NO_3^- anyonları bulunabilir. Tuzlu topraklarda en fazla bulunan katyonlar Na^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2} katyonlarıdır. Genellikle az miktarda da K^+ katyonu bulunabilir (Ergene, 1982; Terry, 1997).

Sulama sularında tuz bileşikleri elektrolit veya ayrılmış (dissosiyeye olmuş) iyonlar halinde bulunurlar. Bunlar katyonlar ve anyonlardır. Sulama suyu tuzluluğunu oluşturan başlıca iyonlardan katyon olarak kalsiyum (Ca^{++}), magnezyum (Mg^{++}), sodyum (Na^+) ve potasyum (K^+) bulunur. Anyon olarak karbonat (CO_3^{--}), bikarbonat (HCO_3^-), klor (Cl^-), sülfat (SO_4^{--}) ve nitrat (NO_3^-) mevcuttur (Ayyıldız, 1990; Güngör ve Erözel, 1994). Bu iyonlar dışında bor, silis, flor, kükürt, demir, krom, kobalt, bakır, kurşun, civa, molibden, nikel, selenyum ve çinko gibi elementler de çok düşük konsantrasyonlarda bulunurlar. Sulama suyunda bulunan iyonların konsantrasyonu genellikle miliekivalan/l (me/l) veya ppm (mg/l) birimleri ile ifade edilmektedir (Güngör ve Erözel, 1994).

Tuzlu topraklar genellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerindeki sulama alanlarında meydana gelir. Yağışlı bölgelerde toprakta eriyebilir tuzlar doğal yağışlarla topraktan yıkanarak yer altı suyuna, oradan da akarsu ve denizlere ulaştığı için tuzlulaşma olayına pek rastlanmaz. Ancak kurak ve yarı kurak bölgelerde sulama suları ile gelen tuzlar, yetersiz yağış nedeniyle alt katmanlara yeterince yıkanamaz, taban suyuna karışamaz ve çoğu zaman yer altı suları açık denizlere ulaşamaz. Bunun sonucunda da lokal kapalı havzalar meydana gelir. Ayrıca yüksek buharlaşma, bitkilerin

transpirasyonunun şiddetli olması tuzların toprakta birikimini artıran önemli bir faktör olmaktadır (Akgül, 2002; Güngör ve Erözel, 1994).

Sulamada kullanılacak suların tuzluluk dereceleri veya içerdikleri erimiş katı madde miktarlarının ölçütü olarak elektriksel iletkenlik terimi kullanılmaktadır. Elektriksel iletkenliğin belirlenmesi için uygulanacak yöntem ve yapılacak işlemler Wilcox tarafından açıklanmıştır. Buna göre elektriksel iletkenlik, genellikle 25 °C olmak üzere belirli bir sıcaklıktaki çözeltinin 1 cm uzunluk ve 1 cm² kesit alanına sahip sütunun ohm cinsinden direncinin tersi olarak ifade edilmektedir (Ayyıldız, 1990).

Sulamanın olduğu her yerde toprağa tuz iletimi de söz konusudur (Yurtseven, 1999; Akgül, 2002; Yurtseven ve Bozkurt, 1997; Kanber ve ark., 1992). Sulama suları ile toprağa iletilen tuzlar, toprak çözeltisi içerisinde birikerek üzerinde yetiştirilen bitkiyi farklı biçimlerde etkilerler. Bu tuzlar toprak fiziksel özelliklerini etkileyebileceği gibi doğrudan bitki üzerine toksik, yani zehir etkisi de yapabilirler ve sonuçta verimde azalmalara neden olur (Kara ve Apan, 2000).

Bitki yetiştirme ortamındaki fazla tuz, bitkinin gelişmesini önemli ölçüde sınırlar. Tuzlar bitki büyümesine üç şekilde etki ederler (Bayraklı, 1998).;

- Fiziksel etki; Ozmotik basıncın yükselmesi sonucu bitkinin su alımı ve dolayısıyla beslenmesi yavaşlar veya tamamıyla durur. Bitki su alımında güçlük çeker. Buna ozmotik basınç etkisi de denir.
- Kimyasal etki; Bir kısım tuzlar, bitki besin maddelerinin alımını zorlaştırıp, metabolizmayı bozarak bitkinin bünyesine zarar verirler. Buna özel iyonların toksisitesi de denir.
- Dolaylı Etkiler; Tuzluluk veya sodyumluluğun toprak üzerinde meydana getirdiği değişiklikler, bitkilerin gelişmesine etki eder. Örneğin su alımının sağlanması için metabolik enerjinin kullanılması ve verimde düşme meydana gelmesi gibi.

Toprak çözeltisinde çözünmüş halde bulunan fazla tuzun bitkiler üzerine ana etkisi; toprak ozmotik basıncını artırarak, dolaylı yolla bitkinin su almasının engellenmesidir. Bitki kökleri çoğu tuzları geçirmeyen ancak su moleküllerinin geçmesine de engel olmayan yarı-geçirgen hücre zarını ihtiva etmektedir. Tuz etkisiyle ilgili önemli bir husus da, bazı bitkilerin özellikle tohumlarının çimlenmesi veya fide devrelerinde tuzluluğa karşı duyarlılıklarının yüksek olmasıdır. Böyle durumlarda

tohum yatağı veya yastıkların daha az tuz tutabilen kısımları seçilmeli ve tohum veya fide bu kısımlara ekilmeli veya dikilmelidir (Bayraklı, 1998).

Yetiştirilen bitkinin veriminde görülecek azalmalar, çözeltinin konsantrasyonuna bağlı olduğu kadar, tuzun cinsine ve bitkinin tuza dayanımı ile de ilgilidir. Tuza dayanımı fazla olan bitkiler yüksek tuzluluklarda bile verimde önemli azalmalar oluşturmazken, tuza dayanımı fazla olmayan bitkiler düşük tuz konsantrasyonunda bile verimde önemli azalmalar gösterebilir (Yurtseven ve ark., 1996). Bitkilerin tuza dayanımları, iklim koşulları, toprağın nem durumu, tuz çeşidi ve ortamdaki diğer tuzlara göre oldukça farklılık göstermektedir. Bitkilerin tuza olan toleranslarının göstergesi kök bölgesindeki eriyebilir tuzların belli seviyesi için tahmin edilen verim azalmasıdır. Bu verim tuzsuz koşullar altında elde edilen verimle kıyaslanır. Böylece oransal verimler elde edilir. Güngör ve Erözel, (1994)'e göre toprak saturasyon ekstraktının elektriksel iletkenliği ile oransal verim arasındaki ilişkiye göre bitkiler, tuza duyarlı ($0-4 \text{ dSm}^{-1}$), orta dayanıklı ($4-8 \text{ dSm}^{-1}$) ve çok dayanıklı bitkiler ($8-16 \text{ dSm}^{-1}$) olarak sınıflandırılmaktadır.

Yurtseven ve Baran (2000)'in bildirdiğine göre Maas ve Hoffman (1977) tuzluluğun artması ile belli bir noktadan sonra verimde sürekli bir azalmanın söz konusu olduğunu vurgulamışlardır. Sebzeler genelde kültür bitkilerine oranla tuzluluğa daha duyarlıdır. Genelde sebzeler $1.0-3.8 \text{ dSm}^{-1}$ dolaylarındaki toprak tuzluluğunda verimde azalma göstermeye başlarlar (Yurtseven ve ark., 2001a).

Öztürk (1994)'ün bildirdiğine göre Rhoades ve ark. (1992), tuzluluğun ürün kalitesi üzerine etkilerinin arazi koşullarında rahatça gözlenmesine karşılık, bu konudaki çalışmaların yetersiz olduğunu belirtmekte ve genel olarak tuzluluğun, ürünün boyutlarında küçülmeye, meyve sayısında azalmaya, renk, görünüş ve kimyasal içeriklerinde değişimlere neden olduğunu belirtmektedirler.

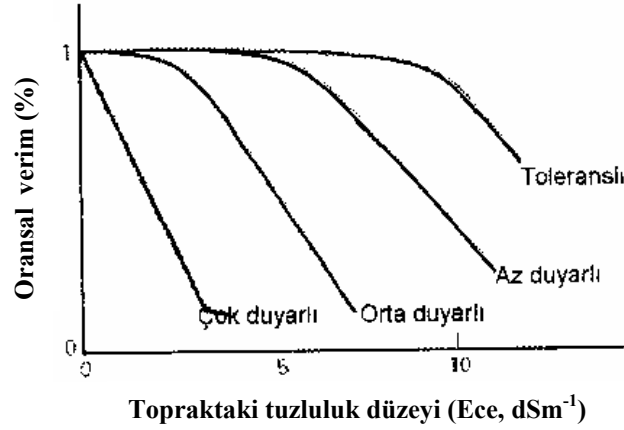
Bitkilerin tuza olan dayanımları, gelişme dönemi ile de yakından ilgilidir. Genelde tüm bitkiler çimlenme ve ilk gelişme devrelerinde tuza daha duyarlıdırlar. Bu dönemdeki tuzluluk etkilenmeleri, bitkinin ileriki dönemlerinde yetersiz gelişmesine neden olabilmektedir. Ekonomik veya çevresel sınırlamalar nedeniyle (Örneğin, yetersiz drenaj) topraktan tuzu uzaklaştırmak mümkün olmayabilir. Bu gibi durumlarda topraktaki tuz düzeyine tolerans gösterebilen bitkiler seçilmelidir. Bütün kültür bitkileri belli düzeylerdeki tuzluluğa karşı duyarlıdırlar. Bitkinin tuzluluğa duyarlı olmasının

anlamı, düşük tuzluluk düzeylerinde dahi çözelti içerisinde oluşan ozmotik basınç değerlerinin bitki kökleri tarafından karşılanamamasıdır.

Toprak tuz düzeylerine göre bitkilerin dayanıklılıkları Çizelge 2.1 ve Şekil 2.1’de görülmektedir.

Çizelge 2.1 Toprak tuz düzeylerine göre (1:1 ; toprak:saf su karışımı)
bitkilerin duyarlılıkları. (Soil Quality Test Kit Guide, 1999)

Tuzluluk (EC_e , dSm^{-1})	Bitki Tepkisi
0-0.98 Çok az tuzlu	Tuzluluk etkisi çoğunlukla ihmal edilebilir
0.98-1.71 Az tuzlu	Çok duyarlı bitkilerin ürün verimleri düşebilir
1.71-3.16 Tuzlu	Birçok bitkinin ürün verimi düşer
3.16-6.07 Çok tuzlu	Tuza dayanıklı bitkiler normal ürün verebilir
> 6.07 Aşırı tuzlu	Tuza çok dayanıklı birkaç bitki ürün verebilir.



Şekil 2.1 Bitki gelişiminin tuzluluğa karşı gösterdiği tepki (Singer ve Munns, 2002)

Kültür bitkilerinde ortamın tuzluluğu arttıkça elde edilen ürün miktarı da bitkinin dayanım düzeyine göre azalmaktadır. Çizelge 2.2 biber bitkisinin vejetasyon döneminde ortamın tuzluluk düzeyine göre veriminde meydana gelen azalmayı göstermektedir (FAO, 1976; Bayraklı, 1998).

Dünyanın bir çok yerinde tuzluluk ile ilgili yapılan çalışmalar farklı koşullarda yapılmıştır. Bu çalışmalarda toprak tuzluluğu ile verim parametreleri kullanılmıştır. A.B.D. Tuzluluk laboratuvarı bu çalışmaları özetlerken verimlerde azalmanın görüldüğü

ilk tuzluluk değeri ile tuzluluktaki birim artışa karşılık gelen verimlerdeki yüzde azalmayı doğrusal bir şekilde dikkate almıştır. Çizelge 2.2'deki değerler tuz konsantrasyonundaki artma ile verim azalması arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu varsayılarak geliştirilmiştir. Bu amaçla aşağıdaki eşitlikler kullanılmaktadır (Kanber ve ark., 1992; FAO, 1976; Güngör ve Erözel, 1994; Öztürk, 1994).

$$Y_r = 100 - b(EC_{e-w} - a) \quad b = \frac{100}{EC_{e_0} - EC_{e_{100}}}$$

Eşitliklerde;

Y_r ; Oransal bitki verimi (%)

EC_e ; Çamur süzüğü (Saturasyon ekstraktı) tuz konsantrasyonu (dSm^{-1})

EC_w ; Sulama suyu tuz konsantrasyonu (dSm^{-1})

EC_0 ; Hiç verim alınamadığı koşullardaki çamur süzüğü (Saturasyon ekstraktı) tuz konsantrasyonu (dSm^{-1})

EC_{100} ; En yüksek verim potansiyelindeki tuz konsantrasyonu (dSm^{-1})

a; Tuzluluk eşik değeri (Verimin %100 olarak gözlemlendiği EC değeri)

b; Birim tuzluluk artışına karşılık verim kaybı (%)

Çizelge 2.2 Biber bitkisinin tuz toleransı (FAO, 1976; Kotuby ve ark., 1997; Bayraklı, 1998; Kanber ve ark., 1992)

Bitki Çeşidi	Eşik Değer		Verimdeki Azalma (%)					
	100		10		25		50	
	EC_e (dSm^{-1})	EC_w (dSm^{-1})	EC_e (dSm^{-1})	EC_w (dSm^{-1})	EC_e (dSm^{-1})	EC_w (dSm^{-1})	EC_e (dSm^{-1})	EC_w (dSm^{-1})
Biber	1.5	1.0	2.2	1.5	3.3	2.2	5.1	3.4

Biber (*Capsicum annuum* L.), tuza dayanımı orta hassas olan bir kültür bitkisidir. Yurtseven ve ark. (1996)'nın bildirdiğine göre Ayers (1977), biber bitkisinin verimde oluşturacağı azalmaların sulama suyu tuzluluğunun (EC_w) 1.0-1.5 dSm^{-1} tuzluluk düzeyinde başlayacağını, $EC_w=3.4$ dSm^{-1} düzeyinde ise verimde yaklaşık %50 kadar bir azalmanın beklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Yurtseven ve ark. (1996)'nın bildirdiğine göre Sonneveld ve Burg (1991) domates, biber ve hıyarda yaptıkları

çalışmalarda, verimin azalmaya başladığı eşik değerini 2.3-3.5 dSm⁻¹ olarak, daha sonraki her 1 dSm⁻¹ tuzluluk artışına karşılık azalma miktarlarının ise %2.3-7.6 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Nerson ve Paris (1984), kavun bitkisinde çimlenme, fide gelişimi, verim ve bŸyŸmede tuzluluk etkisi isimli çalışmalarında, çimlenme, çıkış ve vejetatif gelişmenin başlangıcına kadar saf su, 5000, 7500, 10000 ve 15000 mg/l NaCl konsantrasyonlarında sulama suları kullanmışlardır. Olunlaşma ve hasat dŸneminde ise 3000 ve 6000 mg/l konsantrasyonunda, 1:1 oranda NaCl ve CaCl₂ katılmış tuzlu sular ile sulamaları yapmışlardır. Araştırma sonucuna gŸre 10000 ve 15000 mg/l konsantrasyona sahip sularla sulanan dŸrt çeşit kavun için de şimlenmede azalma meydana getirdiği gŸzlenmiřtir. Tuzluluk artışıyla birlikte verimde azalmalar olsa da, bu azalma istatistiksel anlamda Ÿnemsiz bulunmuştur.

Smedema ve Rycroft (1984), toprak tuzluluğunun zaman ve uzaklıkla yatay olarak olduğu kadar dŸřey olarak da bŸyŸk oranda değiştiğini ve esas olarak bu dağılımın nedeninin topraktaki su hareketi olduğunu bildirmektedirler. Aynı araştırmacılar, toprak tuz içeriğinin yağışlardan ve sulamalardan sonra, toprak profili boyunca derinliğe bağlı olarak arttığını, buna karşılık kuru sezonda toprak profil derinliği boyunca azalarak devam ettiğini bildirmektedirler.

Miyamoto ve ark. (1985), bir sera denemesi ile karık sulamanın uygulandığı tuzlu topraklarda yetiştirilen kırmızı biber, havuç, domates ve kauçuk bitkilerinin çimlenme ve çıkışlarını incelemişlerdir. çimlenme için 0.8 dSm⁻¹ ve 32 dSm⁻¹ elektriksel iletkenliğe sahip (Na:Ca+Mg oranı, 2:1) sular kullanılmıştır. şimlenen tohumlar tuzluluğu 0.8 dsm⁻¹ ve 7.6 dSm⁻¹ arasında olan sulama suları ile alttan sulanmıştır. Araştırma sonucunda sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak tŸm bitkilerde çimlenme ve çıkış oranı azalmış, belli bir oranda çıkışın olabilmesi için gereken sŸre artmıştır. Kırmızı biberde sulama suyu tuzluluğu 25 dSm⁻¹ 'ye kadar çimlenme oranı %80 olurken, tuzluluk 32 dSm⁻¹'ye ulaştığında çimlenme olmamıştır.

Pasternak ve ark. (1986), domates bitkisi Ÿzerinde farklı kalitedeki sulama sularının verimdeki değişimini araştırmışlardır. Çalışmada 3 farklı kalitede sulama suyu (1.2 dSm⁻¹-Kontrol, 4.5 dSm⁻¹ ve 7.5 dSm⁻¹) ile sulanan bitkilerin tuzluluk değerı artış gŸsterdike verimlerinde azalmalar olduğu gŸzlenmiřtir. Sulama suyu tuzluluk değerinin 1.2 dSm⁻¹'den 4.5 dSm⁻¹'ye çıkmasıyla verimde oluşan azalma istatistiksel

olara önemli bulunmamış, ancak tuzluluğun 7.5 dSm^{-1} olduğu konuda verimde oluşan azalma kontrole göre %60 değerlerine ulaşmış ve bu sonuç istatistiksel olarak ta önemli bulunmuştur.

Güngör ve ark. (1993), Sulama suyu tuzluluğunun soya kimyasal bileşimi üzerine etkisi isimli çalışmalarını, toplam tuz içerikleri sırasıyla 0.6, 1.5, 2.5 ve 5.0 dSm^{-1} olan 4 farklı kalitede sulama suyu ve oranları %0, %25 ve %50 olan 3 farklı yıkama gereksinimi miktarları uygulanarak, tesadüf blokları deneme deseninde 4×3 faktöriyel düzende 3 tekrarlamalı olarak tarla denemeleri biçiminde yürütmüşlerdir. Tuzlu suların hazırlanmasında NaCl, CaCl_2 ve MgCl_2 tuzları kullanılmış, tuz katılarak hazırlanan sulama sularının SAR değeri, kontrol sulama suyu SAR değerini aşmayacak şekilde korunmuştur. Eklenen tuz miktarlarında ise Ca/Mg oranı 1:1 olarak alınmıştır. Sulama suyu tuzluluğu ile soya verimi arasındaki ilişki incelendiğinde, verimi etkileyen en önemli faktörün sulama suyu tuzluluğu olduğu görülmüştür. Tuzluluğun artması tane verimini azaltmıştır. Yıkama gereksinimlerinin verime etkileri istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuş, tuzluluk konuları ile yıkama gereksinimi interaksyonu ise yalnızca tınlı toprakta yapılan ilk yıl denemelerinde önemli çıkmıştır.

Katerji ve ark. (1994), ayçiçeği ve darı bitkisinin erken fide gelişimi ve ürün verimi üzerinde su stresi ve tuzluluğun etkisi isimli çalışmalarında, 4 farklı kalitede sulama suyu düzeyi ve iki farklı toprak tekstürü kullanmışlardır. Farklı toprak tekstürü ürün gelişmesini etkilememiş buna rağmen tuzluluk etkilemiştir. Fide gelişimi boyunca tuzluluk ve toprak tekstürü fide gelişimini etkilemiştir. Bu süreçte yaprak su potansiyelinde, stomal iletkenlikte ve bitki su tüketiminde su stresi semptomları görülmüştür. Tuzluluk ne kadar yüksek olursa yaprak büyüklüğü ve kuru madde üretimi de o kadar az olmuştur. Yaprak, gövde ve kökte tuzluluk artışı ile birlikte büyüme de benzer azalmalar gözlenmiştir.

Öztürk (1994), Tabansuyu derinliği ve sulama suyu kalitesinin biber (*Capsicum annuum* L.) verimine etkisi isimli çalışmasını serada lizimetrelerde (500 mm iç çaplı, 95 cm uzunluğunda asbestli çimento borular), tabansuyu derinliği ve sulama suyu kalitesi faktörlerinin dörder seviyesinin bulunduğu 4×4 faktöriyel düzende yürütmüştür. Araştırma tabansuyu derinliğinin $D_1=30$, $D_2=45$, $D_3=60$ cm ve tabansuyunun olmadığı $D_4=90$ cm toprak derinliği bulunan konular ile, sulama suyu tuzluluğunun $T_1=0.25$, $T_2=1.0$, $T_3=2.0$ ve $T_4=3 \text{ dSm}^{-1}$ olduğu konulardan oluşmaktadır. Tuzlu suların

oluşturulmasında NaCl, CaCl₂ ve MgCl₂ tuzları kullanılmıştır. Sulama suları Ca/Mg oranları 1:1 olacak şekilde korunmuştur. Tuz katılarak hazırlanan sulama sularının SAR değerleri şehir şebeke suyunun SAR değerine eşit olarak alınmıştır. Araştırmada lizimetrelerin altında yapay tabansuyu oluşturabilmek amacıyla 63 cm iç çapında plastik leğenler kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, tabansuyu derinliğinin azalmasıyla, biber verimi, kök derinliği ve bitki boyu değerleri önemli ölçüde azalmış, buna karşılık toprak tuzluluğu değerleri artmış ve tabansuyu bulunan konularda su tüketimi daha yüksek bulunmuştur. Sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla, biber verimi, su tüketimi, meyve boyu ve bitki boyu değerleri önemli ölçüde azalmasına karşılık toprak tuzluluğu, meyvedeki kuru madde miktarı, meyve, yaprak ve dallardaki toplam kül miktarları önemli ölçüde artmıştır.

Öztürk ve Erözel (1994), Taban suyu derinliği ve sulama suyu kalitesinin, dolmalık biber su tüketimine etkisinin belirlenmesi amacıyla serada oluşturulan kolonlar halindeki lizimetrelerde yürüttükleri çalışmada, tabansuyu bulunan konularda bitki su tüketimi, tabansuyu bulunmayan konuya göre daha yüksek bulunmuştur. Sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla bitki su tüketimi değerleri düşmüştür. Araştırmada elde edilen bitki su tüketimi değerleri, tabansuyu derinliği açısından büyükten küçüğe D₃ (60 cm), D₂ (45 cm), D₁ (30 cm) ve tabansuyunun olmadığı D₄ (90 cm) konularında sırasıyla 674.6, 645.0, 614.4, ve 525.6 mm, sulama suyu tuzluluğu açısından büyükten küçüğe T₁ (0.25 dSm⁻¹), T₂ (1 dSm⁻¹), T₃ (2 dSm⁻¹) ve T₄ (3 dSm⁻¹) konularında sırasıyla 686.7, 616.5, 587.3 ve 569.2 mm olarak belirlenmiştir.

Scardaci ve ark. (1996), Kaliforniya pirinci üzerinde su ve toprak tuzluluğu etkisi isimli çalışmalarında, 1993-1995 yılları arasında 27 pirinç tarlasının sulaması için kullanılan 13 farklı su kaynağından, kaynak çıkış ağzından ve drene olan sulardan örnekler alarak tuzluluk ölçümleri yapmışlardır. Birçok su kaynağının tuzluluk değeri (EC_w) 0.7 dSm⁻¹ nin altında ölçülmüştür. Drene olan sulardan alınan örneklerin tuz düzeyleri 0.7 dSm⁻¹ ile 1.7 dSm⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Havzalarda toprak ve drene olan su tuzluluk değerlerinde üstten alta doğru önemli derecede artışlar gözlenmiştir. Pirinç ürün verimi, çimlenme yoğunluğu ve kuru madde miktarı tuzluluk artışıyla birlikte azalma göstermiştir.

Yurtseven ve ark. (1996), ekonomik değeri yüksek olan sivri biberde çimlenme ve fide oluşumu dönemleri ile gelişme dönemlerindeki 4 farklı sulama suyu

tuzluluklarının (0.25 dSm^{-1} , 1.5 dSm^{-1} , 3.0 dSm^{-1} ve 6.0 dSm^{-1}), bazı verim parametrelerine etkilerini araştırmışlardır. Serada saksı denemeleri biçiminde yapılan çalışmalar sonucunda; çimlenmeye ve fide biomas değerine 3.0 dSm^{-1} 'lik tuzluluk düzeyinin önemli bir etkisi olmadığı, fide boylarının ise bu tuzluluk düzeyinde %13 kadar arttığını gözlemlemişlerdir. Bitki gelişme dönemlerindeki tuzluluk düzeylerinin ise bitki verimi ve biomasını %1, meyve boyu ve meyvede toplam kül değerlerini %5 düzeyinde etkilediğini gözlemlemişlerdir. Yaprak ve dallardaki toplam kül değerleri ise deneme konularından etkilenmemiştir.

Yurtseven ve Bozkurt (1997), sulama suyu kalitesi ve toprak nem düzeyinin marulda verim ve kaliteye etkisi isimli çalışmalarında, 4 sulama suyu tuzluluğu (0.25 , 2.0 , 4.0 ve 6.0 dSm^{-1}) ve 2 sodyum adsorbsiyon oranı (0.30 ve 5.0) konularının verim ve kalite üzerine etkilerini, 2 farklı toprak nem içeriği düzeyinde (kullanılabilir nemin %75 ve %25'i tüketildiğinde sulama) incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, sulama suyu tuzluluğu ve sodyumluluğundaki artışa bağlı olarak marul veriminde önemli azalmalar olduğu saptanmıştır. Bitki kuru madde miktarları azalırken, toplam kül miktarları artmıştır. Sulama suyu tuzluluğunun artışı ile mineral madde içeriklerinin tümünde artma görülmüştür. Toprak nem içerikleri, tuzluluğun verim üzerine olan etkisi ile etkileşim göstermemiş, ancak toprakta nem düzeyinin yüksek tutulması verimin artmasına neden olmuştur.

Katerji ve ark. (1998), verim ve bitki su tüketimi arasındaki ilişkide tuzluluk ve kuraklık etkileri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada mısır, soya fasulyesi, ayçiçeği ve patates bitkileri 0.9 -kontrol, 2.3 ve 3.6 dSm^{-1} farklı kalitedeki sularla sulanmıştır. Büyüme periyodu boyunca toprak tuzlulukları patates bitkisi için 0.8 - 6.0 dSm^{-1} , mısır ve ayçiçeği bitkileri için 0.8 - 4.0 dSm^{-1} , soyafasulyesi için ise 0.8 - 7.0 dSm^{-1} arasında artış göstermiştir. Mısır ve ayçiçeği için tuzluluk arttıkça azalan verim tahmin edilen sınırlar arasındayken, patates için biraz az daha az olmuş ve soyafasulyesi için tahmin edilenden daha yüksek bir verim elde edilmiştir.

Fizikçi (1999), farklı tuzluluk, SAR ve Ca:Mg oranlarına sahip sulama sularının ıspanağın çimlenme ve verimine olan etkilerinin saptanması amacıyla bir çalışma yapmıştır. Denemede Ankara iline bağlı İncek köyü civarına 0 - 20cm derinlikten alınan killi tınlı bünyeye sahip tuzsuz ve sodyumsuz sınıfına giren topraklar kullanılmıştır. Laboratuvarında yürütülen çimlenme denemesi, teadüf parsellerinde $6 \times 3 \times 3$ faktöriyel

deneme desenine göre 3 paralel olarak, serada yürütülen verim denemesi de, 5x3x3 faktöriyel deneme desenine göre 3 paralel olarak kurulmuştur. Denemede Matador ıspanak çeşidi kullanılmıştır. Deneme konularını, 5 farklı sulama suyu tuzluluk seviyesi (1, 2.5, 5, 7.5, 10 ve 15 dS/m), 3 farklı sodyum adsorpsiyon oranı (SAR 5, 10, 15) ve 3 değişik Ca:Mg oranı (1:1, 3:1 ve 1:3) oluşturmaktadır. Ispanak tohumlarına uygulanan sulama suyu tuzluluğu ve SAR miktarı arttıkça çimlenme ve verim miktarı azalmıştır. Sulama suyundaki magnezyum miktarının artması da çimlenme ve verimin azalmasına neden olmuştur.

Yurtseven ve ark. (1999), Turp bitkisinde farklı sulama suyu tuzluluğu ve Ca/Mg oranı uygulamalarının bazı verim parametrelerine etkisi isimli çalışmalarında 5 farklı sulama suyu tuzluluğu (0.4, 1.5, 2.5, 5.0 ve 7.5 dSm⁻¹) ve 2 farklı Ca/Mg oranı (3:1 ve 1:3) konularını ele almışlardır. Yumru ve gövde verimleri, yumru çapı ve uzunluğu ile büyüme indeksi (çap/boy) verilerini değerlendirmişlerdir. Yumru ve gövde verimlerinin her ikisi de tuzluluk konularından etkilenmiş ve azalma göstermişlerdir. Yine yumru çapı ve boyu değerleri de tuzluluk konularından önemli düzeyde etkilenmişlerdir. Ca/Mg oranı ise incelenen verim parametrelerinin hiç birisi üzerine önemli etki yapmamış ancak, yumru ağırlığı ve yumru çapı üzerinde interaksiyon etkisi oluşturarak, bu parametrelerdeki tuzluluğun basit etkisini değiştirmiştir.

Clark ve ark. (2000), bitkiler ve topraklar üzerinde tuzun etkisinin laboratuvar çalışmalarıyla gözlemlenmesi isimli bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada tuza toleranslı olan Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.), orta toleranslı Sorgum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], tuza orta duyarlı Biber (*Capsicum annuum* L.) ve tuza duyarlı Fransız Kadife çiçeği bitkisi kullanmışlardır. Çalışmada laboratuvar koşullarında biri kontrol olmak üzere tuzlu 4 solüsyon hazırlanmıştır. Tuzluluk düzeyleri kontrol solüsyonuna 3:1 oranında CaCl₂ ve NaCl karıştırılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan tuz düzeyleri düşük (6.2 dSm⁻¹), orta (9.5 dSm⁻¹) ve yüksek (12.8 dSm⁻¹)'tir. Çalışma sonucunda Kadife çiçeği bitkisi en yüksek gelişimi kontrol düzeyinde göstermiş bunu takiben düşük tuz düzeyi gelmiştir. Ancak Orta ve yüksek tuzluluk düzeylerinde bitki yaşayamamıştır. Biber bitkisinde de tuzluluk düzeyleri aynı etkiyi göstermiştir. Sorgum bitkisi kontrol, düşük ve orta tuzluluk düzeyinde azalan şekilde gelişme göstermiş, yüksek tuzlulukta çok az bir gelişme göstermiştir. Pamuk bitkisinde ise artan tuzluluk düzeylerine rağmen tuzluluk bitki gelişimini etkilememiştir.

Cucci ve ark. (2000), farklı tuz konsantrasyonlarındaki sulama suyunun ve SAR değerlerinin toprak tuzluluğuna ve sodyumluluğuna etkileri isimli çalışmalarında, iki farklı killi toprak silindirik kaplara doldurulmuş ve su almayan bir yere konarak mevsimine göre 1999 yılında fasulye, 2000 yılında biber yetiştirilmiştir. Sulamalar kullanılabilir suyun %30 u tüketildiğinde, NaCl ve CaCl₂ tuzları karışımıyla elde edilen dokuz farklı tipte su ile bitki su tüketimine göre toprak nemi tarla kapasitesine getirilerek yapılmıştır. Sulamalardan sonra drene olan suyun da kontrolü sağlanarak bu sulara analiz yapılmıştır. Drene olan su miktarı uygulanan su miktarına ve tuzluluk düzeyine bağlı olarak farklılık göstermiştir. Topraklardan 30 cm den alınan örneklerde EC, pH, saturasyon ekstraktlarında Na, K, Ca ve Mg miktarları ile değişebilir sodyum yüzdesine (ESP) bakılmıştır. Araştırma başlangıcında toprak tuzluluk değeri 0.71 dSm⁻¹ iken kullanılan en düşük ve en yüksek tuzlulukta sulama sularına bağlı olarak araştırma sonunda bu değer 1.0 ve 2.2 dSm⁻¹ ve 13.9 ve 19.5 dSm⁻¹ arasında artış göstermiştir. Değişebilir sodyum yüzdeleri aşamalı olarak yükselmiş, sulama suyunun SAR ve tuzluluk oranları yükselirken Ca oranları ise aşamalı olarak düşmüştür. Bunun yanında değişebilir potasyum yüzdelерinde sulama suyunun kalitesi açısından önemli bir şekilde değişiklik gözlenmemiştir. Değiştirilebilir magnezyum yüzdeleri sulama suyunun SAR değerleriyle oransal olarak yükselmiştir. Sonuç olarak sulama suyunun tuzluluğu artış gösterdiğinde yıkama gereksinimi randımanında da düşüş ve sulama suyunun SAR ve tuzluluğu arttığı için toprak üst seviyesinde artan bir sodyumlulaşma gözlenmiştir.

Patel ve ark. (2000), gübreleme uygulamaları, sulama suyu tuzluluğu ve taban suyu derinliğinin kök bölgesi tuzluluğuna etkileri isimli çalışmalarında, tarla lizimetrelerinde yetiştirilen biber (*capsicum annuum* L.) bitkisi üzerinde 3 farklı kalitede (1, 5 ve 9 dSm⁻¹) sulama suyu kullanarak sulama yapmışlar, taban suyu derinliğini 2 farklı düzeyde (0.4 m ve 0.8 m) tutmuşlardır. Taban suyu derinliği yüzeyden 0.4 m de olduğunda üst toprak profil tuzluluğunu etkilemiş, taban suyu düzeyi yüzeyden 0.8 m de tutulduğunda toprak profilinin daha alt bir bölgesi tuzdan etkilenmiştir. Üst toprak profiline herhangi bir etkisi olmamıştır. Bununla birlikte N, P ve K gübrelemelerinin tuz birikimine herhangi bir etkisi gözlenmemiştir. Buna rağmen taban suyu derinliği ve alttan sulama biber verimini etkilememiştir.

Yurtseven (2000), Patlıcanda (*Solanum melongena* L.) su tüketimine tuzluluğun etkisi isimli çalışmasında, farklı tuzlulukta sulama suları uygulanan patlıcan parsellerinden hesaplanan gerçek bitki su tüketimi değerlerinin (ET_c) tuzluluğun etkisiyle değişimini incelemiş, ayrıca ET_c değerlerinin kap buharlaşması yöntemine göre hesaplanan referans bitki su tüketimleri (ET_o) ile karşılaştırmıştır. Denemelerde sulama suyu tuzlulukları olarak 1.3, 3.0, 4.5 ve 6.0 dSm^{-1} lik toplam tuzluluklar ile Ca/Mg'un iki değişik oranı (1:3 ve 3:1) ele alınmıştır. Suların tuzluluk düzeylerinin oluşturulmasında NaCl, $CaCl_2$ ve $MgSO_4$ tuzları kullanılmıştır. İstenen tuzluluk düzeylerinde sulama sularının hazırlanabilmesi ve parsellere verilebilmesi amacıyla her parsel başına 225 lt hacimli metal kaplar yerleştirilmiştir. Kapların alt kısımlarına yerleştirilen bir vana yardımıyla sulamalar, suyun bitki sıra aralarına açılan yüzlek karıklara verilmesi şeklinde yapılmıştır. Sonuç olarak tuzluluğun artması ile su tüketimi (evapotranspirasyon) değerlerinde azalmalar görülmüştür. Aynı zamanda bu ilişkinin sulama suyunun Ca/Mg oranı tarafından da etkilendiği görülmüştür.

Yurtseven ve ark. (2000a), farklı kalitedeki sulama suları ile yapılan yıkama uygulamalarının profil tuzluluğu üzerindeki değişimi isimli çalışmalarında, 4 farklı sulama suyu kalitesi (0.25, 1.5, 3.0 ve 6.0 dSm^{-1}) ve 2 farklı sulama suyu miktarı (%70 ve %100) kullanmışlardır. Topraklarda yapılan analizler sonucunda sulama suyu kalitesinin artışına bağlı olarak toprak tuzluluğunun arttığını saptamışlardır. 0-60 cm toprak profili için ortalama toprak tuzluluğu, 0.25 dSm^{-1} su ile sulanan toprakta 0.6 dSm^{-1} iken, 6.0 dSm^{-1} kalitesindeki su ile sulanan toprakta 1.57 dSm^{-1} ye ulaşmıştır. Ancak yıkama uygulaması ile yıkama suyu tuzluluğundaki azalma ile toprak tuzluluğunda da azalma olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılara göre, yıkama suyu tuzluluğu arttıkça, profil tuzluluğundaki azalma oranı daha az olmuştur. Tuzlu sularla farklı sulama suyu miktarı uygulamasının profil tuzluluğu üzerine olan etkisi çok az olmuştur. Yüksek tuzluluktaki sularla sulamada, sulama periyodu sonunda profil tuzluluğu kaçınılmazdır. Yıkama uygulamalarının mümkün olduğunca iyi kalitede sularla yapılması gerekmektedir.

Yurtseven ve ark. (2000b), Turp bitkisinde farklı sulama suyu tuzluluğu ve Ca/Mg oranı uygulamalarının bitki biokütle ve mineral madde içeriğine etkisi isimli çalışmalarında 5 farklı sulama suyu tuzluluğu (0.4, 1.5, 2.5, 5.0 ve 7.5 dSm^{-1}) ve 2 farklı Ca/Mg oranı (3:1 ve 1:3) konularını ele almışlardır. Sonuç olarak yumru ve gövde

biokütle değerleri, tuzluluk ile %1 düzeyinde, toplam kül ise tuzluluk, Ca/Mg oranı ve konu etkileşimleri ile %1 düzeyinde önemli değişimler görülmüştür. Mineral madde içeriklerinde Na, Ca, Mg, Cl, N, P, Zn ve Mn önemli değişimler gösterirken, K, Fe ve Cu içerikleri ise değişmemiştir.

Yurtseven ve ark. (2000c), Farklı sulama suyu tuzluluklarının farklı gelişme dönemlerinde domates bitkisinin verim ve kalitesine etkisi isimli çalışmalarında, bitkileri 35 cm çapında ve 50 cm yüksekliğinde (PE) polietilen lizimetrelerde yetiştirmişlerdir. Sulama suyu tuzlulukları 2.5 ve 5.0 dSm⁻¹ ve kullanılan tuz çeşitleri (KCl+CaCl₂) ve (NaCl+CaCl₂)'dür. Drenaj suyunun kontrolü için lizimetreler altına aynı çapta plastik kaplar konulmuştur. Denemede kullanılan topraklar 0-40 cm derinlikten alınmış, 4 mm'lik elekten geçirilmiş ve verimlilik analizine göre gerekli miktarda organik ve inorganik gübre ilave edilmiştir. Çalışmada Falcon ve Likya (F1) olmak üzere iki farklı domates çeşidi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda sulama suyu tuzluluğu artışıyla birlikte her iki çeşitte de verimde önemli azalmalar olmuştur. Falcon çeşidinde tuzlulukla birlikte meyve çapında artış gözlenirken, özellikle 5 dSm⁻¹ tuz düzeyinde Likya çeşidinde azalmalar gözlenmiştir. Sulama suyu tuzluluğundaki artışa paralel olarak, her iki çeşidin meyve mineral madde içerikleri (Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ and Cl⁻) kontrol konusuna göre önemli oranda artış göstermiştir.

Yurtseven ve Baran (2000), sulama suyu tuzluluğu ve su miktarlarının Brokkoli'de verim ve mineral madde içeriğine etkisi isimli çalışmalarında, 5 farklı sulama suyu tuzluluğu (EC_w=0.25-kontrol, 1, 3, 6 ve 9 dSm⁻¹) ve 3 farklı su miktarı (gereksinilen suyun %80, %100 ve %120'sinin uygulanması) konusu ele almışlardır. Bitki verimi üzerine sulama suyu tuzlulukları ile sulama suyu miktarının her ikisi de etkili olurken, kuru madde ve toplam kül değerleri üzerine sadece tuzluluklar etkili olmuştur. Verimde 6 dSm⁻¹ düzeyinden itibaren önemli azalmalar oluşmuş, sulama suyu miktarındaki artış ise verimi artırmıştır. Tuzluluğun artması bitki kuru madde miktarlarının azalmasına neden olurken, toplam kül içeriklerini artırmıştır.

Yurtseven ve ark. (2001a), Tuzluluğun ve sulama aralığının kolzada (Brassica napus oleifera) verime ve gelişmeye etkisi isimli çalışmalarını cam örtülü serada 9 kg'lık saksılarda yürütmüşlerdir. Denemeler 5 sulama suyu tuzluluğu (T₁=0.21, T₂=1.73, T₃=3.08, T₄=6.09 ve T₅=9.98 dSm⁻¹) ile 2 sulama aralığı (S₁=10 ve S₂=20 gün) konularının, tesadüf parsellerinde faktöriyel düzende 3 tekrarlamalı olarak 30 adet

saksıda yürütülmüştür. Sulama suyu kalitelerinin oluşturulmasında, eriyebilirlikleri yüksek olan NaCl ve CaCl₂ tuzları kullanılmıştır. Hazırlanan sulama sularının sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) değerleri, sodyumluluk etkisi yaratmamak amacıyla 1'den düşük olarak korunmuştur. Hasat edilen bitkilerde yeşil ot verimi ve kuru madde (biokütle) verimi ile bitkideki mineral madde birikiminin belirlenebilmesi amacıyla toplam kül analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda yaş ağırlıklar hem tuzluluk düzeyleri ile, hem sulama aralığı seviyeleri ile ve hem de iki faktörün etkileşimi ile %1 düzeyinde önemli değişimler göstermiştir. Bir başka deyişle yaş ağırlıklar tuzluluğun artışı ve sulama aralığının 10 günden 20 güne artması ile azalmakta ve bu azalma aynı zamanda bu iki faktörün seviyeleri tarafından birlikte etkilenmektedir. Konulara göre ortalama yaş ağırlıklar, en düşük T₅S₁ konusundan 100.31 g/saksı olarak, en yüksek ise T₁S₁ konusundan 203.70 g/saksı olarak elde edilmiştir.

Yurtseven ve ark. (2001b), sulama suyu tuzluluğunun toprak tuzlulaşmasına ve yıkanmaya etkisini araştırmak amacıyla tarla ve lizimetre denemeleri yapmışlardır. Denemelerden elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, toprak tuzlulukları sulama suyu tuzluluklarının artışına bağlı olarak artmaktadır. Tuzlulaşmanın derecesi daha tuzlu sulama sularının uygulandığı parsellerde daha yüksek olmuştur. Denemenin yıkamanın olmadığı ilk kısmında gelişme dönemi sonunda elde edilen toprak profil tuzluluğu sonuçlarına göre toprak tuzluluğu 0-20 cm'de en yüksek değere ulaşmış, bunu sırasıyla 20-40 cm ve 40-60 cm izlemiştir.

Yurtseven ve ark. (2001c), sulama suyu tuzluluğunun tınlı toprakta profil tuzluluğuna etkisini araştırmak amacıyla tarla denemeleri yapmışlardır. Çalışmada dört farklı tuzluluk (kontrol-1.3, 3.0, 4.5 ve 6.0 dSm⁻¹) ve iki farklı Ca/Mg oranı (3:1 ve 1:3) kullanmışlardır. Toprak profil tuzluluğu değişimlerini 0-90 cm profil için incelemişlerdir. Bütün parsellerde tuzluluklar artmış, tuzluluğun yüksek olduğu konularda bu artış daha da yüksek olmuştur. Toprak tuzluluğundaki artışlar 0-40 cm profilde daha yüksek düzeylerde bulunmuş, buna karşın 60-90 cm profilde profil tuzluluğundaki değişim oldukça azdır.

Öztürk (2002), patlıcan (*Solanum Melongena L.*) bitkisinde, gelişme periyodu 3 döneme ayrılarak bu dönemlerin farklı kombinasyonlarında uygulanan normal ve tuzlu suyun, bitki gelişimine ve toprak tuzluluğuna etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada tuzlu su olarak 5 dSm⁻¹ ve normal su olarak da 0.25 dSm⁻¹

elektriksel iletkenliğe sahip sular kullanılmıştır. Özellikle ilk dönemlerde olmak üzere farklı dönemlerde uygulanan tuzlu suyun; bitki su tüketimini, bitki boyunu, bitki ağırlığını önemli düzeyde azalttığı buna karşılık yaprakların mineral madde içeriğini ve toprak tuzluluğunu önemli düzeyde artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca yüksek tuzlu su uygulamalarında mutlaka yıkama yapılmasının gerektiği ortaya çıkmıştır.

Tingwu ve ark. (2003), karpuzun kalitesi ve su kullanım etkinliği üzerine tuzlu su ile damla sulamanın etkisini araştırdıkları bir çalışmada, Çin’ de bulunan yüksek tuzlu tabansuyunu sulamada kullanmışlardır. Kullanılan suyun tuzluluk değerinin kış yağışlı sezonda 3.2 dSm^{-1} iken, kurak sezonda 6.3 dSm^{-1} düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Araştırmada sulamalar dört farklı sulama konusuna (kontrol, %30, %60 ve %90 Çin Buharlaşma Kabına göre olan buharlaşmaya göre) göre yapılmıştır. Kontrolle karşılaştırıldığında %60 sulama konusu hem karpuz veriminde hem de kalitesinde artış meydana getirmiştir. Araştırmada su kullanım etkinliğinin belirlenebilmesi için lizimetre ölçümleri yapılmış, su-verim randımanı uygulamalarda sırasıyla 39.2, 30.7, 21.45 ve 14.3 kg m^{-3} olarak belirlenmiştir.

Duan ve ark. (2004), *Chenopodium Glaucum* L. tohumlarının çimlenmesi üzerine su stresi ve tuzluluğun etkisi isimli bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada farklı tipte tuzlar (Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , MgSO_4 , NaCl , MgCl_2) ile farklı toprak tuzlulukları oluşturularak çimlenme sağlanmıştır. Tuzluluk artışı ile birlikte artan osmotik basınca bağlı olarak çimlenme yüzdesinde önemli derecede azalma gözlenmiştir.

Elkhatib ve ark. (2004), dört farklı patates kültürünün (Spunta, Alpha, Cara ve King Edward) tuza toleransı isimli çalışmalarında kontrol suyu ile birlikte 4 farklı kalitede (0.53 -Kontrol, 3.13 , 6.25 ve 9.38 dSm^{-1}) sulama suyunu NaCl tuzu katarak elde etmişler ve patates yumrularının bu tuzlu su uygulamasından etkilenmesini gözlemişlerdir. Çalışma sonunda patates yumrularında tuzluluk artışı ile birlikte yumrularda önemli derecede küçülme gözlenmiştir. Tuza dayanıklılık bakımından patates kültürleri şu şekilde sıralanmıştır; Cara>Alpha>Spunta>King Edward. Sonbahar ve yaz döneminde ayrı ayrı yapılan denemelerde her kültürde en yüksek tuza dayanım başarısı yaz mevsiminde elde edilmiştir.

Kadayıfçı ve ark. (2004), Sulama suyu tuzluluğunun soğan bitkisinin yumru verimi, bitki su tüketimi ve toprak profili üzerine etkilerinin incelendiği sera çalışmalarında, 5 farklı sulama suyu kalitesinin (EC_w -kontrol= 0.8 dSm^{-1} , 1.6 dSm^{-1} ,

3.2 dSm⁻¹, 4.6 dSm⁻¹ ve 6.1 dSm⁻¹) sulamalarda kullanılması durumunda, yumru veriminde %34-68 ve bitki su tüketiminde %15-35 gibi önemli bir azalmanın olduğunu belirlemişlerdir. Araştırma sonunda, deneme konularında, toprak saturasyon eriyiklerinin elektriksel iletkenlikleri 0.54 dSm⁻¹ den şebeke suyunun kullanıldığı konuda 0.81 dSm⁻¹, en yüksek tuzluluk değerine sahip suların kullanıldığı konuda ise 4.47 dSm⁻¹ düzeyine ulaştığını saptamışlardır.

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

Chartzoulakis (2005), zeytinde büyüme, verim, tuza tolerans isimli çalışmaları sonucunda tuzluluğun meyve ağırlığını ve yağ miktarını düşürürken meyvelerin nem içeriğini artırdığını, zeytinyağındaki toplam fenol içeriğinin kısmi NaCl tuzluluğundan etkilenmediğini ancak doymuş veya doymamış yağ asit oranlarını düşürdüğünü belirlemişlerdir.

Jamil ve ark. (2005), kabakgiller familyasına ait bitkilerde çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine tuz (NaCl) etkisi isimli çalışmalarında, dört farklı kalitede (Kontrol-0.0, 4.7, 9.4 ve 14.1 dSm⁻¹) sulama suyu kullanarak çimlenme ve fide gelişimlerini gözlemişlerdir. Sonuçlar göstermiştir ki, tüm türlerde tuzluluk artışı ile birlikte çimlenme, çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, yaprak alanı ve yaprak sayısında önemli oranda azalma oluşturmuştur. Özellikle de tuz düzeyinin 14.1 dSm⁻¹ ye çıkması tüm türlerde kök uzunluğunda önemli düzeyde azalma oluşturmuştur.

Sharma ve ark. (2005), ayçiçeği bitkisinin tuzlu drenaj suyu ve tuzsuz kanal sulama suyu ile sulanmasının verim üzerine etkilerini araştırmıştır. Drenaj suyu tuzluluk değerleri 7.2-9.8 dSm⁻¹, SAR değeri 8.4-13.5 ; tuzsuz kanal suyu tuz değeri 0.3-0.4 dSm⁻¹, SAR değeri 0.6-0.8'dir. Sonuçlar göstermiştir ki, tuzlu drenaj suyu ile sulanan

bitkide verimde ve gelişimde önemli derecede azalmalar olmuştur. Bu etki tuzsuz su ile sulamada gözlenmemiştir. Yalnız tuzlu su ile sulanan ayçiçeği bitkisi ortalama tane verimi %56.9 iken, tuzsuz kanal su ile sulanan bitkide %87.2 oranında olmuştur.

Yurtseven ve ark. (2005), domates türlerinin su tüketimi, meyve kalitesi ve verimine su tuzluluğu ve potasyum düzeyinin etkileri isimli çalışma yapmışlardır. Sera koşulları altında yapılan çalışmada 4 farklı kalitede (0.25, 2.5, 5 ve 10 dSm⁻¹) su ve 2 farklı potasyum gübre dozu kullanılmıştır. Çalışmada verim, meyve kalitesi, drenaj suyu kalitesi ve bitki su tüketimi değerleri belirlenmiştir. Hem tuzluluk hem de potasyum gübrelemesi verimi ve kaliteyi önemli düzeyde etkilemiştir. Tuzluluk ve K gübrelemesi arasında istatistiksel anlamda bir interaksiyon söz konusu olmuştur. Tuzluluk artışıyla birlikte bitki kurumadde miktarında azalma gözlenmiş, K gübrelemesinin kurumadde üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. Yine tuzluluk artışıyla birlikte meyve büyüklüğü ve meyve suyu pH' sında azalmalar gözlenmiştir.

Ben-Asher ve ark. (2006), üzüm asmalarının tuzlu sularla sulanması, asma büyüklüğü ve ürünün matematiksel bir modelle gözlenmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Toprak, su, hava ve bitki (swap) modeli yarı analitik bir fonksiyonla tuzlu suyun iletimini belirlemektedir. Model basit (SWAPs) ve detaylı (SWAPd) olarak ürün gelişmesini belirleyebilmektedir. Bu çalışmanın amacı, kurak şartlarda asmadaki tuzluluk etkilerini göz önüne alarak SWAPd nin yeterliliğini değerlendirmek ve SWAPd ve SWAPs büyüme modellerindeki sonuçları karşılaştırmaktır. Çalışmada üç farklı tuz düzeyi kullanılmıştır (1.8, 3.3, ve 4.8 dSm⁻¹). İki modelin (SWAPs ve SWAPd) geçerliliğini test etmek için üç farklı kriter karşılaştırmada kontrol edilmiştir. Bunlar model seçimi standart hatası (SEE), kök aritmetik ortalama hatası (RMSE) ve uyuşma içeriği (IOA) SEE' dir. Çalışmadan elde edilen değerlere göre, ölçülen sonuçlarla simülasyondaki sonuçlar birbiriyle uyum göstermiştir. Simülasyondaki sonuçlar su kalitesinin tek değişken olduğu durumda elde edilmiştir ve böylece SWAP modellerinin tuzluluk modeli yeterliliklerinin oldukça gerçekçi olduklarını göstermiştir.

Sepaskhah ve ark. (2006), su ve tuz stresi altında şekerpancarı, darı ve buğday için değerlendirme ve gelişme modeli başlıklı çalışmalarında sözü edilen bitkiler için model geliştirilmiştir. Model farklı kalitedeki sulama sularının, yıkama fraksiyonunun ve uygulanan su miktarının ürün verimine etkisini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Farklı kalitedeki suların (kışlık buğday ve şeker pancarı için 0.25, 0.65 ve 1.15 dSm⁻¹,

darı için 0.15 ve 1.11 dSm⁻¹) kullanılmasıyla yıkama gereksiniminin ve uygulanan su miktarının artış gösterdiği, tuzluluk artışıyla birlikte hasat sonrası toprak tuzluluk değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda su stresinin tuz stresinden istatistiksel olarak daha önemli olduğu belirlenmiştir.

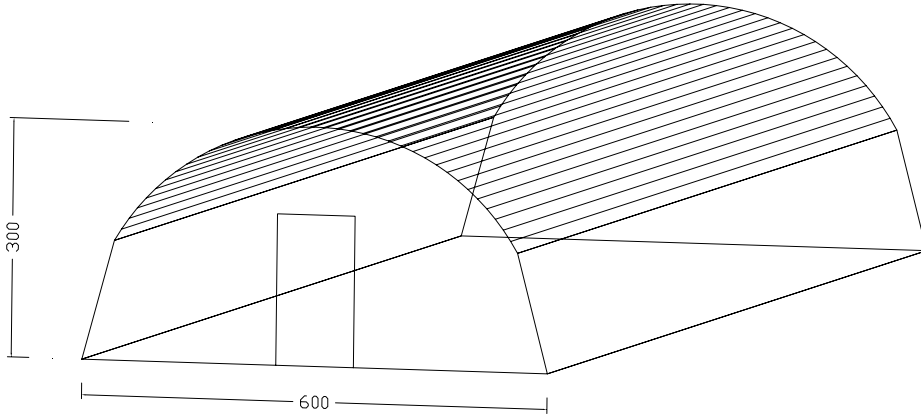
Supanjani (2006), tuzluluk ve Bor (B)'un birlikte etkisine biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinin tepkisi isimli bir çalışmada kontrol tuzluluğu ile birlikte üç tuzluluk düzeyi (0-kontrol, 3 ve 6 dSm⁻¹) ve üç B düzeyi (0, 15 ve 30 mg/kg H₃BO₃) kullanmıştır. Çalışma sonucunda tuzlu koşullar altında uygulanan B miktarının artışıyla birlikte biber bitkisi kuru madde miktarının azalma göstermiştir. Tuzluluğun 6 dSm⁻¹ olduğu, B uygulanmadığı durumda kuru madde kontrole göre %21.2 azalma göstermişken, 30 mg/kg B uygulamasında %33.8 e ulaşmıştır. Çalışma sonucunda ayrıca tuzlulukxB etkileşiminin, bitkide toksik B birikimini artırdığı ve inorganik element alımını olumsuz etkilediği gözlenmiştir.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Yerinin Tanıtılması

Araştırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü için ayrılmış olan plastik örtü malzemeli serada yürütülmüştür. Alanı 120 m² olan deneme serasında, yan ve çatı havalandırma açıklıkları kullanılarak doğal havalandırma yapılmıştır (Şekil 3.1). Araştırma alanının coğrafik konumu 41°21' Kuzey enlemi, 36°15' Doğu boylamı'dır. Araştırmada sulama amaçlı olarak kullanılacak su sera dışında ve kampus su şebekesinden karşılanmıştır. Araştırma serası arazi koşulları nedeniyle kuzey-güney doğrultusunda konumlandırılmış, 6x20 m boyutlarında 3.00 m çatı yüksekliğindedir.



Şekil 3.1 Deneme serasının şematik görünümü

3.1.2. Araştırmada Kullanılan Toprak, Bitki ve Sulama Suyunun Özellikleri

3.1.2.1. Toprak Özellikleri

Yapılan araştırmada, kurulan lizimetrelerde kullanılan topraklar Samsun ilinin 30 km batısında bulunan Ondokuzmayıs ilçesinden temin edilmiştir. Yapılan analiz çalışmaları sonucunda deneme topraklarının bünye sınıfının Kumlu-tınlı olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.1). Vural ve ark. (2000) yapmış oldukları bir çalışmada biber bitkisinin kumlu-tınlı bünyeye sahip topraklarda iyi bir gelişme ve yüksek verime sahip olduğunu saptamışlardır. Bu nedenle, denemede kumlu-tın bünyede toprak kullanılmıştır.

Ondokuzmayıs ilçesinden getirilen topraklar, denemenin kurulacağı araştırma serası içerisinde sera toprağı ile karışmaması amacıyla, PE plastik sera tabanına serilmiş ve topraklar plastik üzerine ince tabakalar halinde yayılmıştır. Toprak bu koşullar altında hava kuru hale getirilmiş, hava kuru hale gelen topraktan örnekler alınarak, toprağın fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır (Çizelge 3.1) Çizelgedeki sonuçlardan yararlanılarak toprak için gerekli olan yanmış ve elenmiş ahır gübresi 2mm'lik elekten elenmiş, hava kuru toprakla karıştırılarak, bitki yetiştirme ortamı olarak değerlendirilerek harç elde edilmiştir. Elde edilen bitki yetiştirme ortamı harç'tan da örnekler alınarak laboratuvar koşullarında tekrar fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimleri gözlemek amacıyla analizler yapılmış, bu analizler Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Deneme topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Saturasyon yüzdesi	64.176	Kum yüzdesi	79.446
EC _e (dSm ⁻¹)	1.54	Silt yüzdesi	13.177
Ca ⁺⁺ (me/100 gr)	20.75	Kil yüzdesi	7.377
Mg ⁺⁺ (me/100 gr)	3.5	Bünye sınıfı	Kumlu-Tın
Na ⁺ (me/l)	2.493	Toplam tuz (%)	0.0155
K ⁺ (me/l)	0.432	Kireç, CaCO ₃ (%)	1.714
CO ₃ ⁼ (me/l)	-	Fosfor, P (ppm)	22.656
HCO ₃ ⁻ (me/l)	0.3	Organik madde (%)	1.109
Cl ⁻ (me/l)	40		
SO ₄ ⁼ (me/l)	5.615		
KDK (me/100 gr)	6.906		
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	1.2		
Çamurda pH	8.8		
DK(me/100 gr)	Na	1.246	

Çizelge 3.2 Bitki yetiştirme ortamı harcın fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Saturasyon yüzdesi	70.087	Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	1.1
EC _e (dSm ⁻¹)	2.169	Çamurda pH	8.0
Ca ⁺⁺ (me/100 gr)	19.0	Toplam tuz (%)	0.0852
Mg ⁺⁺ (me/100 gr)	8.5	Kireç, CaCO ₃ (%)	2.939
Na ⁺ (me/l)	4.343	Fosfor, P (ppm)	102.194
K ⁺ (me/l)	2.546	Organik madde (%)	3.034
CO ₃ ⁼ (me/l)	-		
HCO ₃ ⁻ (me/l)	0.2		
Cl ⁻ (me/l)	140		
SO ₄ ⁼ (me/l)	12.198		
KDK (me/100 gr)	7.341		
Tarla Kapasitesi (%)	29.4		
Solma Noktası (%)	19.6		
DK(me/100 gr)	Na	19.633	
	K	8.551	

3.1.2.2. Denemede Kullanılan Sivri Biber Bitkisinin Özellikleri

Denemelerde Bafra Y17 sivri biber (*Capsicum annuum L.*) çeşidi yetiştirilmiştir. Çeşidin meyveleri genelde 5-30 cm arasında değişen uzunlukta, çapın en kalın kısmı sap kısmına yakın bölge olup 2-5 cm çap kalınlıklarında ve uca doğru giderek incelen yapıdadır. Meyveler gövde üzerinden çıkarak aşağıya doğru sarkık durumda bulunurlar. Biber tohumlarının çimlenmesiyle aynı dönemde oluşan kazık kök fide devresinde toprak yapısına ve uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak 10-15 cm derinliğe kadar inebilmektedirler. Kazık kök üzerinde yaklaşık 5-10 adet arasında değişen yan kökler oluşmaktadır. Köklerin %70'i toprağın ilk 10-30 cm derinliğinde oluşmakta, hafif ve kumlu topraklarda kök uzunluğu 80-100 cm derinliğe kadar inebilmektedirler. Gövde büyümenin ilk dönemlerinde otsu yapıdadır, daha sonra kısmen odunsu bir yapı kazanmaktadır. Yapraklar uzun-oval şekilli, yaprakların kenarları düz, üstü kaygan ve parlaktır. Yapraklar açık yeşilden çok koyu yeşile kadar renk değişimi gösterir. Çiçekler ise yaprak koltuklarında ve dal koltuklarında tek veya salkım halinde ortalama 2-3 çiçek bir arada bulunmaktadır. Çiçekler gövdeye düz veya kıvrık bir sapla bağlanmaktadır (Vural ve ark., 2000).

3.1.2.3. Denemede Kullanılan Sulama Suyu Özellikleri

Araştırmada 4 farklı kalitede sulama suları kullanılmıştır. Kampus şebeke suyu (To) kontrol sulama suyu olarak alınmış (Çizelge 3.3), diğer 4 farklı kalitedeki sular ise (T₁, T₂, T₃ ve T₄) olarak belirlenmiştir. T₁, T₂, T₃ ve T₄ kalitelerindeki sulama suları farklı tuzlar kullanılarak elde edilmiş, yapay hazırlanmış sulama sularıdır. Kampus şebekesi suyu tuzluluk düzeyini belirlemek amacıyla elektriksel iletkenliği ölçülmüş ve (To-Kontrol) 0.41 dSm⁻¹ olarak saptanmıştır. Diğer sulama suları ise T₁=1.0 dSm⁻¹, T₂=2.5 dSm⁻¹, T₃=4.0 dSm⁻¹ ve T₄=6.0 dSm⁻¹ olacak şekilde hazırlanmıştır. Tuzlu suların hazırlanmasında QBASIC programlama dilinde hazırlanan basit bir bilgisayar programından yararlanılmıştır.

Çizelge 3.3 Kampus şebeke suyu (T₀) analiz sonuçları

pH	EC _w (dSm ⁻¹)	Ca ⁺⁺ (me ⁻¹)	Mg ⁺⁺ (me ⁻¹)	Na ⁺ (me ⁻¹)	K ⁺ (me ⁻¹)	CO ₃ ⁼ (me ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (me ⁻¹)	Cl ⁻ (me ⁻¹)	SO ₄ ⁻ (me ⁻¹)	SAR	Sulama suyu sınıfı
7.8	0.41	2.2	1.95	0.61	0.051	-	-	1.95	2.15	0.42	C ₂ S ₁

3.1.3. Denemelerde Kullanılan Lizimetreler

Lizimetreler tartılı ve drenaj tipi olmak üzere iki kısımda incelenmektedir. Lizimetreler kuruluş metoduna, yüzey alanlarına, şekline, kullanılan malzemeye ve su uygulama şekline göre gruplandırılmaktadır. Yüzey alanlarına göre lizimetreler; yüzey alanı 2 m² den daha fazla olanları büyük, yüzey alanı 0.5-2 m² arasında olanları orta ve 0.5 m² den daha az yüzey alanına sahip olanları da küçük lizimetre olarak sınıflandırılır (Güngör, 1985). Bu açıklamalara göre araştırmada kullanılan lizimetreler, drenaj tipinde küçük lizimetreler sınıfına girmektedir.

Denemelerde 350 mm çaplı PVC borular 650 mm uzunluklarda kesilerek oluşturulan silindir biçimindeki kolonların içerisine “Toprak özellikleri” başlığı altında verilen bölümde belirtilen, bitki yetiştirme ortamı *harç* doldurularak lizimetreler oluşturulmuştur. Lizimetreler 500 mm çaplı plastik kaplar içerisine yerleştirilerek drenaj suyunun da kontrolü sağlanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Denemede kullanılan drenaj tipi lizimetrelerin genel bir görünüşü

3.1.4. Denemelerde Kullanılan Kimyasal Maddeler (Tuzlar)

Denemede ele alınan sulama suyu tuzluluk düzeylerinin oluşturulmasında, suda eriyebilirliği yüksek olan üç farklı tuz kullanılmıştır. Bunlar % 99.5 saflıkta NaCl, % 99 saflıkta CaCl_2 ve % 99 saflıkta MgSO_4 tuzlarıdır. Tuzlar kullanılarak farklı düzeylerde tuz konsantrasyonları oluşturulmuş, bu konsantrasyonlardaki sulama suları denemelerde kullanılmıştır.

3.1.5. Denemelerde Kullanılan Yardımcı Ekipmanlar

Denemelerde plastik kolonlar drenaj suyunun kontrolünün sağlanması amacıyla 500 mm çapında plastik kaplar içerisine konularak drenaj lizimetreleri oluşturulmuştur. Farklı tuzlar kullanılarak farklı tuzluluk düzeylerindeki sulama suları 40 litrelik plastik kovalarda hazırlanmıştır (Şekil 3.3). Deneme boyunca gerekli olan kimyasal maddelerin (tuzların) tartımı ve hazırlanmasında hassas terazi, beher ve erlen gibi laboratuvar araçlarından yararlanılmıştır. Deneme sürecinde toprak örneklerinin alınmasında toprak burgusu, örneklerin kurutulmasında bölüm laboratuvarında bulunan zaman ayarlı etüv kullanılmıştır. Sulama suyu miktarı topraktaki nem azalması belirlenerek saptanmaya çalışılmış, bu amaçla da oluşturulan kontrol lizimetrelerinde

nem belirlenmesinde nem ölçer (Profil Prob) kullanılmıştır. Nem ölçer profil prob ve dijital ölçüm cihazı (HH2) Şekil 3.4’de verilmiştir.



Şekil 3.3 Farklı tuzlar kullanılarak farklı tuzluluk düzeylerindeki sulama sularının hazırlandığı 40 litrelik plastik kovalardan görünüş



Şekil 3.4 Nem ölçer (Profil prob) ve dijital ölçüm cihazının görünüşü (a); Nem ölçümlerinin yapıldığı plastik kılıf (b); Prob ve plastik kılıfın ölçüm için hazırlanışı (c)

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme Düzeni

Çalışmada 4 sulama suyu tuzluluğu ($T_1=1.0 \text{ dSm}^{-1}$, $T_2=2.5 \text{ dSm}^{-1}$, $T_3=4.0 \text{ dSm}^{-1}$ ve $T_4=6.0 \text{ dSm}^{-1}$) ve iki Ca/Mg oranı ($O_1=1:1$ ve $O_2=3:1$) konuları, tesadüf parsellerinde faktöriyel düzende olmak üzere ele alınmıştır. Deneme 3 tekrarlamalı olarak [$2 \times 3 \times 4=24$ ve Ca/Mg oran denemesi olmayan 3 kontrol lizimetreleri ($T_0\text{-kontrol}=0.41 \text{ dSm}^{-1}$) olmak üzere 27 lizimetrede] kurulmuştur. Çiçeklenme ve hasat dönemlerinde toprak örnekleri almak ve sulama suyu miktarını profil prob ile belirleyebilmek için kontrol lizimetreleri hazırlanmıştır. Tuzlu suların hazırlanmasında daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi QBASIC programlama dilinde hazırlanan bilgisayar programından yararlanılmıştır. Sulama sularının toplam tuzlulukları yanında, sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) da toprak ve bitki özelliklerine etkili olmaktadır (Ayyıldız, 1990). Araştırmada sulama sularının yalnızca toplam tuzluluk yönünden oluşturduğu etkiler incelenmiştir. Program, elde edilmek istenen tuz değerinin belirlenebilmesi için kontrol suyuna katılması gereken tuz miktarlarını ve SAR değerlerini birçok kombinasyonda verebilmektedir. SAR değerinin etkisini ortadan kaldırmak veya en aza indirmek amacıyla suya katılması gereken tuz miktarları seçilirken kontrol suyu SAR değeri mümkün olduğunca korunmaya çalışılmıştır.

3.2.2. Sera Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler

3.2.2.1. Serada Lizimetrelerin Oluşturulması

Toprak analizleri sonucunda doğal birim hacim ağırlığı 1.2 grcm^{-3} bulunduğundan, doğal birim hacim ağırlığının sabit kalmasının sağlanması amacıyla oluşturulan kompose toprak, kolonların içine her 10 cm de bir sıkıştırılarak doldurulmuştur. Lizimetrelerden sulama sonrası drene olabilecek suyun kontrolünü sağlamak amacıyla lizimetrelerin altına plastik leğenler yerleştirilmiştir. Lizimetre kolonlarının üstü ile toprak yüzeyi arasında, sulama suyunun taşmaması amacıyla 5 cm yükseklikte bir boşluk bırakılmıştır. Ayrıca kolonların tabanında, olası suyun kolay drene olabilmesi için 10 cm'lik kum-çakıl katmanı oluşturulmuştur.

3.2.2.2. Dikim, Tuzlu Suların Hazırlanması ve Sulama

Biber fideleri (Bafra Y17-F1) 3-4 yapraklı olarak her lizimetreye bir adet olacak şekilde Nisan ayı sonlarında dikilmiştir. Fide dikiminden sonra lizimetreler on gün boyunca kampüs şebeke suyu ile (T_0 -kontrol) sulanmış, daha tuzlu konular için kampüs şebeke suyuna erirlikleri yüksek olan sodyum klorür (NaCl), kalsiyum klorür (CaCl_2) ve magnezyum sülfat (MgSO_4) tuzları katılarak hazırlanan farklı tuz konsantrasyonuna sahip sularla sulamalara devam edilmiştir. Sulama suyu miktarı bir süre (Class-A Pan) A sınıfı buharlaşma kabından olan günlük buharlaşma miktarına göre belirlenerek, lizimetrelerdeki nem düzeyi tarla kapasitesine getirilerek yapılmıştır. Daha sonra sulama suyu miktarının belirlenmesinde kullanılacak olan profil probun kalibrasyonu için ölçümler alınmıştır. Bu amaçla kontrol amacıyla hazırlanan lizimetrelerden toprak örnekleri alınarak mevcut nem gravimetrik olarak belirlenmiş, aynı anda profil prob ile de topraktaki nem okumaları yapılmıştır. Her iki yöntem sonuçları kullanılarak probun kalibrasyonu yapılmıştır. Kalibrasyondan elde edilen katsayılar kullanılarak nem düzeyleri profil prob ile ölçülmeye başlanmış, elde edilen nem değerleri göz önüne alınarak lizimetrelerdeki toprak nem düzeyi tarla kapasitesine getirilerek sulamalar tamamlanmıştır.

Bitkilerin dikiminden itibaren toprak yüzeyinde görülen yabancı otlar elle kopararak yabancı ot savaşı yapılmıştır. Biber bitkisinin hasadı 2005-Temmuz ayı sonunda başlayıp, 2005-Eylül ayı sonlarına kadar sürmüştür. Hasat elle, meyvelerin sapları dallardan kırılarak yapılmıştır. Bitkinin meyve verme periyodunun uzun olması nedeniyle altı hasat yapılmıştır.

3.2.2.3. Sulama Zamanı ve Uygulanacak Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi

Sulama zamanının belirlenmesinde, toprağın nem içeriği dikkate alınmıştır. Islatılacak toprak derinliği olarak, 65 cm boyundaki lizimetrenin üst 5 cm ve alt 10 cm'lik kum-çakıl kısmı toplamı çıkarılmış ve 50 cm'lik toprak derinliği esas alınmıştır. Toprakta nem içeriğinin belirlenmesinde başlangıçta gravimetrik yöntemle kontrol lizimetrelerinden toprak örneği alınarak, daha sonra kalibrasyonu tamamlandığında profil prob (type PR1) ile yapılmıştır. 25 mm çapındaki prob dijital ölçüm cihazına (Moisture Meter, type HH2) bağlandıktan sonra plastik kılıf içerisine yerleştirilerek her 10 cm'de hacimsel olarak toprak nem miktarı belirlenmiştir (Şekil 3.4). Profil prob ile

arazi üzerinde bir çok noktada nem ölçümü yapılabilir ve çok tuzlu topraklarda bile güvenle kullanılabilir. Gravimetrik olarak belirlenen nem içeriğine göre lizimetre toprakları tarla kapasitesi düzeyine getirilmiş, daha sonra sulamalar A sınıfı buharlaşma kabından olan (Class-A-Pan) buharlaşma miktarına göre sabah ve akşam olmak üzere günde iki kez yapılmıştır. Prob kalibrasyonundan sonra sulamalara yine sabah ve akşam olmak üzere günde iki kez profil prob değerleri göz önüne alınarak devam edilmiştir.

3.2.3. Laboratuvar Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler

3.2.3.1. Toprak Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Deneme topraklarında bünye, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi ve solma noktası analizleri aşağıda belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır.

Toprak bünyesi: Bouyoucos'un (1951) belirttiği esaslara göre hidrometre metodu ile belirlenmiştir. Analizde belirlenen kum, silt ve kil yüzdelere göre, toprak sınıflandırma üçgeni kullanılarak bünye sınıfı belirlenmiştir.

Hacim ağırlığı: Yeşilsoy ve Güzeliş'in (1966) belirttiği esaslara göre silindir yöntemi ile belirlenmiştir.

Tarla kapasitesi: Anonymous'da (1954) belirtilen esaslara göre, poroz levhali basınçlı membran aleti ile örneklerin doygun hale getirildikten sonra 1/3 atm basınç altında tutulmalarıyla belirlenmiştir.

Devamlı solma yüzdesi: Anonymous'un (1954) belirttiği esaslara göre, basınçlı membran aleti ile örneklerin doygun hale getirildikten sonra 15 atm basınç altında tutulmalarıyla belirlenmiştir.

Toprakların saturasyon yüzdesi, pH, toplam tuz, kireç, yarayışlı bitki besin maddelerinden fosfor ve potasyum ile organik madde analizleri aşağıda belirtildiği şekilde yapılmıştır.

Saturasyon yüzdesi: Sönmez ve Ayyıldız (1964)'ın belirttiği esaslara göre saf su ilave edilerek doygun hale getirilen toprak örneklerini, doygun duruma getirmek için harcanan su miktarından yararlanılarak belirlenmiştir.

Toprak reaksiyonu (pH): Anonymous (1954)'un belirttiği esaslara göre hazırlanan saturasyon çamurunda cam elektrodlu Beckman pH metresi ile saptanmıştır.

Toplam tuz: Bower ve Wilcox (1965)'un belirttiği esaslara göre, saturasyon çamurunda elektriksel iletkenlik aleti ile belirlenmiştir.

Kireç (CaCO_3): Allison ve Moodie (1965)'nin belirttiği esaslara göre, volumetrik kalsimetre ile bulunmuştur.

Yarayışlı fosfor (P): Olsen ve ark. (1954) tarafından belirtilen esaslara göre, ekstrakt eriyiği olarak 0.5 molar Sodyumbikarbonat ($\text{pH}=8.0$) kullanılarak kalorimetrik olarak belirlenmiştir.

Yarayışlı potasyum (K): Anonymous (1954)'un belirttiği esaslara göre, 1.0 normal Amonyumasetat ($\text{pH}=7.0$) ekstrakt eriyiği kullanılarak fleymfotometre ile belirlenmiştir.

Organik madde: Anonymous (1954)'un belirttiği Walkley-Black yönteminin modifikasyonu uygulanarak saptanmıştır.

Topraklarda tuzluluk analizleri, toprak saturasyon macunundan elde edilen saturasyon eriyiği üzerinde yapılmıştır. Bu analizlere ilişkin yöntemler aşağıda belirtilmiştir.

Elektriksel iletkenlik: Ayyıldız (1990)'ın belirttiği esaslara göre, saturasyon eriyiğinde elektriksel iletkenlik aleti ile belirlenmiştir.

Çözelti reaksiyonu (pH): Ayyıldız (1990)'ın belirttiği esaslara göre, cam elektrodlu Beckman pH metresi ile belirlenmiştir.

Kalsiyum (Ca^{++}) ve Magnezyum (Mg^{++}): Ayyıldız (1990)'ın belirttiği esaslara göre, EDTA ile titrilemetrik olarak belirlenmiştir.

Sodyum (Na^+) ve Potasyum (K^+): Ayyıldız (1990)'ın belirttiği esaslara göre, fleymfotometrik yöntemle belirlenmiştir.

Karbonat (CO_3^{--}) ve Bikarbonat (HCO_3^-): Ayyıldız (1990)'ın belirttiği esaslara göre, karbonat için fenol fitaleyn, bikarbonat için metiloranj indikatörleri kullanılarak sülfirik asitle titrileksometrik olarak belirlenmiştir.

Klor (Cl^-): Ayyıldız (1990)'ın belirttiği esaslara göre, potasyum kromat indikatörü kullanılarak gümüş nitrat ile titrileksometrik olarak belirlenmiştir.

Sülfat (SO_4^{--}): Anonymous (1954)'un belirttiği esaslara göre, Baryumsülfat biçiminde çökeltme yöntemine göre saptanmıştır.

Kasyon değiştirme kapasitesi (KDK): Anonymous (1954)'un belirttiği esaslara göre, Amonyumasetat ekstraksiyonu ile bulunmuştur.

3.2.3.2. Bitki Analizleri

Bitki boyu: Bitki boyu olarak bitkinin toprak üstü organlarının en üst noktası ile toprak yüzeyi arasındaki düşey mesafe dikkate alınmıştır.

Kök derinliği: Bitki kök derinliği olarak hasat döneminde bitkinin kökünü uzatabildiği en derin nokta ile toprak yüzeyi arasındaki düşey mesafe dikkate alınmıştır.

Meyve boyu: Hasat edilen sivri biberlerin her birinin boyu cetvel yardımıyla mm hassasiyetinde ölçülmüştür.

Meyve çapı: Hasat edilen sivri biberlerin her birinin çapı kumpas yardımıyla mm hassasiyetinde ölçülmüştür.

Meyve ağırlığı: Hasat edilen sivri biberlerin her birinin ağırlığı hassas terazi ile ± 0.01 gram hassasiyetinde tartılarak belirlenmiştir.

Kuru madde: Kacar (1972)'ın belirttiği esaslara göre bitkilerin meyve, yaprak, dal ve kök kısımlarından alınan örnekler 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup yaş ağırlığa oranlanarak belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir.

Toplam kül: Kacar (1972)'ın belirttiği esaslara göre bitkilerin meyve, yaprak ve dal kısımlarından alınan örnekler 550 °C'de yakılarak, kuru maddede toplam kül ve yaş maddede toplam kül olarak belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir.

4. ARAŞTIRMADAN ELDE EDİLEN BULGULAR ve TARTIŞMA

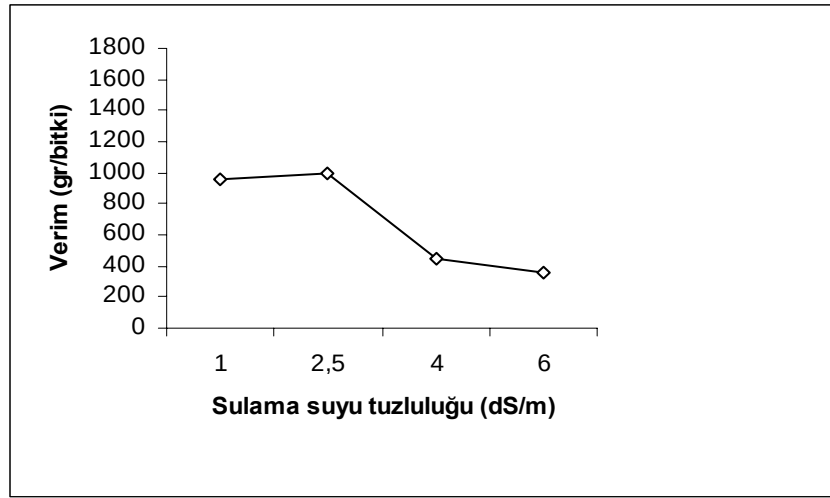
Bu bölümde araştırmalardan elde edilen bulgular çizelgelerle verilerek değerlendirilmesi yapılmıştır. Bunlar, bitki gelişmesine ilişkin bulgular, biber meyvesi özelliklerine ilişkin bulgular, bitkilerin çeşitli organlarında yapılan kalite analizleri, bitki su tüketimi ve toprak tuzluluk analizi bulguları başlıkları altında incelenmiş ve bulguların çeşitli yönlerden tartışmaları yapılmıştır.

4.1. Bitki Verimine İlişkin Bulgular

Bu çalışmada yetiştirilen Bafra Y17 çeşidi sivri biberin, sulama suyu tuzluluğu (T) ve Ca/Mg oranı (O) konuları için elde edilen meyve verimleri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Çizelgeden de izlenebileceği gibi ortalama biber verimleri O_1 ve O_2 Ca/Mg oranı konuları için sırasıyla, T_0 konusunda (oran denemesi yapılmamıştır) ortalama verim 1748.11 gr/bitki, T_1 konusunda 1096.03, 815.62 gr/bitki, T_2 konusunda 948.56, 1039.97 gr/bitki, T_3 konusunda 366.29, 518.97 gr/bitki ve T_4 konusunda 319.56, 395.62 gr/bitki olmuştur. Elde edilen verim değerlerinin ortalamaları dikkate alınarak oluşturulan grafik Şekil 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1 incelendiğinde, sulama suyu tuzluluğunun artışı ile biber veriminin önemli derecede azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.1 Denemeden elde edilen biber verim değerleri (gr/bitki)

Konular	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4
O_1	1842.75	1098.91	1060.42	389.64	401.50
	1795.76	1246.75	853.97	314.09	183.19
	1605.82	942.43	931.29	395.16	374.00
Ort.	1748.11	1096.03	948.56	366.29	319.56
O_2	1842.75	525.76	1114.09	511.33	311.50
	1795.76	863.32	769.75	589.07	451.25
	1605.82	1057.79	1236.08	456.52	424.10
Ort.	1748.11	815.62	1039.97	518.97	395.62



Şekil 4.1 Sulama suyu tuzluluğu ve Ca/Mg oranı-biber verimi ilişkisi

Çalışmada elde edilen verimlerin istatistiksel analizleri yapılarak meyve veriminin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de, Duncan değerlendirmesi Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Biber verimlerinin (gr/bitki) varyans analizi

V.K.	S.D	K.T.	K.O.	F	P
T	3	2009426.633	669808.878	28.039*	0.000
O	1	592.126	592.126	0.025	0.877
TxO	3	173525.729	57841.910	2.421	0.104

*%5 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.3 Biber verimlerin (gr/bitki) Duncan analizi sonuçları

Tuz	Ort
T1	955.826 A
T2	994.266 A
T3	442.635 B
T4	357.590 B

Varyans analizi tablosundan izlenebileceği gibi, sulama suyu tuzluluğu biber verimine %5 düzeyinde etki etmiştir. Sulama suyu tuzluluğu 2.5 dSm⁻¹’den 4.0 dSm⁻¹’ye yükseldiğinde verimde yüksek oranda bir düşüş olduğu Şekil 4.1’de bariz olarak görülmektedir. Çizelge 4.3’te tuzluluk konularına göre yapılan değerlendirmede, Duncan gruplandırmasına göre en yüksek verim T₂ konusunda, bunu takiben T₁, T₃ ve T₄ konusunda elde edilmiştir. Gruplandırmaya göre T₃-T₄ ve T₁-T₂ arasındaki fark %5 düzeyinde önemsiz bulunmuştur. T₀-kontrol konusunda elde edilen verim değerleriyle

karşılaştırıldığında (1748.11 gr/bitki) tuzluluk artışı ile verim miktarlarında azalma meydana gelmiştir. Bu sonuç literatür bilgileri ile de uygunluk göstermektedir. Her tuzluluk düzeyindeki verimlerde Ca/Mg oranları Duncan gruplandırmalarına göre tüm konularda oranlar arasındaki fark %5 seviyesinde önemsiz bulunmuştur. Bir başka anlatımla verim miktarlarında Ca/Mg oranlarının istatistiki açıdan bir etkisi olmamıştır. Yine Şekil 4.1 incelendiğinde O₂ (3:1) konusundaki verim miktarları O₁ (1:1) konusuna göre daha yüksek bulunmuştur. Benzer sonuçlar Yurtseven (2000)'de ve Yurtseven ve ark. (2000)'nda da elde edilmiştir.

Araştırmada, faktörleri oluşturan Ca/Mg oranı ve sulama suyu tuzluluğunun verimleri ne oranda etkilediğinin belirlenmesi amacıyla oransal verim değerleri hesaplanmıştır. Oransal verim, verime olumsuz etki yapan herhangi bir faktörün söz konusu olduğu koşulda elde edilen verimin, bu faktörün olmadığı koşulda (kontrolde) elde edilen verime oranı olarak ifade edilmekte ve bu oran 0 ile 1 arasında değişmektedir (Öztürk, 1994).

Araştırmada T₀-Kontrol konusu kullanılarak, elde edilen verimlere göre belirlenen oransal verim değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Araştırmada hesaplanan oransal verim değerleri

Konular	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₀ -Kontrol
O ₁	0.627	0.543	0.209	0.183	1.000
O ₂	0.466	0.595	0.297	0.226	1.000

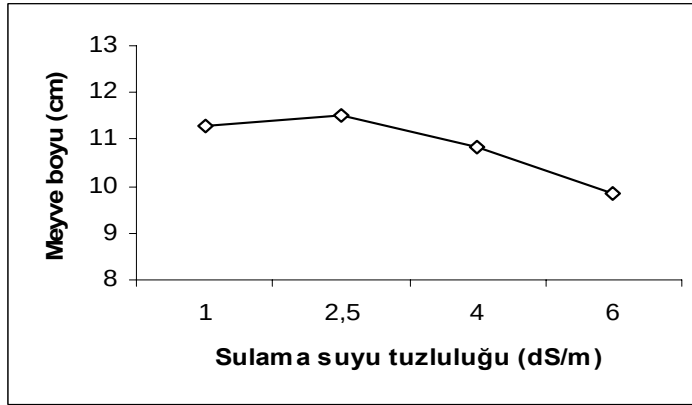
Çizelge 4.4'te görüldüğü gibi Kontrol konusundaki verim 1.0 olarak alınmıştır. Diğer konularda elde edilen verimler kontrole göre orantılıdır. Örneğin, T₃O₁ konusunda yaklaşık 0.21 değerindeki oransal verim, kontrolden elde edilen verimin %21'lik kısmı kadar bir verimin bu konudan alındığını göstermektedir. Sulama suyu tuzluluğu arttıkça oransal verim değerleri düşmektedir. Oran denemesi ise tuzun tam tersi bir etki yapmış, T₁ konusu ayrı tutulursa, Ca/Mg oranı 1:1'den 3:1 düzeyine ulaştığında oransal verim artış göstermiştir.

4.2. Meyve Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular

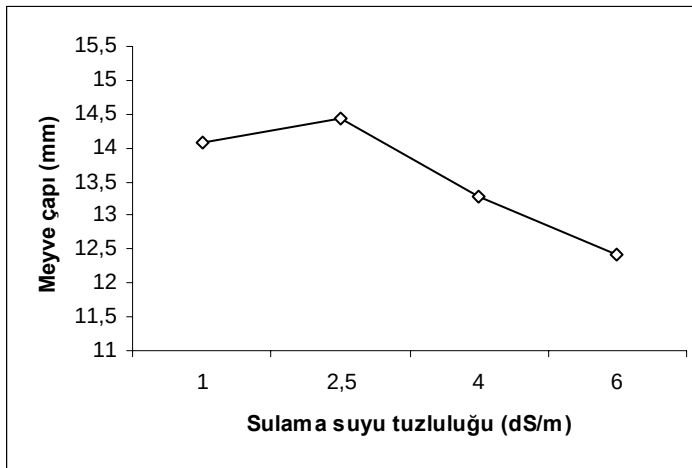
Hasat edilen meyvelerin sap kısımlarının başlangıcı ile uç kısımları arasındaki mesafe meyve boyu olarak değerlendirilmiştir. Meyve boyu ölçümleri cetvel ile ve meyve çapı ölçümleri dijital bir kumpas yardımıyla yapılmış, sırasıyla cm ve mm biçiminde ifade edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğu (T) ve Ca/Mg oranı (O) konuları için elde edilen meyve boyu ve meyve çapı değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Hasatlar sonrasında meyve boyu ve çapı ölçüm değerleri Şekil 4.2 ve 4.3'de grafiklendirilmiştir. Meyve boyu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6'da, Duncan değerlendirmesi Çizelge 4.7'de, meyve çapı varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8'de, Duncan değerlendirmesi Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.5 Araştırma sonunda elde edilen meyve boyu (cm) ve meyve çapı (mm) değerleri

Konu	Meyve Boyu (cm)	Meyve Çapı (mm)
T ₀ -Kontrol	12.90	15.34
	12.41	14.94
	12.00	15.81
Ort.	12.44	15.33
T ₁ O ₁ -I	12.08	15.08
T ₁ O ₁ -II	11.60	14.38
T ₁ O ₁ -III	11.56	14.67
Ort.	11.73	14.71
T ₁ O ₂ -I	9.64	13.22
T ₁ O ₂ -II	11.43	13.70
T ₁ O ₂ -III	11.58	13.33
Ort.	10.85	13.42
T ₂ O ₁ -I	11.00	14.05
T ₂ O ₁ -II	11.30	15.01
T ₂ O ₁ -III	11.01	15.55
Ort.	11.09	14.87
T ₂ O ₂ -I	11.45	13.54
T ₂ O ₂ -II	12.41	14.31
T ₂ O ₂ -III	11.90	14.16
Ort.	11.92	14.00
T ₃ O ₁ -I	12.58	15.24
T ₃ O ₁ -II	8.17	14.55
T ₃ O ₁ -III	10.33	13.52
Ort.	10.36	13.79
T ₃ O ₂ -I	11.53	13.18
T ₃ O ₂ -II	11.05	13.02
T ₃ O ₂ -III	10.09	12.18
Ort.	10.89	12.79
T ₄ O ₁ -I	10.97	13.10
T ₄ O ₁ -II	9.43	13.42
T ₄ O ₁ -III	11.06	12.29
Ort.	10.48	12.86
T ₄ O ₂ -I	10.22	11.79
T ₄ O ₂ -II	9.90	11.71
T ₄ O ₂ -III	10.17	12.45
Ort.	10.09	11.99



Şekil 4.2 Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-meyve boyu ilişkisi



Şekil 4.3 Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-meyve çapı ilişkisi

Çizelge 4.6 Meyve boyu (cm) varyans analizi

V.K.	S.D	K.T.	K.O.	F	P
T	3	16.734	4.183	5.112*	0.005
O	1	3.267E-03	3.267E-03	0.003	0.954
TxO	3	2.765	0.922	0.948	0.441

*%5 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.7 Meyve boyu (cm) Duncan analizi sonuçları

Tuz	Ort
T1	11.351 A
T2	11.511 A
T3	10.625 AB
T4	10.291 B

Varyans analizi sonucunda, sulama suyu tuzluluğu meyve boyu değerlerini %5 önemlilikte etkilemiştir. Duncan gruplandırmasına göre en yüksek meyve boyu değerleri T₂ (11.5 cm) düzeyinde bulunmuş, bunu T₁ (11.3 cm), T₃ (10.6 cm) ve T₄ (10.3 cm) tuzluluk düzeyleri izlemiştir. T₁ ve T₂ A grubunda, T₃ AB, T₄ B grubuna

dahil olmuşlardır. Diğer bir ifade ile T_1 , T_2 ve T_3 arasındaki fark %5 seviyesinde önemsizken T_1 ve T_2 ile T_4 konuları arasındaki fark önemli bulunmuştur. Sulama suyu tuzluluğunun artışına bağlı olarak meyve boyunda önemli derecede azalmalar meydana gelmiştir. Ca/Mg oran değişimi meyve boyunu istatistiksel olarak etkilememiştir.

Çizelge 4.8 Meyve çapı (mm) varyans analizi

V.K.	S.D	K.T.	K.O.	F	P
T	3	13.241	4.414	14.280*	0.000
O	1	8.485	8.485	27.451*	0.000
TxO	3	0.565	0.188	0.609	0.619

*%5 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.9 Meyve çapı (mm) Duncan analizi sonuçları

Tuz	O ₁ (1:1)	O ₂ (3:1)	Ort
T ₁	14.710 a	13.417 b	14.063 AB
T ₂	14.870 a	14.003 b	14.436 A
T ₃	14.437 a	12.793 b	13.615 B
T ₄	12.937 a	11.983 b	12.460 C
Ort	14.463 a	13.512 b	

Analiz sonucunda meyve çapı değerleri hem tuzluluk hem de Ca/Mg oranı düzeyinden etkilenmiştir. Bu etki %5 önemlilik düzeyinde bulunmuştur. Sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak meyve çapı değerleri azalma göstermiş, Ca/Mg oranı düzeyinin 1:1'den 3:1 olması aynı şekilde meyve çapında azalmaya neden olmuştur. Duncan gruplandırmasına göre en yüksek meyve çapı değerleri T_2 düzeyinde bulunmuş, bunu T_1 , T_3 ve T_4 tuzluluk düzeyleri izlemiştir. T_2 A grubuna, T_1 AB, T_3 B ve T_4 C grubuna dahil olmuşlardır. Meyve boyu ve meyve çapı varyans analizi sonuçlarına göre, T*O interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiştir.

T_0 -kontrol konusunda elde edilen meyve boyu ve meyve çapı değerleri (Çizelge 4.5) incelendiğinde literatür bilgileriyle paralel olarak sulama suyu tuzluluğunun artışına bağlı olarak meyve boyu ve meyve çapında önemli derecede azalmalar meydana geldiği görülmektedir.

4.3. Bitki Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular

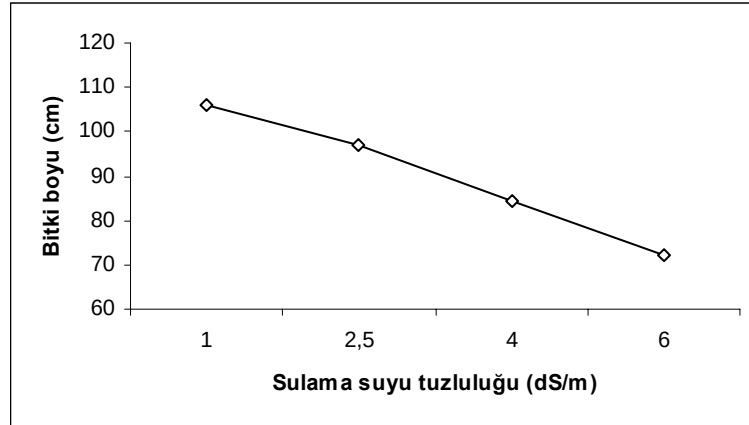
Bu bölümde bitkinin toprak üstü ve toprak altı aksamına ilişkin sonuçlar, bitki boyu, bitki kök derinliği ve bitki gövde çapı olarak incelenmiştir. Araştırmada ölçülen

bitki boyu(cm), bitki gövde çapı (mm) ve bitki kök derinliği (cm) değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelgedeki T₀-kontrol konusunda elde edilen bitki boyu, bitki gövde çapı ve bitki kök derinliği değerleri incelendiğinde, sulama suyu tuzluluğunun artışına bağlı olarak, kontrol konusuna göre daha tuzlu konularda (T₁, T₂, T₃ ve T₄) önemli derecede azalmalar meydana geldiği görülmektedir.

Çizelge 4.10 Araştırmada ölçülen bitki boyu, bitki gövde çapı ve bitki kök derinlikleri değerleri (cm)

Konu	Bitki kök derinliği (cm)	Bitki boyu (cm)	Bitki gövde çapı (mm)
T ₀ -Kontrol-I	64.5	122.0	17.83
T ₀ -Kontrol-II	63.5	115.0	20.56
T ₀ -Kontrol-III	69.7	116.0	18.25
Ort.	65.9	117.6	18.9
T ₁ O ₁ -I	60.0	95.0	16.58
T ₁ O ₁ -II	76.0	100.0	16.04
T ₁ O ₁ -III	77.0	115.0	16.07
Ort.	71.0	103.3	16.2
T ₁ O ₂ -I	73.0	100.0	14.66
T ₁ O ₂ -II	65.0	115.0	15.01
T ₁ O ₂ -III	70.0	110.0	14.96
Ort.	69.3	108.3	14.9
T ₂ O ₁ -I	59.0	83.0	14.54
T ₂ O ₁ -II	66.0	104.0	15.15
T ₂ O ₁ -III	64.0	100.0	14.33
Ort.	63.0	95.6	14.6
T ₂ O ₂ -I	65.2	102.0	13.37
T ₂ O ₂ -II	57.0	97.0	12.06
T ₂ O ₂ -III	62.0	95.0	13.10
Ort.	61.4	98.0	12.8
T ₃ O ₁ -I	59.7	90.0	12.73
T ₃ O ₁ -II	60.1	65.0	9.80
T ₃ O ₁ -III	60.5	94.0	13.75
Ort.	60.1	83.0	12.1
T ₃ O ₂ -I	72.0	91.0	11.60
T ₃ O ₂ -II	70.0	80.0	11.86
T ₃ O ₂ -III	57.0	86.0	12.45
Ort.	66.3	85.6	11.9
T ₄ O ₁ -I	55.8	67.0	10.71
T ₄ O ₁ -II	62.2	67.0	12.96
T ₄ O ₁ -III	58.0	69.0	12.59
Ort.	58.6	67.6	12.1
T ₄ O ₂ -I	64.0	77.0	11.05
T ₄ O ₂ -II	63.7	78.0	11.13
T ₄ O ₂ -III	64.6	74.0	11.41
Ort.	64.1	76.3	11.2

Bitki boyu olarak bitkinin toprak üstü organlarının en üst noktası ile toprak yüzeyi arasındaki düşey uzaklık dikkate alınmıştır. Bitki boyu değerlerinin sulama suyu tuzluluğuna göre değişimi Şekil 4.4’de grafiklendirilmiştir. Şekilde, sulama suyu tuzluluğu artışıyla bitki boyunun azaldığı görülmektedir. Bitki boyu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de, Duncan analizi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.4 Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-bitki boyu ilişkisi

Çizelge 4.11 Bitki boyu (cm) varyans analizi

V.K.	S.D	K.T.	K.O.	F	P
T	3	3919.500	1306.500	17.806*	0.000
O	1	130.667	130.667	1.781	0.201
TxO	3	38.333	12.778	0.174	0.912

*%5 önemlilik düzeyini göstermektedir

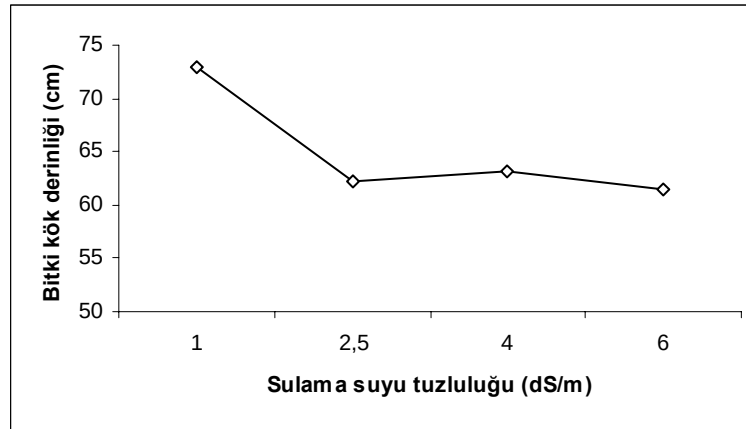
Çizelge 4.12 Bitki boyu (cm) Duncan analizi sonuçları

Tuz	Ort
T1	105.833 A
T2	96.833 A
T3	84.333 B
T4	72.000 C

Varyans analizi sonuçlarına göre bitki boyuna yalnızca sulama suyu tuzluluğu %5 düzeyinde etki etmiştir. Duncan gruplandırmalarında Tuzluluk konularına göre en yüksek bitki boyu değeri T₁ konusunda elde edilmiş (105.8 cm), T₁ ve T₂ tuzluluk konuları arasında istatistiksel olarak fark görülmezken (A grubu), T₃ (84.3 cm) B grubuna ve en düşük bitki boyu olan T₄ (72.0 cm) C grubuna dahil olmuşlardır. T₁ ve T₂

ile diğer tüm tuzluluk konuları arasında %5 önemlilik düzeyinde fark meydana gelmiştir. Oran ve Tuz*Oran interaksiyonun bitki boyu üzerinde istatistiksel olarak etkisi olmamıştır.

Bitki kök derinliği olarak hasat döneminde bitkinin kökünü uzatabildiği en derin nokta ile toprak yüzeyi arasındaki düşey mesafe dikkate alınmıştır. Kök derinliği değerleri Şekil 4.5’de grafiklendirilmiştir. Bitki kök derinliği varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13’de, Duncan analizi sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.5 Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-bitki kök derinliği ilişkisi

Çizelge 4.13 Bitki kök derinliği (cm) varyans analizi

V.K.	S.D	K.T.	K.O.	F	P
T	3	291.656	97.219	3.625*	0.036
O	1	25.875	25.875	0.965	0.341
TxO	3	83.186	27.729	1.034	0.404

*%5 önemlilik düzeyini göstermektedir

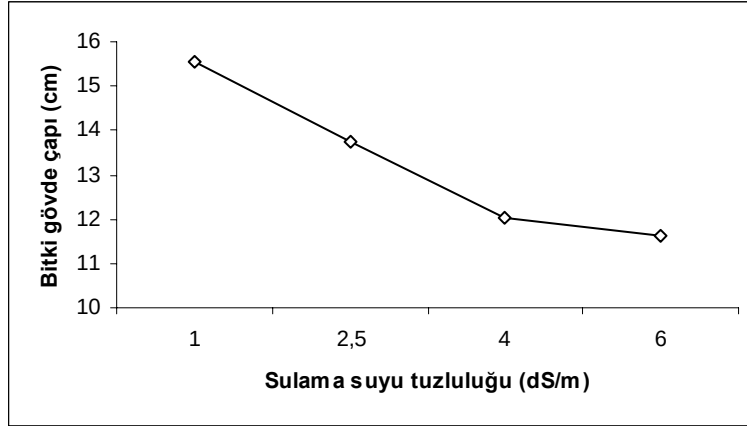
Çizelge 4.14 Bitki kök derinliği (cm) Duncan analizi sonuçları

Tuz	Ort
T1	70.166 A
T2	62.200 B
T3	63.216 B
T4	61.363 B

Elde edilen verilerin varyans analizine göre bitki kök derinliği değerleri sulama suyu tuzluluğundan %5 düzeyinde etkilenmiştir. Yapılan Duncan analizi sonuçlarına göre en yüksek bitki kök derinliği T₁ konusunda elde edilmiş, bunu takiben T₃ konusu gelmiştir. T₂, T₃ ve T₄ tuzluluk konuları arasında istatistiksel olarak fark görülmemiş, buna karşın diğer T₁ tuzluluk düzeyi T₂, T₃ ve T₄ tuz düzeyleri ile farklı gruplara dahil

olmuşlar, bir başka anlatımla aralarındaki fark %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitki kök derinliği değerlerine ne Oran konuları ne de Tuz*Oran interaksyonu etki etmiştir.

Bitki gövde çapı dijital kumpasla mm düzeyinde ölçülmüş ve Şekil 4.6'da grafiklendirilmiştir. Bitki gövde çapı varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15'de, Duncan analizi sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.6 Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-bitki gövde çapı ilişkisi

Çizelge 4.15 Bitki gövde çapı (mm) varyans analizi

V.K.	S.D	K.T.	K.O.	F	P
T	3	57.809	19.270	23.100*	0.000
O	1	6.605	6.605	7.917*	0.012
TxO	3	2.377	0.792	0.950	0.440

*%5 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.16 Bitki gövde çapı (mm) Duncan analizi sonuçları

Tuz	O ₁ (1:1)	O ₂ (3:1)	Ort
T ₁	16.230 a	14.876 b	15.553 A
T ₂	14.673 a	12.843 b	13.758 B
T ₃	12.093 a	11.970 b	12.031 C
T ₄	12.087 a	11.197 b	11.641 C
Ort	14.793a	13.953 b	

Elde edilen değerlerin varyans analizi sonucunda bitki gövde çapı değerlerine, hem tuzluluk hem de Ca/Mg oranı %5 düzeyinde etki etmiştir. Ancak Tuz x Oran interaksyonu istatistiki açıdan etki etmemiştir. Tuzluluk konularına göre Duncan gruplandırmalarında en büyük gövde çapı değeri T₁ konusunda elde edilmiş ve diğer tuz konuları ile arasındaki fark %5 düzeyinde önemli olmuştur. T₂ B grubunda, T₃ ve T₄ C grubuna dahil olmuştur. T₃ ve T₄ konuları arasındaki fark önemsizdir. Ca/Mg oranı

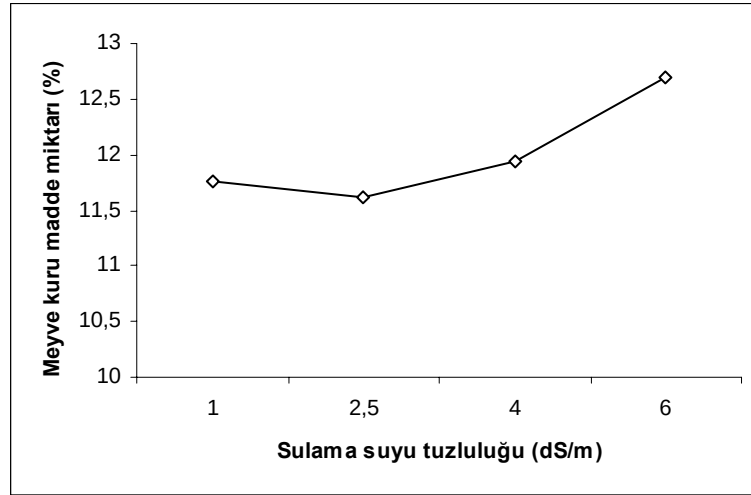
düzeyleri arasındaki fark %5 düzeyinde önemlidir. Her iki oran farklı gruplara dahil olmuşlardır ($O_1(1:1)$ -a grubu, $O_2(3:1)$ -b grubu).

4.4. Bitki Kalitesine İlişkin Bulgular

Bu bölümde bitkinin meyve, yaprak ve dal gibi organlarında yapılan bazı analiz sonuçları hakkında bilgi verilmiştir.

4.4.1. Meyve Kalite Analizi Bulguları

Hasat edilen meyveler sabit ağırlığa gelinceye kadar 65 °C’de etüvde kurutulmuşlardır. Yaş meyvede kuru madde oranı (%) bulunmuş ve meyve kuru madde miktarı olarak değerlendirilmiştir. Araştırmada elde edilen veriler için hesaplanan meyve kuru madde değerleri Çizelge 4.17’de verilmiştir ve Şekil 4.7’de grafiklendirilmiştir. Elde edilen T_0 -kontrol konusu değerleri ile diğer konular karşılaştırıldığında, Öztürk (1994) te olduğu gibi sulama suyu tuzluluğu artışıyla meyvede kuru madde miktarının arttığı görülmektedir. Meyve kuru madde miktarı varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18’de, Duncan analizi sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir.



Şekil 4.7 Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-meyve kuru madde miktarı ilişkisi

Çizelge 4.17 Meyvede kuru madde miktarı (%)

Konu	Meyve kuru madde miktarı (%)
T ₀ -Kontrol-I	10.76
T ₀ -Kontrol-II	10.30
T ₀ -Kontrol-III	10.75
Ort.	10.60
T ₁ O ₁ -I	12.46
T ₁ O ₁ -II	12.15
T ₁ O ₁ -III	10.30
Ort.	11.64
T ₁ O ₂ -I	11.62
T ₁ O ₂ -II	11.73
T ₁ O ₂ -III	12.32
Ort.	11.89
T ₂ O ₁ -I	11.48
T ₂ O ₁ -II	11.64
T ₂ O ₁ -III	12.34
Ort.	11.82
T ₂ O ₂ -I	11.55
T ₂ O ₂ -II	10.71
T ₂ O ₂ -III	11.96
Ort.	11.41
T ₃ O ₁ -I	11.29
T ₃ O ₁ -II	11.96
T ₃ O ₁ -III	12.04
Ort.	11.76
T ₃ O ₂ -I	11.37
T ₃ O ₂ -II	12.18
T ₃ O ₂ -III	12.85
Ort.	12.13
T ₄ O ₁ -I	12.24
T ₄ O ₁ -II	12.98
T ₄ O ₁ -III	12.44
Ort.	12.55
T ₄ O ₂ -I	12.60
T ₄ O ₂ -II	12.32
T ₄ O ₂ -III	13.62
Ort.	12.85

Çizelge 4.18 Meyve kuru madde miktarı (%) varyans analizi

V.K.	S.D	K.T.	K.O.	F	P
T	3	4.188	1.396	3.233*	0.050
O	1	9.500E-02	9.500E-02	0.220	0.645
TxO	3	0.592	0.197	0.457	0.716

*%5 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.19 Meyve kuru madde miktarı (%) Duncan analizi sonuçları

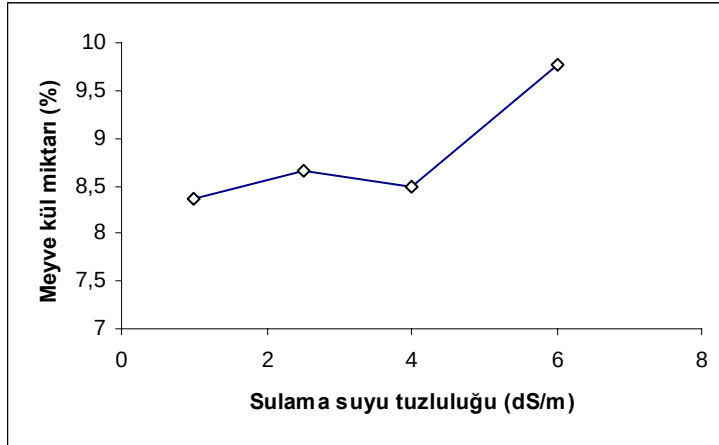
Tuz	Ort
T ₁	11.763 B
T ₂	11.613 B
T ₃	11.948 AB
T ₄	12.700 A

Elde edilen değerlerin varyans analizi sonucunda meyvede kuru madde miktarına, tuzluluk %5 düzeyinde etki etmiştir. Çizelge 4.19’da verilen gruplandırmaya göre en yüksek kuru madde değeri T₄ konusunda (%12.7), en düşük kuru madde değeri T₁ konusunda (%11.7) elde edilmiştir. Gruplandırmaya göre T₁-T₄, T₂-T₄, konuları arasındaki farklılık %5’e göre önemli bulunmuştur. Oran ve Tuz*Oran interaksyonu meyve kuru madde miktarına istatistiksel açıdan etki etmemiştir. Tuzluluk konularına göre oranlar arasındaki fark önemsizdir. T₁, T₂ ve T₃ konuları arasında meyve kuru madde miktarları açısından fark yoktur.

Toplam mineral madde içeriğini belirtmesi nedeniyle bitkinin çeşitli organlarında toplam kül miktarı belirlenmiştir (Kacar, 1972). Meyvede elde edilen toplam kül değerleri yaş meyvedeki toplam kül yüzdesi olarak belirlenmiş ve bu değerler Çizelge 4.20’de verilmiştir. Ayrıca değerlere ilişkin farklı tuz düzeyleri ve Ca/Mg oranı etkileşimi Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Çizelge 4.20’de verilen T₀-kontrol konusu değerleri ile diğer konular karşılaştırıldığında, Öztürk (1994) te de olduğu gibi sulama suyu tuzluluğu artışıyla meyvede kül miktarının arttığı görülmektedir. Meyvelerde kül miktarı varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21’de, Duncan analizi sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.20 Meyvelerde toplam kül miktarı (%)

Konu	Meyve toplam kül miktarı (%)
T ₀ -Kontrol-I	8.08
T ₀ -Kontrol-II	8.00
T ₀ -Kontrol-III	8.00
Ort.	8.03
T ₁ O ₁ -I	8.42
T ₁ O ₁ -II	7.75
T ₁ O ₁ -III	8.42
Ort.	8.20
T ₁ O ₂ -I	8.58
T ₁ O ₂ -II	8.75
T ₁ O ₂ -III	8.20
Ort.	8.51
T ₂ O ₁ -I	8.25
T ₂ O ₁ -II	8.42
T ₂ O ₁ -III	8.25
Ort.	8.31
T ₂ O ₂ -I	8.50
T ₂ O ₂ -II	10.17
T ₂ O ₂ -III	8.33
Ort.	9.0
T ₃ O ₁ -I	8.58
T ₃ O ₁ -II	7.75
T ₃ O ₁ -III	8.67
Ort.	8.33
T ₃ O ₂ -I	8.75
T ₃ O ₂ -II	8.92
T ₃ O ₂ -III	8.33
Ort.	8.67
T ₄ O ₁ -I	9.60
T ₄ O ₁ -II	10.10
T ₄ O ₁ -III	9.60
Ort.	9.77
T ₄ O ₂ -I	9.80
T ₄ O ₂ -II	10.20
T ₄ O ₂ -III	9.30
Ort.	9.78



Şekil 4.8 Farklı tuz düzeyleri-Ca/Mg oranı ile meyvelerde toplam kül miktarı ilişkisi

Çizelge 4.21 Meyvelerde toplam kül(%) varyans analizi

V.K.	S.D	K.T.	K.O.	F	P
T	3	7.465	2.488	10.430*	0.000
O	1	0.673	0.673	2.822	0.112
TxO	3	0.362	0.121	0.505	0.684

*%5 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.22 Meyvelerde toplam kül (%) Duncan analizi sonuçları

Tuz	Ort
T ₁	8.353 B
T ₂	8.653 B
T ₃	8.500 B
T ₄	9.766 A

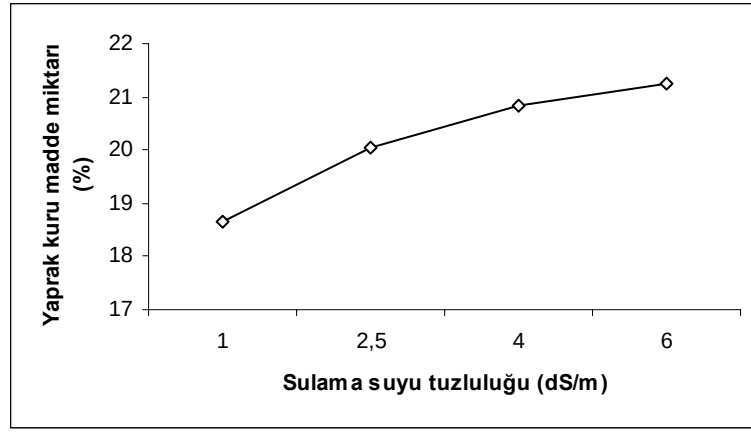
Elde edilen değerlerin varyans analizi sonucunda meyvede toplam kül miktarına, tuzluluk %5 düzeyinde etki etmiştir. Çizelge 4.22’de verilen gruplandırmaya göre en yüksek toplam kül değeri T₄ konusunda (%9.7), en düşük kül değeri T₁ konusunda (%8.3) elde edilmiştir. Gruplandırmaya göre T₄ konusu ile T₁, T₂ ve T₃ konuları arasındaki farklılık %5’e göre önemli bulunmuştur. Oran ve Tuz*Oran interaksyonu istatistiksel açıdan etki etmemiştir. Tuzluluk konularına göre oranlar arasındaki fark önemsizdir. T₀, T₁, T₂ ve T₃ konuları arasında meyve toplam kül miktarları açısından fark yoktur.

4.4.2. Yaprak kalite analizi bulguları

Yapraklardan alınan örnekler sabit ağırlığa gelinceye kadar 65 °C sıcaklıkta etüvde kurutulup yaş ağırlıklarına oranlanarak yaprakta kuru madde miktarı belirlenmiştir (Kacar, 1972). Elde edilen yaprak kuru madde değerleri Çizelge 4.23’de, yaprak kuru madde miktarı ve tuzluluk-Ca/Mg oranı ilişkisi Şekil 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.23 Yaprak kuru madde miktarı değerleri (%)

Konu	Yaprak kuru madde miktarı (%)
T ₀ -Kontrol-I	21.37
T ₀ -Kontrol-II	17.82
T ₀ -Kontrol-III	20.96
Ort.	20.05
T ₁ O ₁ -I	18.19
T ₁ O ₁ -II	19.51
T ₁ O ₁ -III	18.93
Ort.	18.87
T ₁ O ₂ -I	17.88
T ₁ O ₂ -II	18.00
T ₁ O ₂ -III	19.52
Ort.	18.47
T ₂ O ₁ -I	20.90
T ₂ O ₁ -II	19.15
T ₂ O ₁ -III	19.46
Ort.	19.57
T ₂ O ₂ -I	25.6
T ₂ O ₂ -II	18.02
T ₂ O ₂ -III	19.88
Ort.	21.23
T ₃ O ₁ -I	19.66
T ₃ O ₁ -II	18.61
T ₃ O ₁ -III	21.19
Ort.	19.82
T ₃ O ₂ -I	23.17
T ₃ O ₂ -II	22.41
T ₃ O ₂ -III	19.91
Ort.	21.83
T ₄ O ₁ -I	19.80
T ₄ O ₁ -II	20.92
T ₄ O ₁ -III	21.03
Ort.	20.58
T ₄ O ₂ -I	19.63
T ₄ O ₂ -II	25.42
T ₄ O ₂ -III	20.77
Ort.	21.94



Şekil 4.9 Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı ile yaprak kuru madde miktarı ilişkisi

Belirlenen yaprak kuru madde değerlerinin varyans analizi sonucunda, yaprak kuru madde miktarına, istatistiksel olarak hiçbir uygulama etki etmemiştir (Çizelge 4.24). Tüm tuz ve oran düzeyleri aynı gruba dahil olmuşlar, aralarında fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.24 Yapraklarda kuru madde miktarı (%) varyans analizi

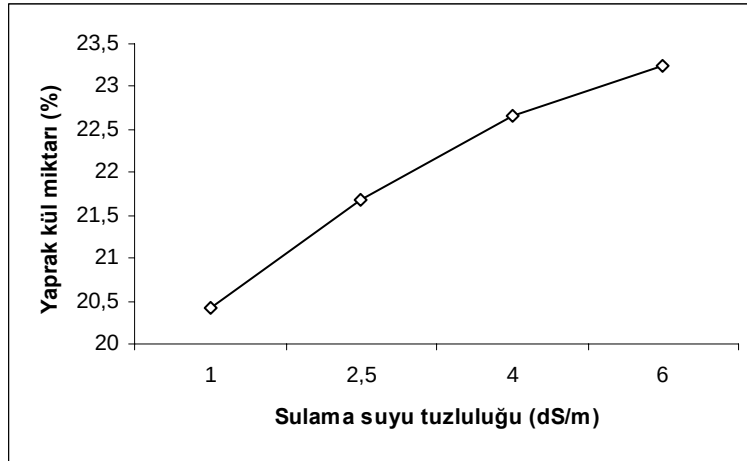
V.K.	S.D	K.T.	K.O.	F	P
T	3	23.350	7.783	1.933	0.165
O	1	6.891	6.891	1.711	0.209
TxO	3	4.836	1.612	0.400	0.755

Yapraklarda toplam kül miktarı değerleri, yaş yaprakta toplam kül yüzdesi olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler Çizelge 4.25'te verilmiş ve değerler Şekil 4.10'da grafiklendirilmiştir.

Çizelge 4.25 Yapraklarda toplam kül miktarı değerleri (%)

Konu	Yaprak kül miktarı (%)
T ₀ -Kontrol-I	20.0
T ₀ -Kontrol-II	13.5
T ₀ -Kontrol-III	19.0
Ort.	17.50
T ₁ O ₁ -I	20.5
T ₁ O ₁ -II	21.0
T ₁ O ₁ -III	21.0
Ort.	20.83
T ₁ O ₂ -I	21.0
T ₁ O ₂ -II	20.5
T ₁ O ₂ -III	18.5
Ort.	20.0
T ₂ O ₁ -I	20.5
T ₂ O ₁ -II	22.0
T ₂ O ₁ -III	21.0
Ort.	21.16
T ₂ O ₂ -I	21.5
T ₂ O ₂ -II	23.0
T ₂ O ₂ -III	22.0
Ort.	22.16
T ₃ O ₁ -I	24.0
T ₃ O ₁ -II	22.5
T ₃ O ₁ -III	23.0
Ort.	23.16
T ₃ O ₂ -I	23.0
T ₃ O ₂ -II	22.0
T ₃ O ₂ -III	21.5
Ort.	22.16
T ₄ O ₁ -I	25.5
T ₄ O ₁ -II	22.0
T ₄ O ₁ -III	22.0
Ort.	23.16
T ₄ O ₂ -I	24.5
T ₄ O ₂ -II	24.0
T ₄ O ₂ -III	21.5
Ort.	23.33

Çizelge 4.26’da verilen yaprak toplam kül miktarlarının varyans analizinde, Ca/Mg oranının ve tuzluluk-oran interaksyonunun yaprak toplam kül miktarına etkisinin olmadığı, sulama suyu tuzluluğunun ise %5 önemlilikte olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Önemli bulunan bu faktöre ait Duncan analizi sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir.



Şekil 4.10 Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı-Yaprak kül miktarı ilişkisi

Çizelge 4.26 Yapraklarda toplam kül (%) varyans analizi

V.K.	S.D	K.T.	K.O.	F	P
T	3	27.750	9.250	6.831*	0.004
O	1	0.167	0.167	0.123	0.730
TxO	3	3.917	1.306	0.964	0.434

*%5 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.27 Yapraklarda toplam kül (%) Duncan analizi sonuçları

Tuz	Ort
T1	20.416 C
T2	21.666 BC
T3	22.666 AB
T4	23.249 A

Elde edilen değerlerin varyans analizi sonucunda yaprakta toplam kül miktarına, tuzluluk %5 düzeyinde etki etmiş, oran ve Tuz*Oran interaksyonu istatistiksel açıdan etki etmemiştir. Çizelge 4.27’de verilen gruplandırmaya göre yaprakta en yüksek toplam kül değeri T₄ konusunda (%23.2), en düşük T₁ konusunda (%20.4) elde edilmiştir. Duncan gruplandırmasına göre T₄-T₂ ve T₄-T₁ konuları arasındaki farklılık %5 düzeyinde önemlidir. Tuzluluk konularına göre oranlar arasındaki fark önemsizdir. Varyans analizi ve Duncan gruplandırmalarından sulama suyu tuzluluğunun, yaprak toplam kül miktarına önemli derecede etki ettiği ve tuzluluğun artışına paralel olarak yapraklarda toplam kül miktarının arttığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Çizelge 4.25 ve Şekil 4.10 incelendiğinde, T₀-kontrol konusuna göre diğer konularda, literatür

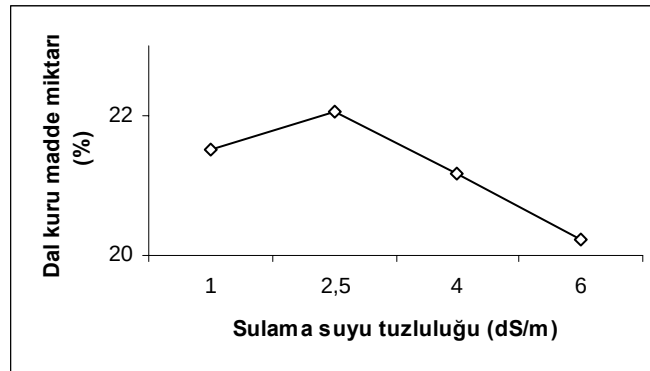
bilgileriyle paralel olarak sulama suyu tuzluluğu artışıyla yaprak kül miktarının arttığı açık olarak görölmektedir.

4.4.3. Bitkinin toprak üstü vejetatif aksamı kalite analizi bulguları

Bitkinin toprak üstü vejetatif aksamı olarak göz önüne alınan dal örneklerinin kurutulup yaş ağırlıklarına oranlanmasıyla kuru madde miktarı belirlenmiştir. Elde edilen kuru madde değeri Çizelge 4.28’de, farklı tuzluluk düzeyleri-Ca/Mg oranı dal kuru madde miktarı ilişkisi ise Şekil 4.11’de verilmiştir. Çizelge 4.28 ve Şekil 4.11’e göre, elde edilen T₀-kontrol konusu değeri ile diğer konular karşılaştırıldığında sulama suyu tuzluluğu artışıyla dal kuru madde miktarının azaldığı görölmektedir.

Çizelge 4.28 Dal kuru madde miktarı değerleri (%)

Konu	Dal kuru madde miktarı (%)
T ₀ -Kontrol-I	22.44
T ₀ -Kontrol-II	21.98
T ₀ -Kontrol-III	22.21
Ort.	22.21
T ₁ O ₁ -I	21.50
T ₁ O ₁ -II	21.51
T ₁ O ₁ -III	21.53
Ort.	21.51
T ₁ O ₂ -I	22.00
T ₁ O ₂ -II	20.40
T ₁ O ₂ -III	22.13
Ort.	21.51
T ₂ O ₁ -I	21.57
T ₂ O ₁ -II	22.55
T ₂ O ₁ -III	22.94
Ort.	22.35
T ₂ O ₂ -I	22.89
T ₂ O ₂ -II	19.97
T ₂ O ₂ -III	22.50
Ort.	21.79
T ₃ O ₁ -I	20.51
T ₃ O ₁ -II	23.71
T ₃ O ₁ -III	21.53
Ort.	21.92
T ₃ O ₂ -I	20.32
T ₃ O ₂ -II	20.51
T ₃ O ₂ -III	20.37
Ort.	20.40
T ₄ O ₁ -I	19.69
T ₄ O ₁ -II	22.24
T ₄ O ₁ -III	20.78
Ort.	20.90
T ₄ O ₂ -I	19.61
T ₄ O ₂ -II	19.21
T ₄ O ₂ -III	19.79
Ort.	19.54



Şekil 4.11 Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı ile Dal kuru madde miktarı ilişkisi

Belirlenen dal kuru madde değerlerinin varyans analizi sonucunda, dal kuru madde miktarına, hem tuzluluk hem de Ca/Mg oranı %5 düzeyinde etki etmiştir. Ancak bu ikisinin (Tuz*Oran) interaksyonu istatistiksel açıdan etki etmemiştir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29 Dallarda kuru madde miktarı (%) varyans analizi

V.K.	S.D	K.T.	K.O.	F	P
T	3	11.527	3.842	3.547*	0.039
O	1	5.377	5.377	4.963*	0.041
TxO	3	1.527	0.509	0.470	0.708

*%5 önemlilik düzeyini göstermektedir

Tuzluluk konularına göre Duncan gruplandırmalarında (Çizelge 4.30), T₁, T₂ ve T₃ aynı grubuna dahil olmuş aralarındaki fark önemsizdir. T₄ düzeyi ile T₁ ve T₂ konuları arasındaki fark %5 düzeyinde önemlidir. Ca/Mg oranı düzeyleri arasındaki fark %5 düzeyinde önemlidir. Her iki oran farklı gruplara dahil olmuşlardır (Oran1-a grubu, Oran2-b grubu). Ca/Mg oranının 1:1 den 3:1 e çıkması dal kuru madde miktarında azalmaya neden olmuştur.

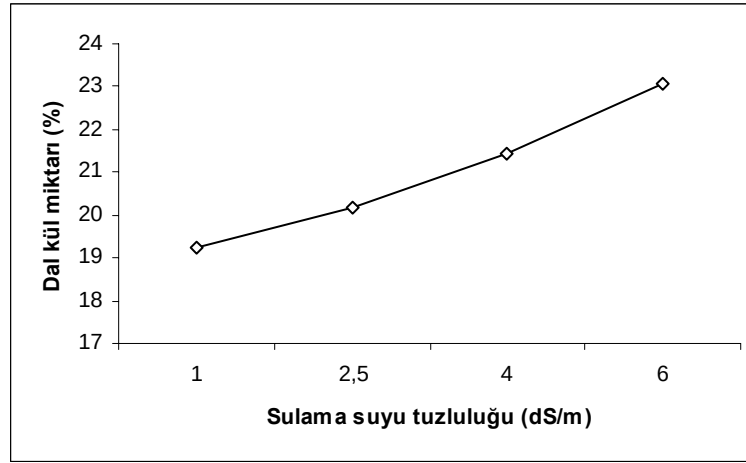
Çizelge 4.30 Dal kuru madde miktarı (%) Duncan analizi sonuçları

Tuz	O ₁ (1:1)	O ₂ (3:1)	Ort
T1	21.846 a	21.510 b	21.678 A
T2	22.353 a	21.786 b	22.070 A
T3	21.916 a	20.400 b	21.158 AB
T4	20.903 a	19.536 b	20.220 B
Ort	21.846 a	21.088 b	

Dal örneklerinde belirlenen toplam kül miktarı değerleri Çizelge 4.31’de, farklı tuz düzeyleri-Ca/Mg oranı, dal kuru madde miktarı ilişkisi Şekil 4.12’de verilmiştir. Elde edilen T₀-kontrol konusu değerleri ile diğer konular karşılaştırıldığında (Çizelge 4.28) literatür bilgileriyle paralel olarak sulama suyu tuzluluğu artışıyla dallarda toplam kül miktarının arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.31 Dallarda toplam kül miktarı değerleri (%)

Konu	Dal toplam kül miktarı (%)
T ₀ -Kontrol-I	16.5
T ₀ -Kontrol-II	19.0
T ₀ -Kontrol-III	17.5
Ort.	17.67
T ₁ O ₁ -I	18.5
T ₁ O ₁ -II	18.5
T ₁ O ₁ -III	17.0
Ort.	18.00
T ₁ O ₂ -I	18.0
T ₁ O ₂ -II	23.0
T ₁ O ₂ -III	20.5
Ort.	20.50
T ₂ O ₁ -I	18.5
T ₂ O ₁ -II	17.5
T ₂ O ₁ -III	20.5
Ort.	18.83
T ₂ O ₂ -I	24.0
T ₂ O ₂ -II	21.0
T ₂ O ₂ -III	19.5
Ort.	21.50
T ₃ O ₁ -I	22.5
T ₃ O ₁ -II	23.5
T ₃ O ₁ -III	17.5
Ort.	21.17
T ₃ O ₂ -I	24.0
T ₃ O ₂ -II	20.0
T ₃ O ₂ -III	21.0
Ort.	21.33
T ₄ O ₁ -I	21.0
T ₄ O ₁ -II	25.0
T ₄ O ₁ -III	23.0
Ort.	23.00
T ₄ O ₂ -I	23.5
T ₄ O ₂ -II	22.5
T ₄ O ₂ -III	23.0
Ort.	23.00



Şekil 4.12 Sulama suyu tuzluluğu, Ca/Mg oranı ile Dal kül miktarı ilişkisi

Çizelge 4.32’de verilen dal toplam kül miktarlarının varyans analizinde, Ca/Mg oranının ve tuzluluk-oran interaksyonunun dal toplam kül miktarına etkisinin olmadığı, sulama suyu tuzluluğunun ise %5 önemlilikte olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Önemli bulunan bu faktöre ait Duncan analizi sonuçları Çizelge 4.34’te verilmiştir.

Çizelge 4.32 Dallarda toplam kül (%) varyans analizi

V.K.	S.D	K.T.	K.O.	F	P
T	3	47.542	15.847	3.784*	0.032
O	1	12.042	12.042	2.876	0.109
TxO	3	8.375	2.792	0.667	0.585

*%5 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.33 Dallarda toplam kül (%) Duncan analizi sonuçları

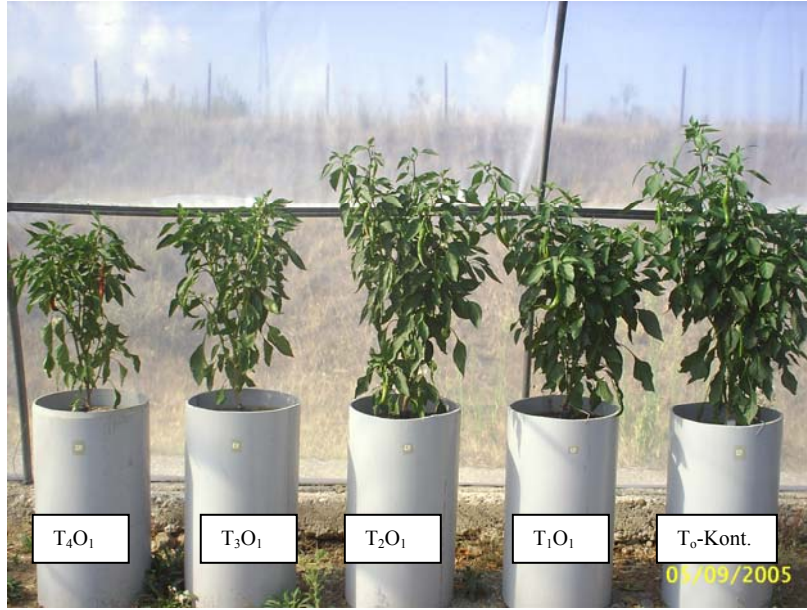
Tuz	Ort
T1	19.250 B
T2	20.166 B
T3	21.416 AB
T4	23.000 A

Çizelge 4.33’te verilen gruplandırmaya göre dallarda en yüksek toplam kül değeri T₄ konusunda (%23), en düşük T₁ konusunda (%19.2) elde edilmiştir. Duncan gruplandırmasına göre T₄-T₂ ve T₄-T₁ konuları arasındaki farklılık %5’e göre önemli bulunmuştur. Tuzluluk konularına göre oranlar arasındaki fark önemsizdir. Elde edilen değerlerin varyans analizi sonucunda yaprakta toplam kül miktarına, tuzluluk %5 düzeyinde etki etmiş, oran ve Tuz*Oran interaksyonu istatistiksel açıdan etki etmemiştir. Varyans analizi ve Duncan gruplandırmalarından sulama suyu

tuzluluğunun, daldaki toplam kül miktarına önemli derecede etki ettiği ve tuzluluğun artmasıyla toplam kül miktarının arttığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

4.5. Bitki Su Tüketimi Bulguları

Fide dikiminden sonra lizimetreler on gün boyunca T_0 -kontrol suyu ile sulanmış, daha tuzlu konular için kontrol suyuna erirlikleri yüksek olan sodyum klorür ($NaCl$), kalsiyum klorür ($CaCl_2$) ve magnezyum sülfat ($MgSO_4$) tuzları katılarak hazırlanan sularla sulamalara devam edilmiştir. Sulama suyu miktarı bir süre A sınıfı buharlaşma kabından (Class-A Pan) olan günlük buharlaşma miktarına göre, lizimetrelerdeki toprak nem düzeyi tarla kapasitesine getirilerek yapılmıştır. Çiçeklenme ve hasat dönemlerinde toprak örnekleri almak ve sulama suyu miktarını nem ölçer (profil prob) ile belirleyebilmek için 5 adet kontrol lizimetresi hazırlanmıştır (Şekil 4.13). Daha sonra sulamalar, nem ölçer ile her sulamadan önce yapılan ölçümlerin sonucuna bakılarak nem azalması yöntemine göre toprak tarla kapasitesine getirilerek yapılmıştır. Kontrol lizimetreleri T_4O_1 , T_3O_1 , T_2O_1 , T_1O_1 ve T_0 -Kontrol konuları için hazırlanmıştır.



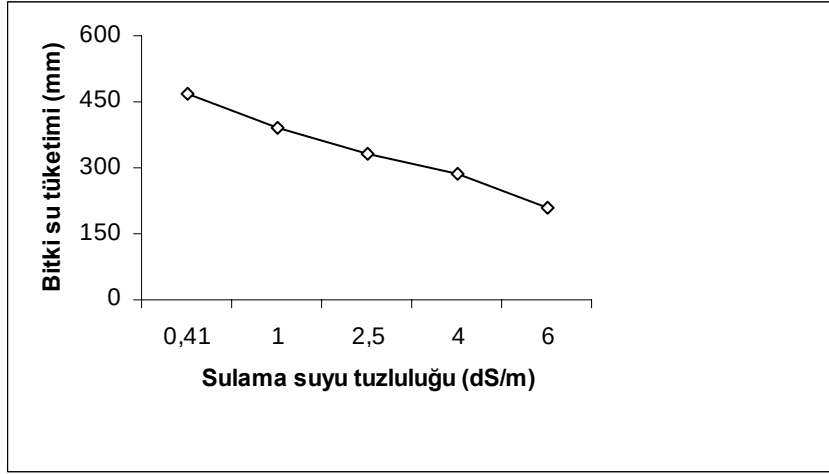
Şekil 4.13 Konulara göre sulama suyu miktarını nem ölçerle belirleyebilmek amacıyla oluşturulan kontrol lizimetrelerinden bir görünüş

Bitkilerin dikiminden on gün sonrasında farklı kalite ve Ca/Mg oranı konuları uygulanmaya başlanmış, yetiştirme periyodu boyunca tükettikleri su miktarları kontrol

lizimetrelerinde yapılan sulamalara göre ölçülmüş ve bu değerler mm olarak kaydedilmiştir. Su tüketimi değerleri Çizelge 4.34'te, kontrol lizimetrelerinden ölçülen bu değerlerin grafiklendirilmesi Şekil 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.34 Ölçülen bitki su tüketimi değerleri (mm)

	Su tüketimi (mm)
T ₀ -Kontrol	470.02
T ₁ O ₁	389.80
T ₂ O ₁	333.20
T ₃ O ₁	284.65
T ₄ O ₁	210.63



Şekil 4.14 Sulama suyu tuzluluğu-bitki su tüketimi ilişkisi

Çizelge 4.34 ve Şekil 4.14'de görüldüğü gibi sulama suyu tuzluluğu bitki su tüketimini etkilemektedir. En fazla su tüketimi To-Kontrol konusunda (470.02 mm), en düşük su tüketimi de T4 konusunda (210.63 mm) elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun artması ile bitki su tüketimi azalmaktadır (Öztürk, 1994 ve Saleh ve Troeh, 1982). Sulama suyu tuzluluğunun artması ile bitki su tüketiminde görülen azalma, fizyolojik kuraklık nedeniyle bitkinin suyu almada karşılaştığı zorluklardan ortaya çıkmaktadır (Ayyıldız, 1990).

4.6. Toprak Tuzluluk Analizi Bulguları

Bu bölümde, farklı sulama suyu kalitesi-Ca/Mg oranının toprak tuzluluğunda yaptığı etkiler incelenmiştir. Bu amaçla, toprakların saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği ölçülerek sulama suyu ile toprağa verilen tuzların çiçeklenme ve hasat döneminde toprakta bulunan miktarları belirlenmiş ve grafiksel olarak değerlendirilmiştir.

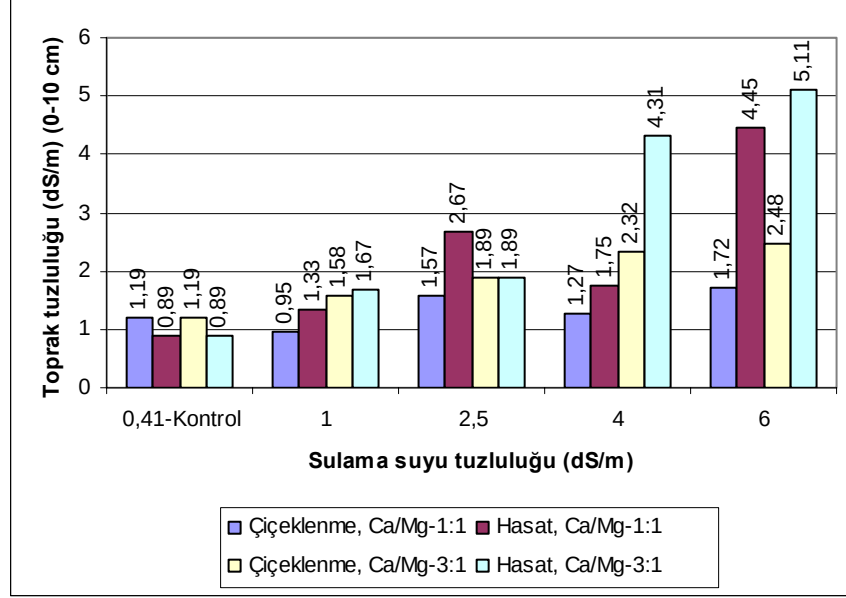
Araştırmada konulara göre, toprakta biriken tuz miktarının belirlenmesi amacıyla, çiçeklenme ve hasat dönemlerinde toprak örnekleri alınmıştır. Çiçeklenme ve hasat döneminde her konu için 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm ve 30-40 cm'den alınan toprak örneklerinde [1:1 oranında; toprak:saf su; (Soil Quality Test Kit Guide, 1999)] belirlenen elektriksel iletkenlikler (EC_e , dSm^{-1}) Çizelge 4.35'te, çiçeklenme-hasat dönemleri ve farklı toprak derinliklerinden alınan örneklerde, farklı kalitedeki sulama suyu-Ca/Mg oranı toprak tuzluluğu ilişkisi ise Şekil 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.35 Çiçeklenme ve hasat döneminde toprak tuzluluk değerleri, dSm^{-1}

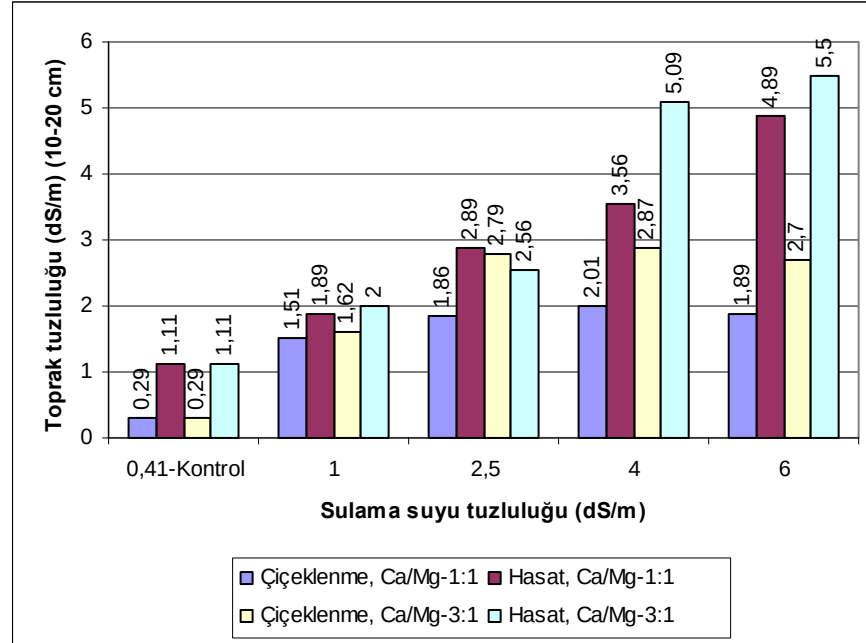
		<u>Tuzluluk (dSm⁻¹)</u> Ca/Mg Oranı								
		T ₀ - Kontrol	T ₁		T ₂		T ₃		T ₄	
Toprak derinliği (cm)		-	O ₁	O ₂	O ₁	O ₂	O ₁	O ₂	O ₁	O ₂
0-10	Çiçeklenme	1.19	0.95	1.58	1.57	1.89	1.27	2.32	1.72	2.48
	Hasat	0.89	1.33	1.67	2.67	1.89	1.75	4.31	4.45	5.11
10-20	Çiçeklenme	1.29	1.51	1.62	1.86	2.79	2.01	2.87	1.89	2.70
	Hasat	1.11	1.89	2.00	2.89	2.56	3.56	5.09	4.89	5.50
20-30	Çiçeklenme	1.70	1.51	2.11	1.81	2.92	2.00	2.65	1.81	2.81
	Hasat	2.00	2.45	2.56	3.50	3.00	3.50	4.45	4.56	5.34
30-40	Çiçeklenme	1.78	1.81	1.89	1.75	2.65	1.94	2.67	2.00	2.65
	Hasat	2.22	1.89	3.11	3.56	3.39	3.34	4.34	4.56	4.67

Çizelge 4.35'ten görüldüğü gibi kontrol konusundaki tuzlulukla kıyaslandığında artan tuzluluğa paralel olarak toprakların tuzluluk değerleri genel olarak yükselme göstermiştir. Çiçeklenme ve hasat dönemlerinde ayrı ayrı alınan toprak örneklerinde ölçülen tuzluluk değerlerinde; topraklarda hasat zamanı meydana gelen tuzluluk çiçeklenmeye göre oldukça artış göstermiştir. Derinliğe bağlı olarak toprak tuzluluğu değerleri incelendiğinde; genel olarak hem çiçeklenme hem de hasat döneminde 10-20 cm ve 20-30 cm'den alınan topraklarda, 0-10 ve 30-40 cm derinliklere nazaran daha fazla olduğu gözlenmektedir. Bunun nedeni olarak, tuzluluğun kısmen daha yüksek

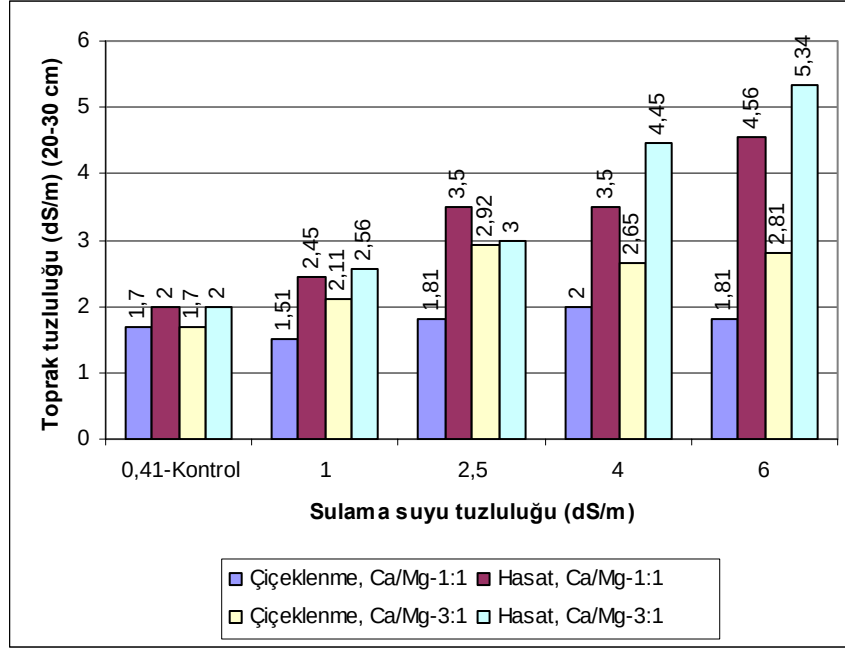
olduğu bölgelerde bitki kök yoğunluğunun daha fazla olması düşünülebilir. Ca/Mg oranı bakımından toprak tuzluluğu incelendiğinde oranın 1:1'den 3:1'e ulaşması tuzlulukta artışa neden olmuştur. Çizelge 4.35'te verilen değerler grafiklendirilerek (Şekil 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18) topraktaki tuz değişimi daha net görülmeye çalışılmıştır.



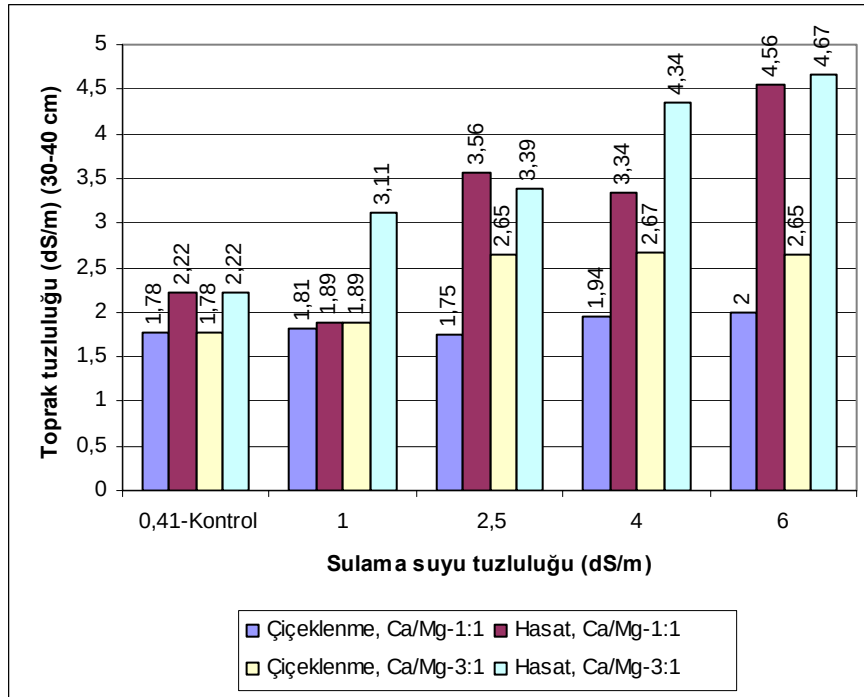
Şekil.4.15 Çiçeklenme ve Hasat dönemlerinde topraktan 0-10 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı toprak tuzluluğu ilişkisi



Şekil.4.16 Çiçeklenme ve Hasat dönemlerinde topraktan 10-20 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı toprak tuzluluğu ilişkisi



Şekil.4.17 Çiçeklenme ve Hasat dönemlerinde topraktardan 20-30 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı toprak tuzluluğu ilişkisi



Şekil.4.18 Çiçeklenme ve Hasat dönemlerinde topraktardan 30-40 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı toprak tuzluluğu ilişkisi

Daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi yapılan çalışmalardan elde edilen sonuç, tuzluluğun şiddeti kadar profile dağılımı da önemlidir ve toprakların iyileştirme çalışmalarının iki boyutlu (alan) değil, üç boyutlu (alan*toprak derinliği) olarak ele

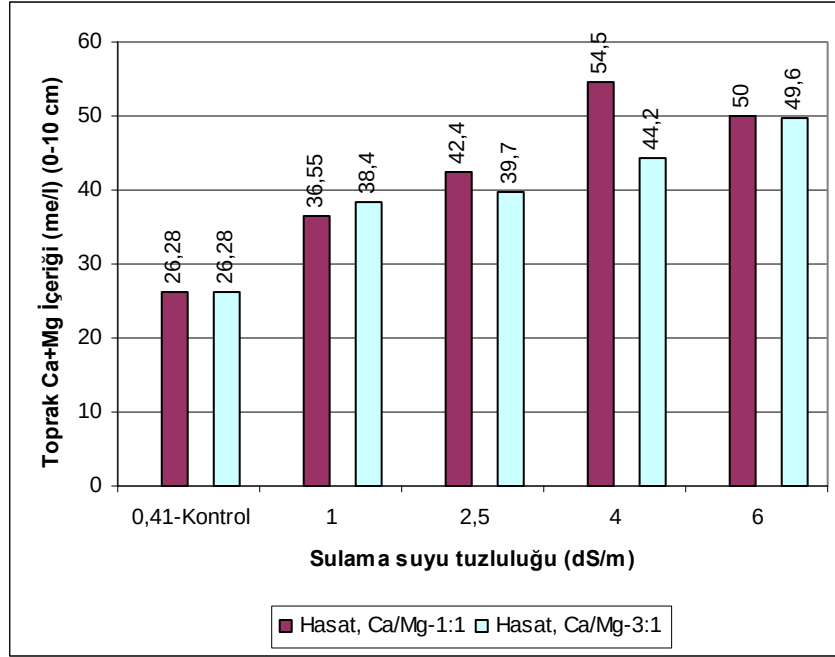
alınması gerektiğini göstermektedir. Genellikle tuzluluğun şiddeti, profilin katlarına doğru veya toprak yüzeyine doğru artış göstermektedir. Toprak tuzluluğunun zaman ve uzaklıkla yatay olarak olduğu kadar düşey olarak da büyük oranda değiştiği ve esas olarak bu dağılımın nedeninin topraktaki su hareketi olduğu yapılan birçok çalışma ile belirlenmiştir. Yine araştırmacılar toprak tuz içeriğinin yağışlardan ve sulamalardan sonra, toprak profili boyunca derinliğe bağlı olarak arttığını, buna karşılık kuru sezonda toprak profil derinliği boyunca azalarak devam ettiğini bildirmektedirler (Smedema ve Rycroft, 1984).

Araştırmada da, lizimetrelere her sulamada mevcut nem tarla kapasitesine çıkarılacak biçimde sulama suyu uygulandığından ve yıkama yapılmadığından lizimetre topraklarındaki tuzlulaşma Smedema ve Rycroft (1984)'un bildirdiği gibi sulamalardan sonra toprak profili boyunca derinliğe bağlı olarak artmıştır. Yurtseven ve Öztürk (2001b) ve Yurtseven ve ark. (2001b)'nin bildirdiği gibi araştırmamızda da toprak tuzlulukları sulama suyu tuzluluklarının artışına bağlı olarak artmıştır. Tuzlulaşmanın derecesi daha tuzlu sulama sularının uygulandığı lizimetrelerde daha yüksek olmuştur. Daha önce de değinildiği gibi Anonymous (1983), genellikle tuzluluğun şiddetinin, profilin katlarına doğru veya toprak yüzeyine doğru artış göstereceğini bildirmiştir. Yapılan analizler sonucunda çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

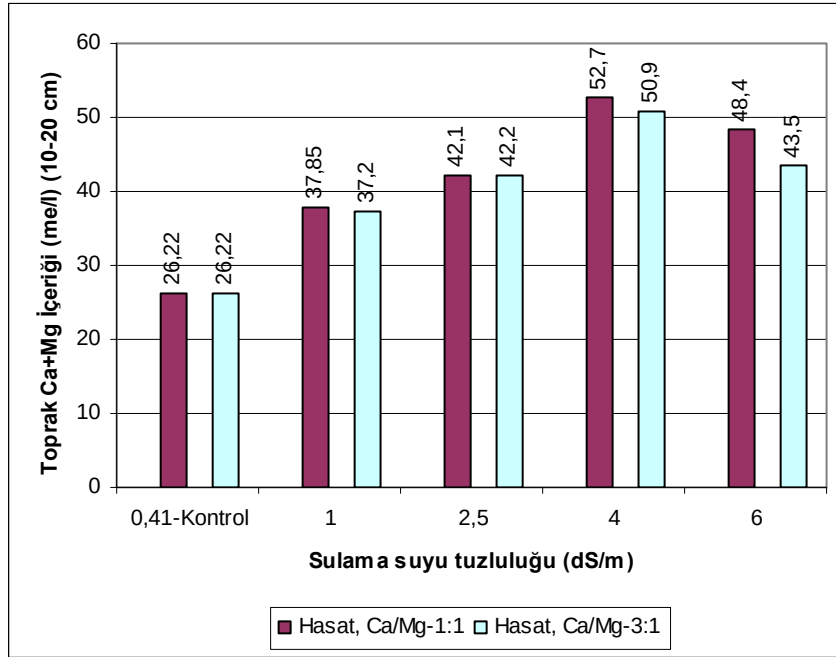
Araştırmada hasat döneminde topraklardan alınan örnekler üzerinde, sulama suyu ile toprağa verilen Ca+Mg, Ca, Mg, Cl ve Na iyonlarının miktarları belirlenmiştir. Elde edilen değerler sırasıyla Çizelge 4.36, 4.37, 4.38, 4.39 ve 4.40'ta verilmiştir. Çizelgelerde verilen değerler, farklı tuzluluk düzeyindeki sulama suyu-Ca/Mg oranı Ca+Mg, Ca, Mg, Cl ve Na iyonları içerikleri ilişkisi ise sırasıyla her 10 cm toprak derinliği için Şekil 4.19-4.37 arasında gösterilmiştir.

Çizelge 4.36 Hasat sonrası toprak Ca+Mg içeriği (me/l)

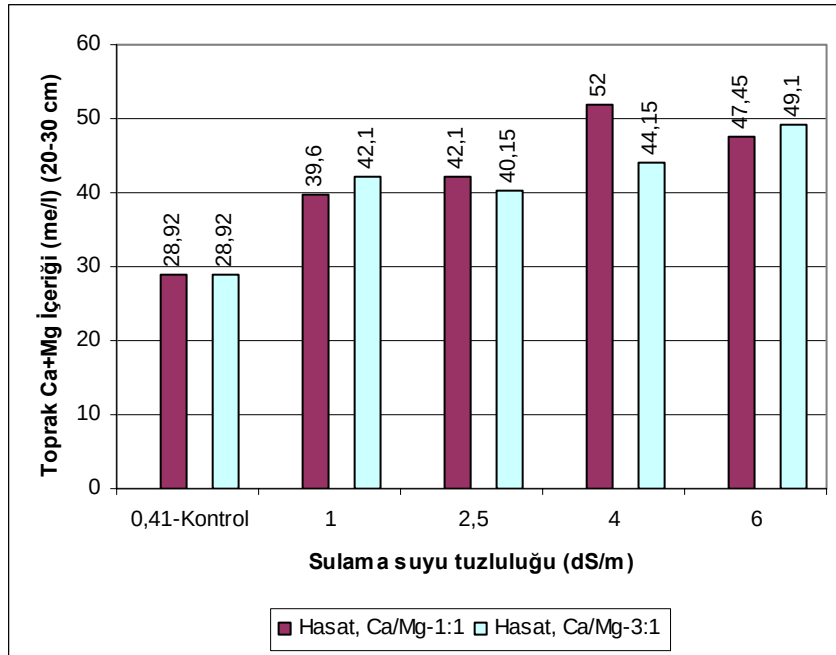
		Ca+Mg (me/l)								
		T1		T2		T3		T4		To-Kontrol
Toprak derinliği (cm)		O1	O2	O1	O2	O1	O2	O1	O2	-
0-10	Hasat	36.55	38.40	42.40	39.70	54.50	44.20	50.00	49.60	26.28
10-20	Hasat	37.85	37.20	42.10	40.2	52.70	50.90	48.40	43.50	26.22
20-30	Hasat	39.60	42.10	42.10	40.15	52.00	44.15	47.45	49.10	28.92
30-40	Hasat	39.70	39.05	44.50	41.80	49.10	47.30	48.40	43.00	26.55



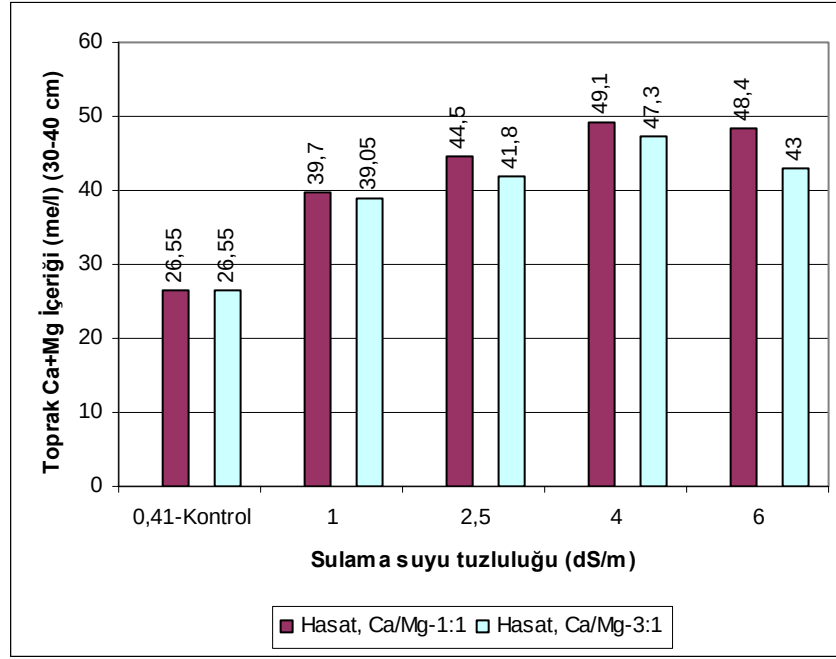
Şekil 4.19 Hasat döneminde topraklardan 0-10 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile topraktaki Ca+Mg iyonları ilişkisi



Şekil 4.20 Hasat döneminde topraklardan 10-20 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile topraktaki Ca+Mg iyonları ilişkisi



Şekil 4.21 Hasat döneminde topraklardan 20-30 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile topraktaki Ca+Mg iyonları ilişkisi

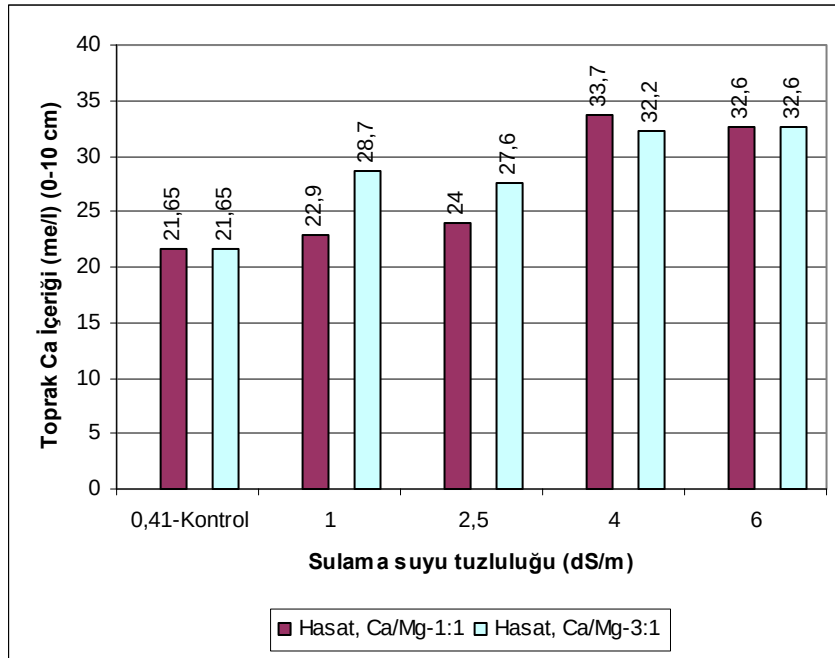


Şekil 4.22 Hasat döneminde topraklardan 30-40 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile topraktaki Ca+Mg iyonları ilişkisi

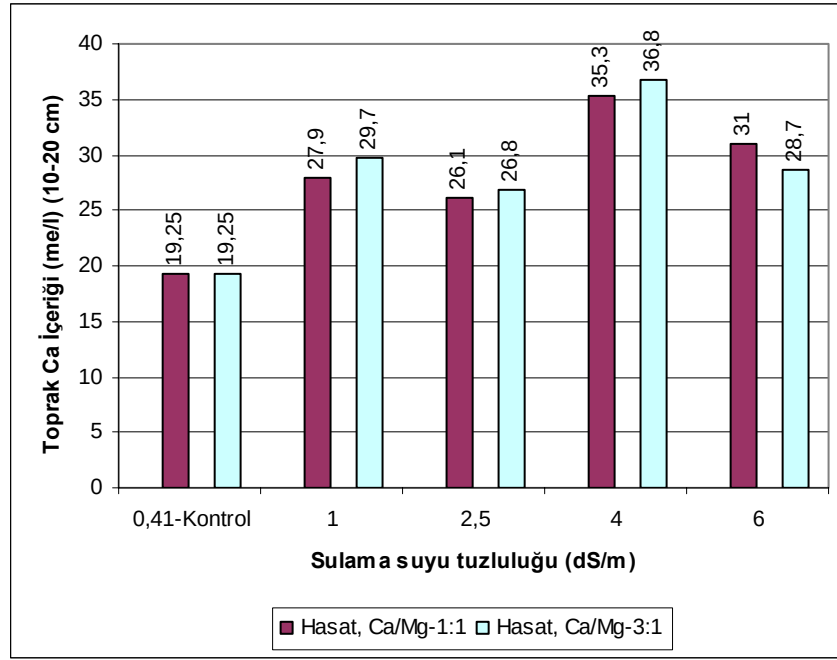
Ca+Mg içeriği değerleri incelendiğinde tüm toprak derinliklerinde sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak Ca+Mg içeriğinin arttığı görülmektedir. Genel olarak Çizelge 4.36 ve bu verilere göre oluşturulan grafikler incelendiğinde, derinliğe bağlı olarak Ca+Mg içeriğinin 10-20 cm ve 20-30 cm'den alınan topraklarda, 0-10 ve 30-40 cm derinliklere nazaran daha fazla olduğu gözlenmektedir. Bu durum toprak tuzluluğu ile de benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.37 Hasat sonrası toprak Ca içeriği (me/l)

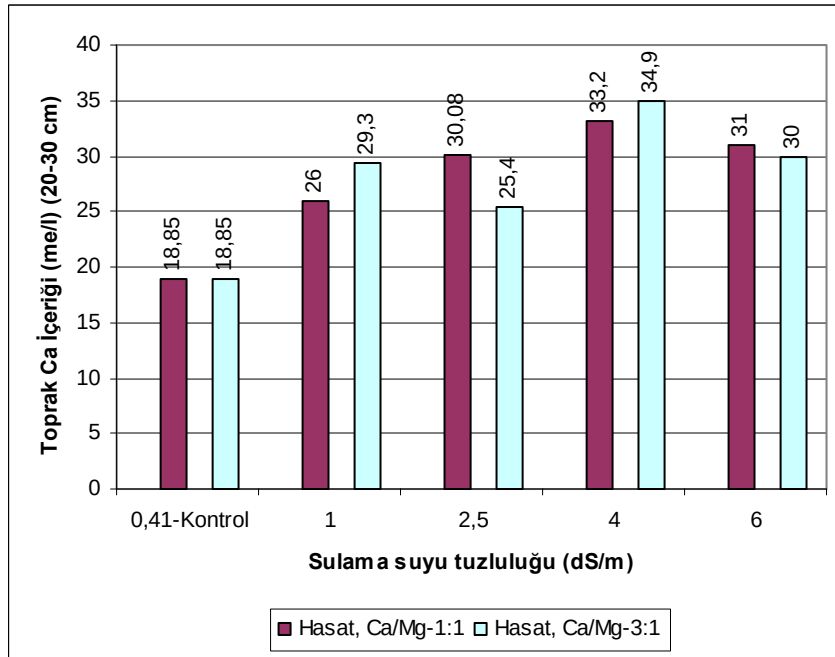
		Ca (me/l)								
		T1		T2		T3		T4		To-Kontrol
Toprak derinliği (cm)		O1	O2	O1	O2	O1	O2	O1	O2	-
0-10	Hasat	22.90	28.70	24.00	27.60	33.70	32.2	32.60	32.60	21.65
10-20	Hasat	27.90	29.70	26.10	26.80	35.30	36.80	31.00	28.70	19.25
20-30	Hasat	26.00	29.30	30.08	25.40	33.20	34.90	31.00	30.00	18.85
30-40	Hasat	27.90	27.50	29.90	29.50	33.20	34.60	32.50	28.70	21.30



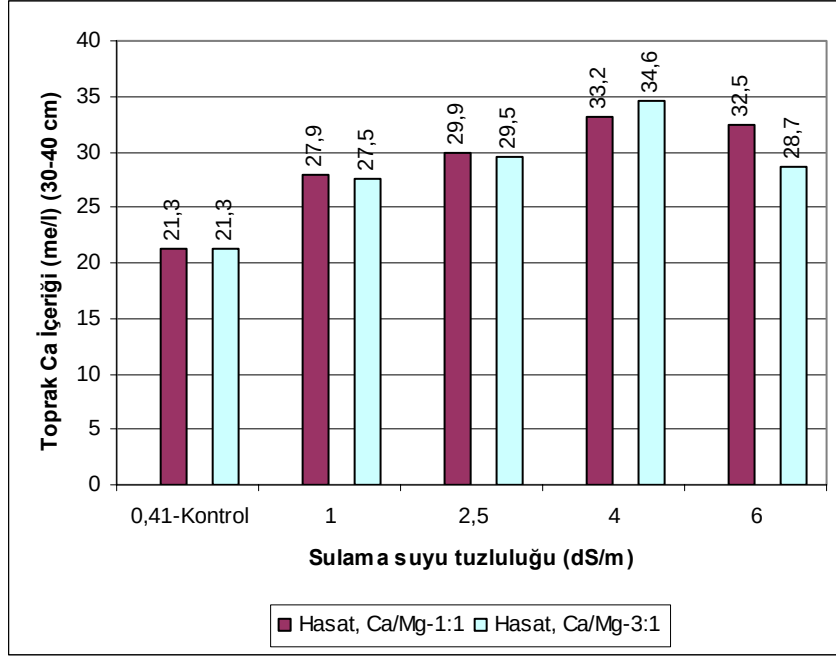
Şekil 4.23 Hasat döneminde topraklardan 0-10 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile toprakta Ca iyonları ilişkisi



Şekil 4.24 Hasat döneminde topraktan 10-20 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile toprakta Ca iyonları ilişkisi



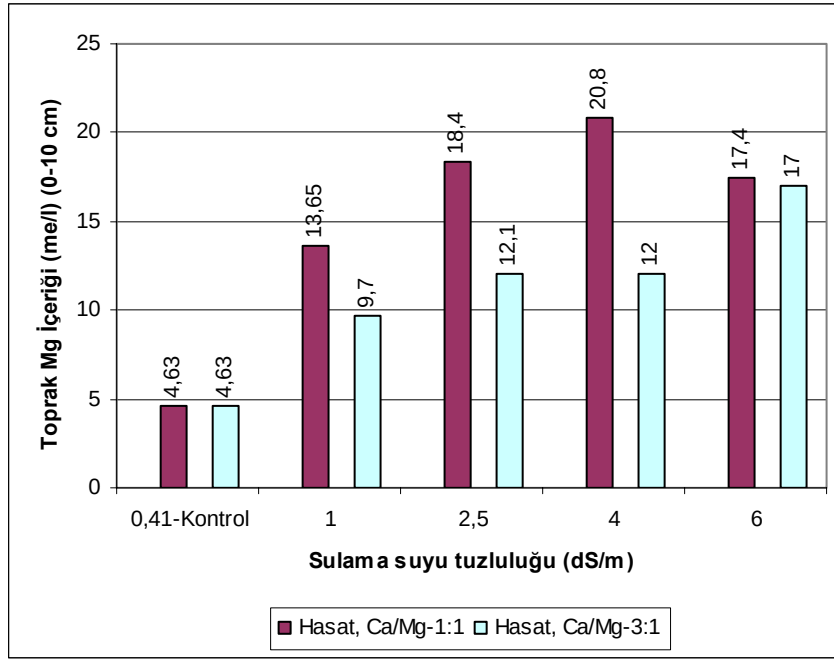
Şekil 4.25 Hasat döneminde topraktan 20-30 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile toprakta Ca iyonları ilişkisi



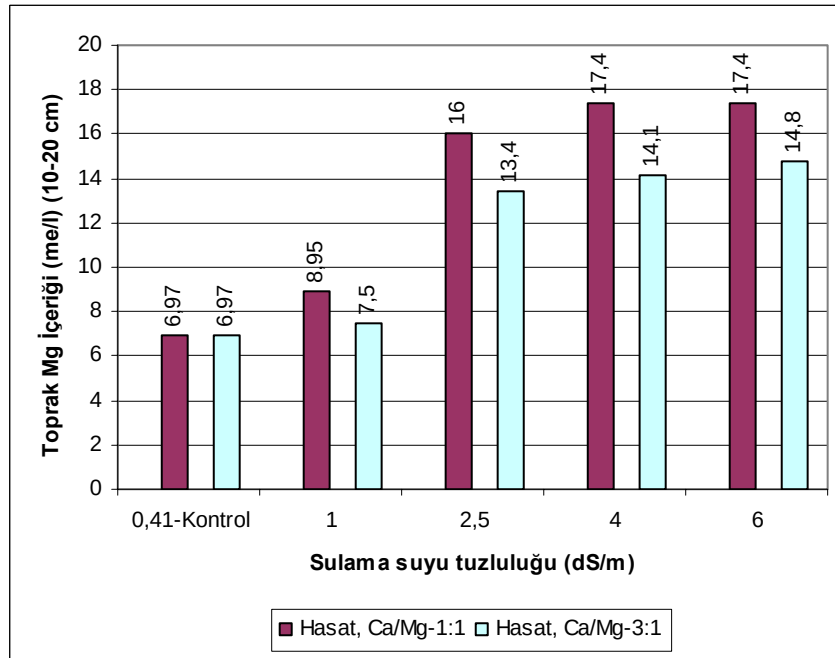
Şekil 4.26 Hasat döneminde topraklardan 30-40 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile toprakta Ca iyonları ilişkisi

Çizelge 4.38 Hasat sonrası toprak Mg içeriği (me/l)

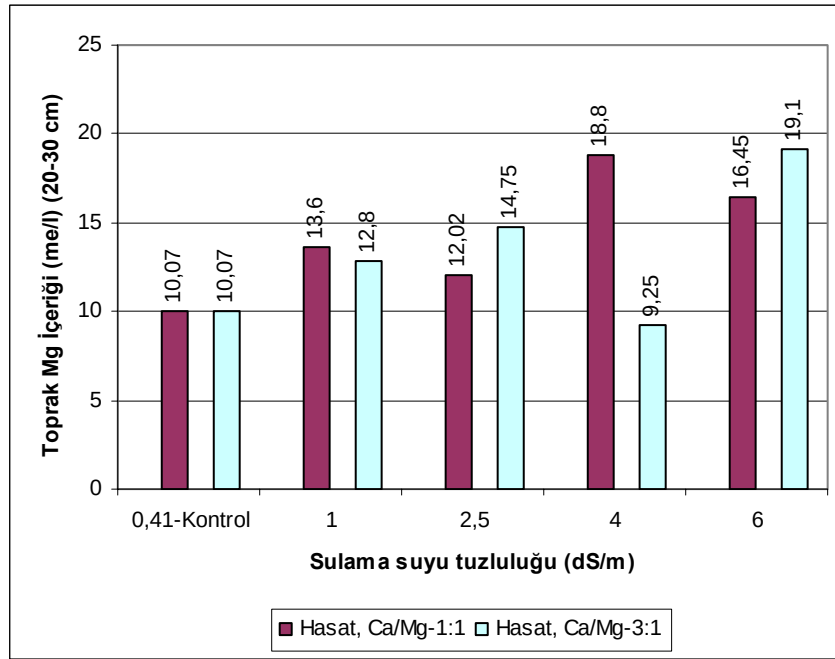
		Mg (me/l)								
		T1		T2		T3		T4		To-Kontrol
Toprak derinliği (cm)		O1	O2	O1	O2	O1	O2	O1	O2	-
0-10	Hasat	13.65	9.70	18.4	12.1	20.8	12.0	17.40	17.0	4.63
10-20	Hasat	8.95	7.50	16.00	13.40	17.40	14.10	17.40	14.80	6.97
20-30	Hasat	13.60	12.80	12.02	14.75	18.80	9.25	16.45	19.10	10.07
30-40	Hasat	11.80	11.55	14.60	12.30	15.90	12.70	15.90	14.30	5.25



Şekil 4.27 Hasat döneminde topraklardan 0-10 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile toprakta Mg iyonları ilişkisi



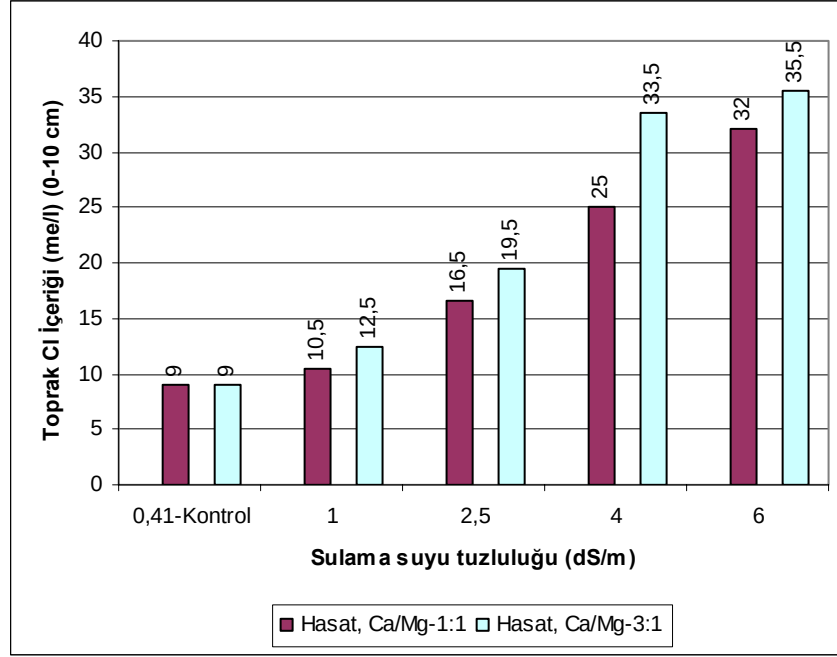
Şekil 4.28 Hasat döneminde topraklardan 10-20 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile toprakta Mg iyonları ilişkisi



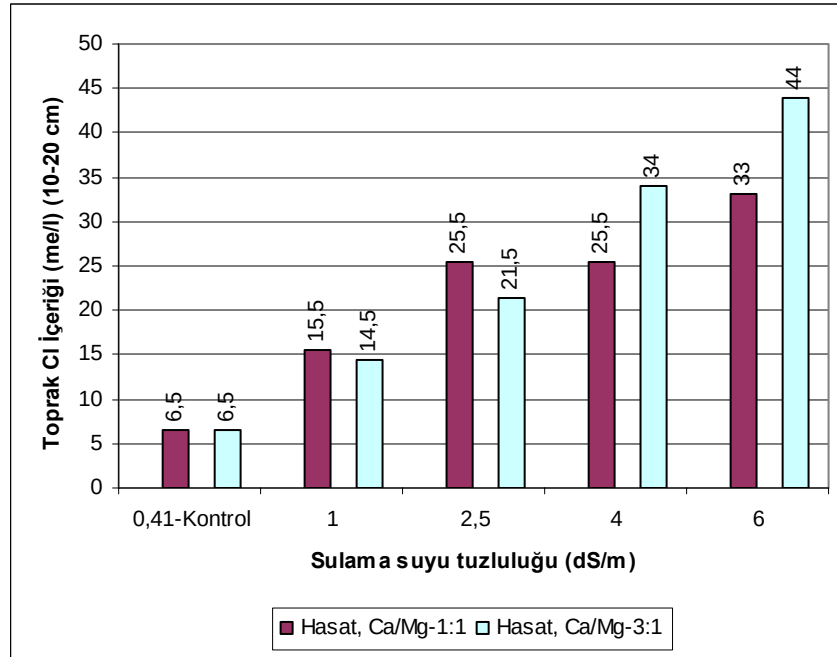
Şekil 4.29 Hasat döneminde topraktan 20-30 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile toprakta Mg iyonları ilişkisi

Çizelge 4.39 Hasat sonrası toprak Cl içeriği (me/l)

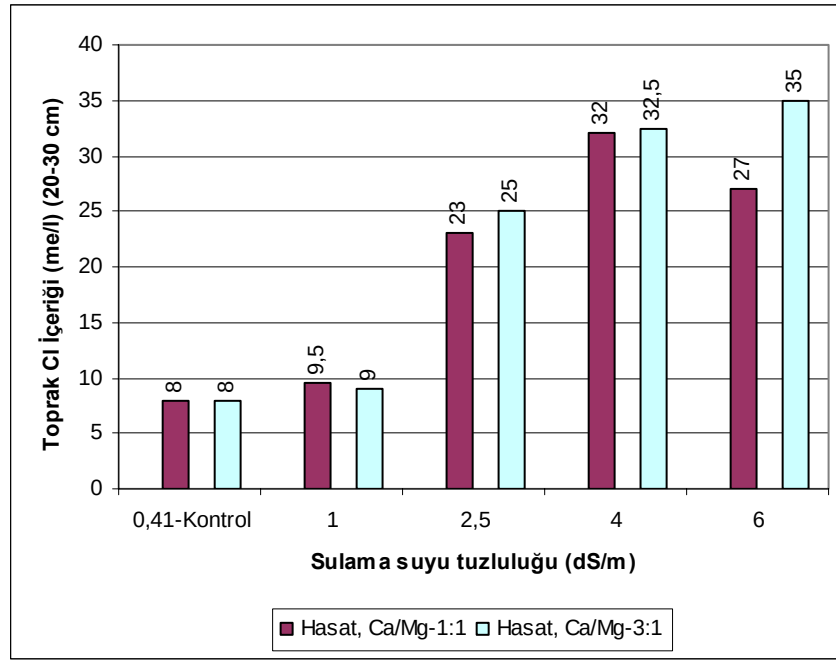
		Cl (me/l)								
		T1		T2		T3		T4		To-Kontrol
Toprak derinliği (cm)		O1	O2	O1	O2	O1	O2	O1	O2	-
0-10	Hasat	10.50	12.50	16.50	19.50	25.00	33.50	32.00	35.50	9.00
10-20	Hasat	15.50	14.50	25.50	21.50	25.50	34.00	33.00	44.00	6.50
20-30	Hasat	9.50	9.00	23.00	25.00	32.00	32.50	27.00	35.00	8.00
30-40	Hasat	9.00	15.50	24.00	22.50	34.50	27.00	35.5	28.5	7.50



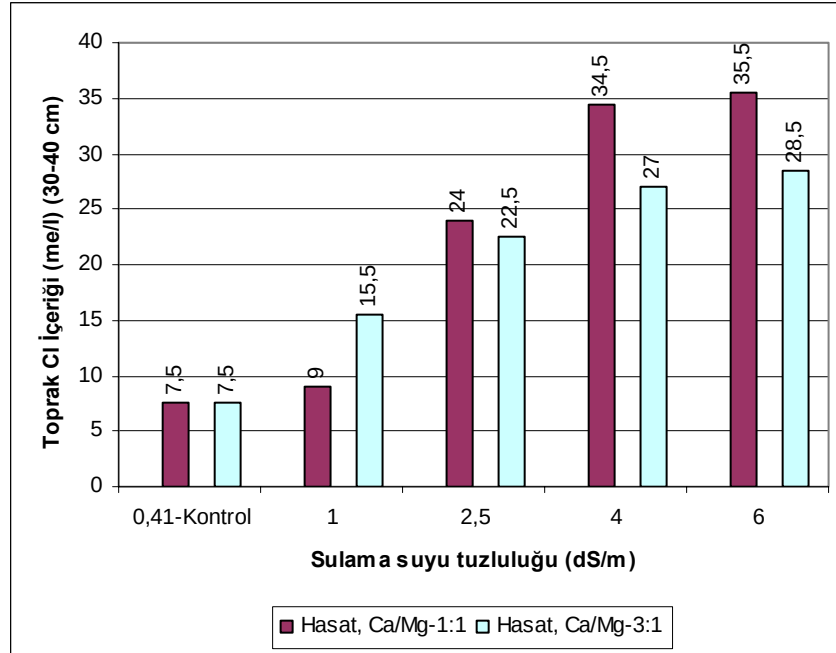
Şekil 4.30 Hasat döneminde topraklardan 0-10 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile toprakta Cl iyonları ilişkisi



Şekil 4.31 Hasat döneminde topraklardan 10-20 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile toprakta Cl iyonları ilişkisi



Şekil 4.32 Hasat döneminde topraklardan 20-30 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile toprakta Cl iyonları ilişkisi



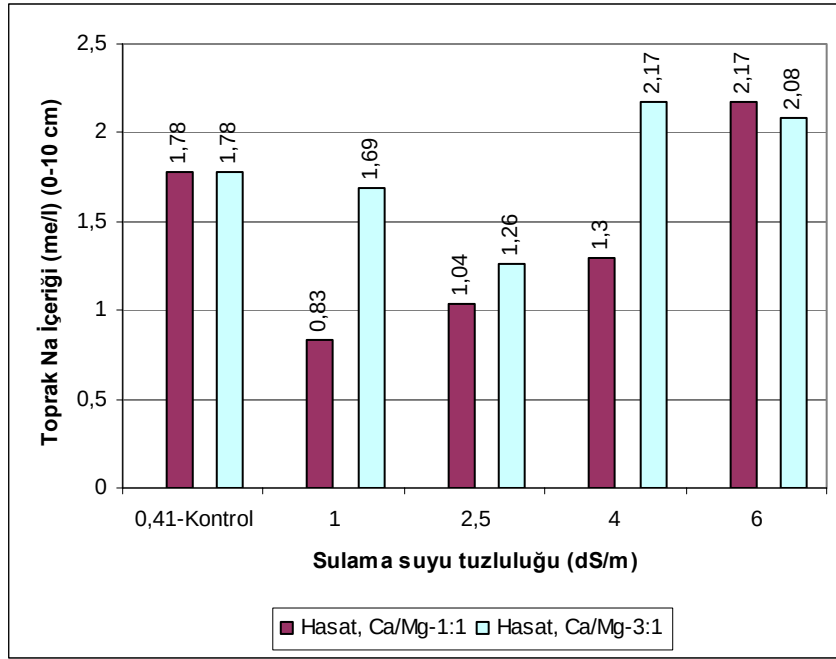
Şekil 4.33 Hasat döneminde topraklardan 30-40 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile toprakta Cl iyonları ilişkisi

Farklı kalitedeki sulama sularının hazırlanmasında klor iyonları diğerlerine göre daha fazla kullanıldığından, topraktaki tuzlaşmaya asıl neden Cl iyonu olmuştur. Kontrol konusuna göre incelendiğinde topraklarda diğer iyonlara nazaran daha fazla biriktiği gözlenmiştir. Toprak tuzluluk değerleri ile toprakların Cl içeriğine ait sonuçlar arasında önemli benzerlikler görülmektedir. Başka bir ifade ile tuzluluk ve Ca/Mg oran artışı (1:1'den 3:1'e) Cl İçeriğinde, toprak tuzluluk değerleriyle benzer etkiyi göstermiştir.

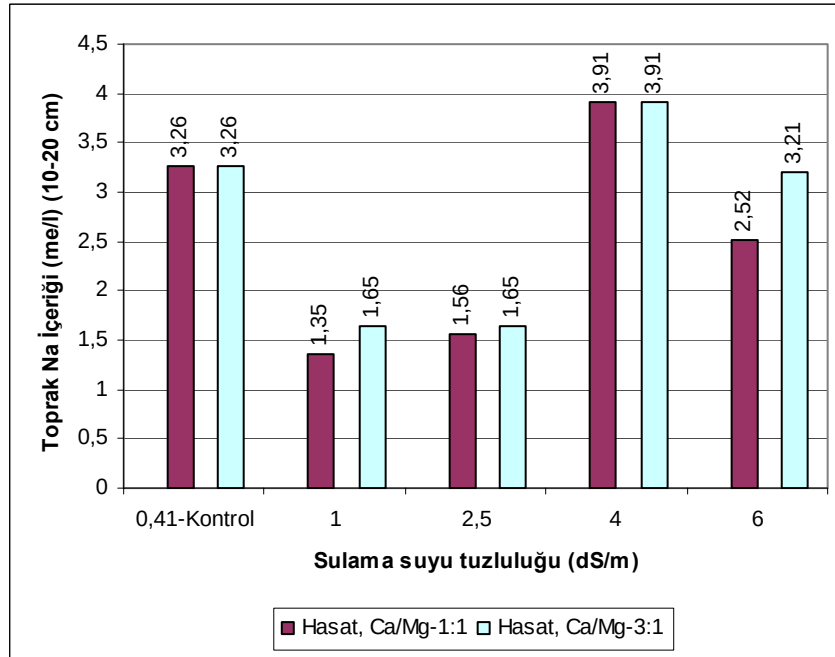
Çizelge 4.40 Hasat sonrası toprak Na içeriği (me/l)

		Na (me/l)								
		T1		T2		T3		T4		To-Kontrol
Toprak derinliği (cm)		O1	O2	O1	O2	O1	O2	O1	O2	-
0-10	Hasat	0.83	1.69	1.04	1.26	1.30	2.17	2.17	2.08	1.78
10-20	Hasat	1.35	1.65	1.56	1.65	3.91	3.91	2.52	3.21	3.26
20-30	Hasat	1.48	2.00	2.56	2.43	2.30	2.17	2.39	2.17	1.91
30-40	Hasat	2.30	2.02	2.48	2.83	3.26	2.39	4.00	2.17	3.04

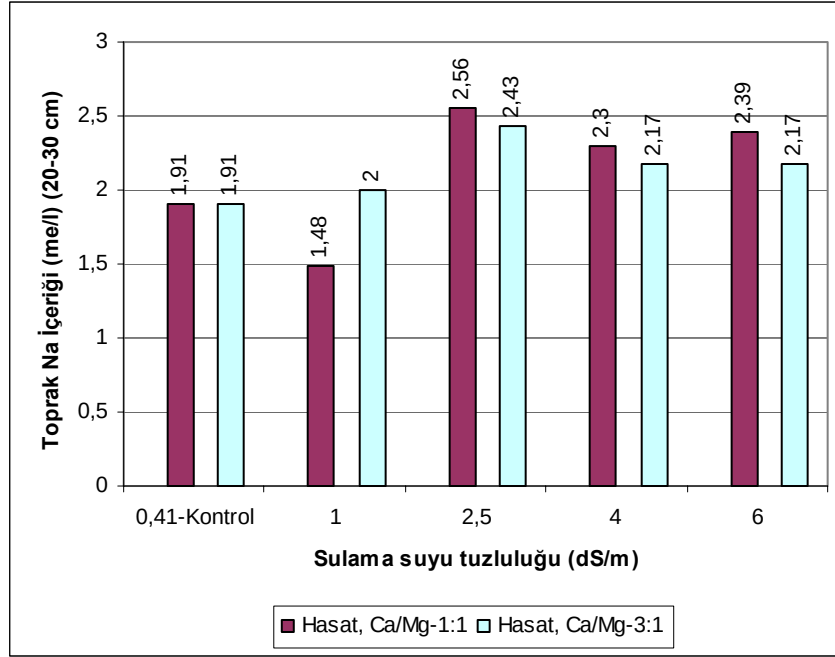
Daha önce de belirtildiği gibi tuzlu suların hazırlanmasında QBASIC programlama dilinde hazırlanan bir bilgisayar programından yararlanılmıştır. Program, elde edilmek istenen tuz değerinin belirlenebilmesi için kontrol suyuna katılması gereken tuz cinsi ve miktarlarını; SAR değerlerini bir değerinin altında tutabilecek birçok kombinasyonda verebilmektedir. Farklı kalitedeki diğer sulama sularının hazırlanması sırasında programın belirlemiş olduğu kombinasyonlar arasından, T_o-Kontrol suyunun sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) mümkün olduğunca korunmaya çalışılarak bir seçim yapılmış ve sulama sularında az miktarda sodyum kullanılmıştır. Sodyumun sulama sularına az miktarda katılması, toprakta sodyum birikiminin az olmasına ve genel olarak konular arasında küçük farklılıkların oluşmasına neden olmuştur.



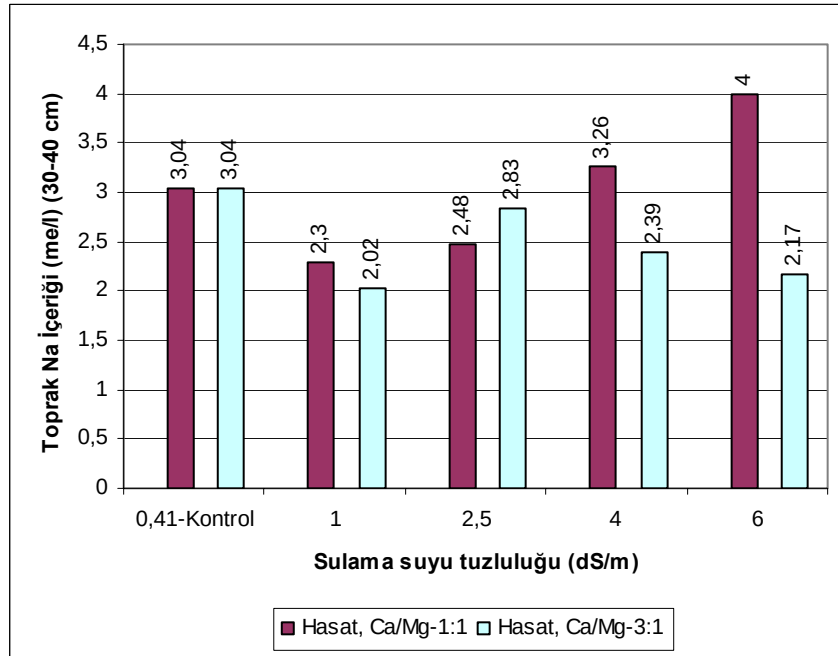
Şekil 4.34 Hasat döneminde topraklardan 0-10 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile toprakta Na iyonları ilişkisi



Şekil 4.35 Hasat döneminde topraklardan 10-20 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile toprakta Na iyonları ilişkisi



Şekil 4.36 Hasat döneminde topraklardan 20-30 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile toprakta Na iyonları ilişkisi



Şekil 4.37 Hasat döneminde topraklardan 30-40 cm'den alınan örneklerde sulama suyu tuzluluğu-Ca/Mg oranı ile toprakta Na iyonları ilişkisi

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu bölümde yapay olarak oluşturulmuş farklı düzeylerdeki sulama suyu tuzluluğu ve Ca/Mg oranının, lizimetrelerde yetiştirilen sivri biber verimi ile toprak tuzluluğuna olan etkisini araştırmak üzere yürütülen çalışmada elde edilen sonuçlar özetlenmiş ve sonuçların genel bir tartışması yapılarak bazı öneriler getirilmiştir.

Biber Verimine İlişkin Sonuçlar

Araştırmadan elde edilen biber verimine ilişkin sonuçlar şu şekilde özetlenebilir;

- a. Sulama suyu tuzluluğu açısından en yüksek verim Kampüs şebeke suyunun kullanıldığı T₀-Kontrol konusunda elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun artması, verimde önemli düzeyde azalmalara neden olmuştur. Sulama suyu tuzluluğunun 2.5-4.0 dSm⁻¹ aralığında verimde büyük bir azalma görülmüştür. İki farklı Ca/Mg oran denemesi (O₁ ve O₂) ve sulama suyu tuzluluğuna bağlı olarak ortalama biber verimleri T₀ konusunda (oran denemesi yapılmamıştır) ortalama verim 1748.11 gr/bitki, T₁ konusunda 1096.03, 815.62 gr/bitki, T₂ konusunda 948.56, 1039.97 gr/bitki, T₃ konusunda 366.29, 518.97 gr/bitki ve T₄ konusunda 319.56, 395.62 gr/bitki olmuştur. T₁ konusu ayrı tutulursa Ca/Mg oranının 1:1' den 3:1'e değişimi ile verimde artış gözlenmiştir. Verimdeki Ca/Mg oranına bağlı bu değişimler yapılan istatistiksel analizlere göre önemli bulunmamıştır. Bir başka deyişle verimde yalnızca sulama suyu tuzluluğu %5'e göre önemli bulunmuştur.
- b. Araştırmada elde edilen verim değerlerinin, kontrol konusu olan T₀ konusunda elde edilen verime oranlanarak bulunan oransal verim değerlerine göre, en fazla verim azalması %81.7 olarak T₄O₁ konusunda gözlenirken, en az verim azalması %37.3 olarak T₁O₁ konusunda olmuştur.

Bitki Özelliklerine İlişkin Sonuçlar

Sulama suyu tuzluluğu ve Ca/Mg oranı faktörleri, biber bitkisinin bazı özelliklerine çeşitli etkilerde bulunmuştur. Bu etkilerin tartışması aşağıda verilmiştir.

- a. Sulama suyu tuzluluğunun artması meyve çapı ve meyve boyunun azalmasına neden olmuş, Ca/Mg oran denemesi meyve boyuna istatistiksel anlamda etki etmezken, oranın 1:1'den 3:1'e çıkması meyve çapını azaltmış ve istatistiksel olarak önemli derecede etkilemiştir. En yüksek meyve boyu değerleri T₂ (11.5 cm) konusunda olmuş, bunu T₁

(11.3 cm), T_3 (10.6 cm) ve T_4 (10.3 cm) tuzluluk düzeyleri izlemiştir. To-kontrol konusunda elde edilen meyve boyu değeri (12.4 cm) diğer tuzlu konularla karşılaştırıldığında, sulama suyu tuzluluğu artışı ile birlikte meyve boyunda azalmalar olduğu görülmüştür. En yüksek meyve çapı değerleri T_2 düzeyinde bulunmuş (14.4 mm), bunu T_1 (14.0 mm), T_3 (13.6 mm) ve T_4 (12.4 mm) tuzluluk düzeyleri izlemiştir. Aynı şekilde kontrol konusu (To) ile karşılaştırıldığında sulama suyu tuzluluğu artışıyla birlikte meyve çapında da azalmalar meydana gelmiştir.

b. Bitki fiziksel özellikleri üzerine sulama suyu tuzluluğu ve Ca/Mg oranı denemesinin etkisi şu şekilde olmuştur; bitki boyuna yalnızca sulama suyu tuzluluğu %5 düzeyinde etki etmiş, tuzluluk konularına göre en yüksek bitki boyu değeri T_1 konusunda (105.8 cm), bunu takiben T_2 (96.8 cm), T_3 (84.3) ve en düşük bitki boyu T_4 (72.0 cm) konusunda elde edilmiştir. To-kontrol konusunda elde edilen bitki boyu (117.6 cm) ile daha tuzlu konularda elde edilen değerler karşılaştırıldığında, tuzluluğun artışına paralel olarak bitki boyunda azalma olduğu görülmüştür. Bitki kök derinliği değerleri de yalnızca sulama suyu tuzluluğundan etkilenmiştir. Bu etki tuzluluk artışıyla kök derinliğinin azalması olarak kendini göstermiştir. Bitki gövde çapı değerlerine, hem tuzluluk hem de Ca/Mg oranı %5 düzeyinde etki etmiştir. En büyük gövde çapı değeri T_1 konusunda elde edilmiş (15.5 mm), bu değeri takiben, T_2 (13.7 mm), T_3 (12.0 mm) ve T_4 (11.6 mm) konuları gelmiştir. To-kontrol konusunda elde edilen gövde çapı değeri 18.8 cm'dir. Çaplardan da anlaşıldığı üzere, sulama suyu tuz miktarının artışı bitki gövde çapında azalmalara neden olmuştur. Bitkinin toprak altı organlarının iyi gelişmesi, toprak üstü organlarının gelişimini de desteklemiştir. Ca/Mg oranının 1:1' den 3:1'e değişimi ile bitki gövde çapında azalma gözlenmiştir.

c. Sulama suyu tuzluluğu yaş meyvelerde kuru madde miktarını etkilemiştir. Tuzluluğun artması toprakta osmotik potansiyeli artırmış ve bitkinin su alımı azalmıştır. Su alımı azalan bitkinin organlarındaki su oranı da düşmüş, dolayısıyla kuru madde miktarı artmıştır. Sulama suyu tuzluluğunun artması toprakta bazı mineral maddelerin konsantrasyonunun artmasına neden olmuş ve bitki kökleri aracılığı ile toprak suyunu alırken bu mineral maddeleri de bünyesine almıştır. Bu mineral maddeler transpirasyonun en fazla olduğu yapraklarda birikmektedir. Sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla birlikte yapraklarda ve meyvede biriken mineral madde miktarları artış göstermiştir. Çalışmada mineral madde içeriğinin göstergesi olarak toplam kül değerleri

hesaplanmıştır. Toplam kül değerleri yapraklarda, büyükten küçüğe doğru T₄ konusunda (%23.2), T₃ (%22.6), T₂ (%21.6), T₁ (%20.4) ve To-kontrol (%17.5) olarak elde edilmiştir. Meyvelerde toplam kül, T₄ konusunda (%9.7), T₃ (%8.5), T₂ (%8.6) ve T₁ (%8.3) ve To-kontrol (%8.0) olarak bulunmuştur. Tuzluluktaki artışla birlikte yaprak ve meyve de kül değerleri de artış göstermiştir.

Su Tüketimine İlişkin Sonuçlar

Topraktaki buharlaşma ve bitkinin kullandığı suyun toplamı olarak ifade edilebilen bitki su tüketimi, sulama suyu tuzluluğunun en düşük olduğu T₀-Kontrol konusunda en yüksek değere (470.02 mm) ulaşmıştır. Sulama suyu tuzluluğunun artması ile birlikte topraktaki tuzluluk artmış, buna bağlı olarak toprak osmotik potansiyeli yükselmiş ve bitkilerin su alımı azalmıştır. Sonuç olarak ta bitkilerin su tüketimi değerleri düşmüştür. Sulama suyu tuzluluğu açısından ortalama su tüketimi değerleri T₀ (470.02 mm), T₁ (389.80 mm), T₂ (333.20 mm), T₃ (284.65 mm) ve T₄ (210.63 mm) olarak bulunmuştur.

Toprak Tuzluluğuna İlişkin Sonuçlar

Sulama suyu tuzluluğu ve Ca/Mg oranının, toprak tuzluluğuna yaptığı etkilere ait sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

a. Sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu karşılıklı incelendiğinde, toprak tuzluluğunun, uygulanan sulama suyu tuzluluğuna paralel olarak arttığı görülmektedir. Derinliğe bağlı olarak toprak tuzluluğu değerleri incelendiğinde; genel olarak tuzluluğunun hem çiçeklenme hem de hasat döneminde 10-20 cm ve 20-30 cm'den alınan topraklarda, 0-10 ve 30-40 cm derinliklere nazaran daha fazla olduğu gözlenmektedir. Bunun nedeni olarak, bitki kök yoğunluğunun daha fazla olduğu bölgelerde tuzluluğun kısmen daha yüksek olduğu düşünülebilir. Farklı kalitelerde sulama suları hazırlanırken kullanılan CaCl₂, NaCl ve MgSO₄ tuzlarının sulama suyu ile toprağa verilmesi, toprakta bu iyonların konsantrasyonlarında değişmelere neden olmuştur. Elde edilen bulgulara göre, sözü edilen Ca, Mg, Cl ve Na iyonlarının içerikleri, sulama suyu tuzluluğu ile arttığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

b. Ca/Mg oranındaki değişim de (1:1'den 3:1'e) özellikle topraktaki artan Ca içeriğinin tuzlulukla paralellik göstermesini sağlamıştır. Hem tuzluluk hem de oran artışıyla

toprak tuzluluk değerleri artış göstermiştir. Bu artış toprak derinliğine göre değişiklik göstermiş, kök yoğunluğunun daha yoğun olduğu bölgelerde daha yüksek olmuştur.

neriler

Araştırmada elde edilen sonuçlar, sivri biber için Ca/Mg oranı ve sulama suyu tuzluluğu-verim ilişkilerini, aynı zamanda toprak tuzluluğundaki değişimleri göstermektedir. Benzer koşullara sahip bölgelerde, gerek proje karlılığının ve gerekse Ca/Mg oranı, sulama suyu tuzluluğu ile verim arasındaki çalışmalarda ve toprak tuz değişimi ile ilgili çalışmalarda bu araştırmanın sonuçları kullanılabilir.

Yapılan çalışmalarda elde edilecek verim birinci derecede iftiyi ilgilendirmesine karşılık, dolaylı olarak bölgede yapılacak sulama ve drenaj yatırımları finansmanlarını da yatırımın karlılığı açısından ilgilendirmektedir.

Tarımsal retim artırılması toprak ve özellikle su gibi tarımsal girdilerin sınırlı olması nedeniyle mümkün olmamakta, ayrıca sulama sularının kalite yönünden her toprak koşulunda ve bitki çeşidinde kullanımın kısıtlı olması, bitkisel üretimdeki sorunu daha da bytmektedir. Günümüzde dünyayı ve elbette ki ülkemizi de tehdit eden “Küresel Isınma” ile her 10 yılda sıcaklığın 0.2 C’ye kadar arttığı, yağışta ortalama %10 düşüş olduğu, yaz kuraklıklarının her geçen gün artacağı düşünülürse, tüm bunlar atık ve kalitesi düşük suların kullanılmasını bir zorunluluk haline getirmektedir. Bu suların, bitki verimini, gelişimini, toprak özelliklerini ve özellikle çevreyi nasıl etkilediğinin bilinmesi gerekmektedir. Bu bağlamda bu tür çalışmaların yapılması çok daha büyük önem kazanmaktadır. Hem ekolojik dengenin korunması, hem de tarımın dolayısıyla insan topluluklarının sürdürülebilir gelişiminin sağlanması için, su ve toprak kaynaklarının, bugünkü ve gelecekteki ihtiyaçları karşılayabilecek en akılcı bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara ve gözlemlere göre, sivri biber yetiştiriciliğinde şu öneriler getirilebilir;

Sulama suyu tuzluluğunun yüksek olması biber bitkisinde, verimde azalma, meyvede küçülme, meyve rengine koyulaşma ve özellikle kızarma, meyve kabuğunda kalınlaşma gibi istenmeyen durumları ortaya çıkardığından, yetiştiricilikte mümkün olduğunca iyi kalitede su kullanılmalıdır. Tuzluluğu 2.5 dSm⁻¹’nin üzerinde olan sular biber bitkisi için sulama suyu olarak kullanılmamalıdır. Farklı kalitelerde alternatif su

kullanımları söz konusu olduğunda, bu suların çok kurak dönemlerde kullanılmaması, nispeten yağışın olduğu dönemlerde kullanılmasına özen gösterilmelidir. Alternatif su kaynaklarının kullanıldığı koşullarda su kalitesi-verim ilişkisinde optimum noktanın bulunması açısından, bitkinin farklı gelişme periyotlarında farklı kalitede uygulanan sulama sularının verime ve toprak tuzlanmasına etkisinin araştırıldığı çalışmalar yapılmalıdır. Farklı kalitelerde alternatif su kaynakları (kanal suyu, yer altı suyu vb.) kullanımı söz konusu olduğunda , bu suların ekonomikliği değerlendirilirken su ücreti yanında, bitki verimine olan etkileri de düşünülerek ekonomik analiz yapılmalı ve mümkün olduğunca iyi kaliteli su kullanımı için çalışılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akalan, İ., 1988. Toprak Bilgisi. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, A. Ü. Ziraat Fak. Yayınları: 1058, Ders Kitabı: 309, Ankara.
- Akgül, H., 2002. Tuzluluk. <http://www.ebkae.cjb.net>
- Allison, L.E. and Moodie, C.D., 1965. Carbonate Methods of Soil Analysis. Methods of Soil Analysis Part II, Am. Soc. Agron. No: 9, p.1389-1392, Madison, Wisconsin.
- Anonymous, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U. S. Dept. of Agric. No: 60, USA.
- Arslan, H., 2003. Taban Suyu Derinliğinin Yüzeyden Su Buharlaşması ve Toprak Ptofilindeki Tuz Dağılımı Üzerine Etkileri. OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Semineri.
- Ayyıldız, M., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1196, Ders Kitabı: 344, s.1-282, Ankara.
- Bayraklı, F., 1998. Toprak Kimyası. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 26, 1. Baskı, Samsun, 214s.
- Ben-Asher, J., van Dam, J., Feddes, R.A. and Jhorar, R.K., 2006. Irrigation of grapevines with saline water II. Mathematical simulation of vine growth and yield. Agricultural Water Management, 83 (1-2): 22-29.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer method for Making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy J. Vol: 43, p.434-438.
- Bower, C.A. and Wilcox. L.V., 1965. Soluble Salt Methods of Soil Analysis. Methods of Soil Analysis Part II, Am. Soc. Agron. No: 9, p.933-940, Madison, Wisconsin.
- Clark, D.R. Green, J.C. and Gordon, J.A., 2000. Laboratory Exercises to Demonstrate Effects of Salts on Plants and Soils. J. Nat. Resour. Life Sci. Educ. 29:41-45.
- Duan D., Xiaojing, L., M. Ajmal Khan and Bilquees, G., 2004. Effects of salt and water stress on the germination of *chenopodium glaucum* l., seed. *Pak. J. Bot.*, 36(4): 793-800.

- Elkhatib, H.A., Elkhatib, E. A., Khalaf-Allah, A. M. and El-Sharkawy, A. M., 2004. Salt Tolerance of Four Potato Cultivars. *Journal of Plant Nutrition* Vol. 27, No. 9, pp. 1575–1583.
- Ergene, A., 1982. *Toprak Bilgisi*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:267, Ders Kitapları Serisi No:42, Erzurum.
- Ertuğrul, H., 1972. Erzurum Ovası Su Kaynaklarının Sulama Yönünden Araştırılması ve Değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Atatürk Üniv. Yayınları, Erzurum.
- FAO, 1976. *Water Quality for Agriculture*. Irrigation and Drainage Paper, No: 29, Rome.
- Fizikçi, S., 1999. VI. Kültürteknik Kongresi 1999, Nevşehir.
- Chartzoulakis, K. S., 2005. Salinity and olive: Growth, salt tolerance, photosynthesis and yield. *Agricultural Water Management* 78 (2005) 108–121
- Cucci, G., Rubino, P. and Calciandro, A., 2000. Effects of Irrigation Water with Different Salt Concentrations and SAR Values on Soil Salinisation and Sodification. *Ital. J. Agron.*, 7(1):41-48.
- Güngör, H., 1985. *Lizimetreler*. Topraksu Araştırma Ana Projesi, No:433, Topraksu Araştırma Enstitüsü, 5.1.2. nolu ek talimat, Eskişehir.
- Güngör, Y., Yurtseven, E. ve Artık, N., 1993. Sulama Suyu Tuzluluğunun Soya Kimyasal Bileşimi Üzerine Etkisi. *Doğa Tr. J. of Agricultural and Forestry*, 17, 443-449.TÜBİTAK.
- Güngör, Y. ve Erözel, A.Z., 1994. *Drenaj ve Arazi Islahı*. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:1341, Ders Kitabı No:389, Ankara.
- Jamil, M., Lee C. C., Shafiq Ur Rehman, Deok Bae Lee, Muhammad Ashraf and Eui S.R., 2005. Salinity (NaCl) Tolerance of *Brassica* Species at Germination and Early Seedling Growth. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.* 4(4), 2005, (970-976).
- Kacar, B., 1972. *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri*. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu: 155, s.1-646, Ankara.
- Kadayıfçı, A., Tuylu, G. İ. ve Uçar, Y., 2004. Sulama Suyu Tuzluluğunun Soğan Bitkisinin Yumru Verimi, Bitki Su Tüketimi ve Toprak Profili Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, (10-1) 45-49.

- Kanber, R., Çullu, M.A., Kendirli, B., Antepli, S. ve Yılmaz, N., 2005. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk. www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/013rizakanber.pdf
- Kanber, R., Kırdı, C. ve Tekinel, O., 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:21, Ders Kitapları Yayın No:6, Adana.
- Kara, T., 2002. Irrigation Scheduling to Present Soil Salinization from a Shallow Water Table, *Acta Horticulture*, Number 573, pp. 139-151.
- Kara, T. ve Apan, M., 2000. Tuzlu Taban Suyunun Sulamalarda Kullanımı İçin Bir Hesaplama Yöntemi. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 15(3):62-67.
- Katerji, N., van Hoorn, J.V., Hamdy, A., Karam, F. Ve Mastrorilli, M., 1994. Effect of salinity on emergence and on water stress and early seedling growth of sunflower and maize. *Agricultural Water Management*, 26(1994) 81-91.
- Katerji, N., Van Hoorn, J.W., Hamdy, A., Mastrorilli, A. and Karam, F., 1998. Salinity and drought, a comparison of their effects on the relationship between yield and evapotranspiration. *Agricultural Water Management*, 36 (1998) 45-54.
- Kotuby, J., Koenig, R. and Kitchen, B., 1997. Salinity and Plant Tolerance. Utah State University Extension. AG-SO-03., Utah.
- Kwiatowsky, J., 1998. Salinity Classification, Mapping and Managment in Alberta.
- Miyamoto, S., Piela, K. and Petticrew, J., 1985. salt effects on germination and seedling emergence of several vegetable crops and guayule. *Irrig. Sci.* 6(3):215-221.
- Nerson, H. ve Paris, H.S., 1984. Effects of Salinity on Germination, seedling growth and yield of melons. *Irrig. Sci.* 5(4):265-273.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanable, F.S. and Dean, L.A., 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soil by Extraction with Sodium Bicarbonate. U.S. Dept. of Agric. Circular 939, Washington D.C.
- Öztürk, A., 1994. Tabansuyu Derinliği ve Sulama Suyu Kalitesinin Biber Verimine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.

- Öztürk, A. ve Erözel, A. Z., 1994. Tabansuyu Derinliği ve Sulama Suyu Kalitesinin Biber Su Tüketimine Etkisi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No:1366, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler:755., Ankara.
- 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): (2002) 14-
- Pasternak, D., De Malach, Y. and Borovic, I., 1986. Irrigation with brackish water under desert conditions VII. Effect of time of application of brackish water on production of processing tomatoes. *Agricultural Water Management*, 12(1-2):149-158.
- Patel, R.M., Prasher, S.O. and Bonnell, R.B., 2000. Effects of watertable depth, irrigation water salinity, and fertilizer application on root zone salt buildup. *Canadian Agricultural Engineering* Vol. 42, No. 3.
- Reina-Sanchez, A., Romero-Aranda, R. and Cuartero, J., 2005. Plant water uptake and water use efficiency of greenhouse tomato cultivars irrigated with saline water. *Agricultural Water Management* 78 (2005) 54–66.
- Saleh, H. H. and Troeh, F. R., 1982. Salt distribution and water consumption from a water table with and without a crop. *Agronomy Jour.*, Vol 74(2):321-324.
- Scardaci, S.C., Austine U. Eke, James E. Hill, Michael C. Shannon and James D. Rhoades, 1996. Water and Soil Salinity Studies on California Rice. Cooperative Extension University of California. Rice Publication No. 2 December 20. U.C. Cooperative Extension P. O. Box 180 100 Sunrise Boulevard, Suite E Colusa, California.
- Sharma, D.P., Singh, K.N. and Kumbhare, P.S., 2005. Response of sunflower to conjunctive use of saline drainage water and non-saline canal water irrigation. *Agronomy and Soil Science*, Volume 51, Number 1, February 2005, pp. 91-100(10).
- Singer, M.J. and Munns, D. N., 2002. *Soils. An Introduction*, 5th. Edition, Prentice Hall, Inc. New Jersey.
- Smedema, K. and Rycroft, D., 1984. *Land Drainage*. Garnell University Press, Newyork.

- Soil Quality Test Kit Guide, 1999. USDA, United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. <http://soils.usda.gov/sqi/files/kitcover.pdf>
- Sönmez, N. ve Ayyıldız, M., 1964. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Teşhis ve Islahları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 229, Ankara.
- Sepaskhah, A.R., Bazrafshan-Jahromi, A.R. and Shirmohammadi-Aliakbarkhani, Z., 2006. Development and Evaluation of a Model for Yield Production of Wheat, Maize and Sugarbeet under Water and Salt Stresses. *Biosystems Engineering* (2006) 93 (2), 139–152.
- Supanjani, K.D. Lee., 2006. Hot pepper response to interactive effects of salinity and boron. *PLANT SOIL ENVIRON.*, 52, 2006 (5): 227–233. *Department of Plant Science, McGill University, Macdonald Campus, Quebec, Canada*
- Terry, R., 1997. Soil Salinity. Aghrt 282 Class Lectures.
- Tingwu L., Juan X., Guangyong L., Jianhua M., Jianping W., Zhizhong L. and Jianguo Z., 2003. Effect of Drip Irrigation with Saline Water on Water Use Efficiency and Quality of Watermelons. *Water Resources Management*, Volume 17, Number 6, 2003, pp. 395-408(14).
- ural, H., Eşiyok, D. ve Duman, İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ders Notu, Bornova-İzmir.
- Yeşilsoy, M.Ş. ve Güzeliş, İ., 1966. Toprakta Özgül Ağırlık ve Hacim Ağırlığı Tayin Metodları. *Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Teknik Yayınları, Sayı: 15, Ankara.*
- Yurtseven, E., 1999. Sürdürülebilir Tarım ve Tuzluluk Etkileşimi. VII. Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 11-14 Kasım 1999, Kapadokya, 237-245.
- Yurtseven, E., 2000. Patlıcanda (*Solanum melongena* L.) Su Tüketimine Tuzluluğun Etkisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara.
- Yurtseven, E., Öztürk, A. ve Ayan, B., 1996. Sulama Suyu Tuzluluğunun Biberde (*Capsicum annuum*) Farklı Gelişme Dönemlerinde Bazı Verim Parametrelerine Etkisi. *Ankara Üniv., Ziraat Fak., Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(2), 5-9, Ankara.

- Yurtseven, E. ve Bozkurt, D.O., 1997. Sulama Suyu Kalitesi ve Toprak Nem Düzeyinin Marulda Verim ve Kaliteye Etkisi. Ankara Üniv., Ziraat Fak., Tarım Bilimleri Dergisi, 3(2), 44-51, Ankara.
- Yurtseven, E., Parlak, M., Demir, K., Öztürk, A. ve Kütük, C., 1999. Turp (*Raphanus sativus*, L.) Bitkisinde Farklı Sulama Suyu Tuzluluğu ve Ca/Mg Oranı Uygulamaları: I. Bazı Verim Parametrelerine Etkisi. Ankara Üniv., Ziraat Fak., Tarım Bilimleri Dergisi, 5(3), 28-34, Ankara.
- Yurtseven, E. ve Baran, H.Y., 2000. Sulama Suyu Tuzluluğu ve Su Miktarlarının Brokkolide (*Brassica oleracea borrytis*) Verim ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi. Turk J Agric For 24 (2000) 185-190, Tübitak, Ankara.
- Yurtseven, E., Öztürk, A., Çaycı, G. ve Parlak, M., 2000a. Effect of Leaching with Irrigation Waters in Different Salinity Levels on Change of Profile Salinity. Proceedings of International Symposium on Desrtification, 13-17 June 2000, Konya/Turkey.
- Yurtseven, E., Kütük, C., Demir, K., Öztürk, A. ve Parlak, M., 2000b. Turp (*Raphanus sativus*, L.) Bitkisinde Sulama Suyu Tuzluluğu ve Ca/Mg Oranı Uygulamaları: II. Bitki Biokütle ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi. Ankara Üniv., Ziraat Fak., Tarım Bilimleri Dergisi, 6(1), 92-98, Ankara.
- Yurtseven, E., Halloran, D. N., Kütük, C. ve Demir, K., 2000c. The Effect of Different Development Stages on the Yield and Quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum*). Techniques to Control Salination Horticultural Productivity, November 7-10, Antalya. Sempozyum Bildirisi.
- Yurtseven, E. ve Öztürk, H.S., 2001. Sulama Suyu Tuzluluğunun Tınlı Toprakta Profil Tuzluluğuna Etkisi. Ankara Üniv., Ziraat Fak., Tarım Bilimleri Dergisi, Ankara.
- Yurtseven, E., Ünlükara, A., Top, A. ve Tek, A., 2001a. Tuzluluğun ve Sulama Aralığının Kolzada (*Brassica napus oleifera*) Verime ve Gelişmeye Etkisi. 8-11 Kasım I. Ulusal Sulama Kongresi, Bildiriler Kitabı, 215-219., Belek/Antalya.
- Yurtseven, E., Öztürk, H.S., Ünlükara, A. ve Kesmez, G.D., 2001b. Sulama Suyu Tuzluluğunun Toprak Tuzlulaşmasına ve Yıkanmaya Etkisi. 8-11 Kasım I. Ulusal Sulama Kongresi, Bildiriler Kitabı, 333-338., Belek/Antalya.

- Yurtseven, E., Öztürk, H. S., Demir, K. ve Kasım, M.U., 2001c. Sulama Suyu Tuzluluğunun Tınlı Toprakta Profil Tuzluluğuna Etkisi. Ankara Üniv. Tarım Bilimleri Dergisi. 7:3:1-8.
- Yurtseven, E., G.D. Kesmez, A. Ünlükara, 2005. The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central anatolian tomato species (*Lycopersicon esculantum*). Agricultural Water Management 78 (2005) 128–135.

ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Samsun'un Ladik ilçesinde doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi aynı yerde tamamladıktan sonra 1994 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nü kazandım ve 1997 yılında "Ziraat Mühendisi" olarak mezun oldum. Aynı yıl Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde, bir yıl ingilizce hazırlık eğitiminden sonra yüksek lisans eğitimime başladım. 2001 yılında Yüksek Lisans eğitimimi tamamlayarak "Ziraat Yüksek Mühendisi" olarak mezun oldum. Aynı yıl Eylül ayında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Doktora programına başladım. Aralık 2001 de aynı enstitüde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladım. Ağustos 2006 da bu görevimden ayrıldım. Halen bir kamu kuruluşunda Ziraat Yüksek Mühendisi olarak görev yapmaktayım. Evliyim, bir erkek çocuk sahibiyim.