

34934

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

34934

TABANSUYU DERİNLİĞİ VE SULAMA SUYU
KALİTESİNİN BİBER VERİMİNE ETKİSİ

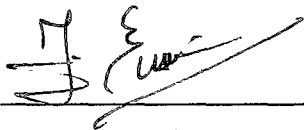
Ahmet ÖZTÜRK

DOKTORA TEZİ

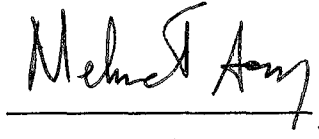
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA
ANA BİLİM DALI

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
TEZİ

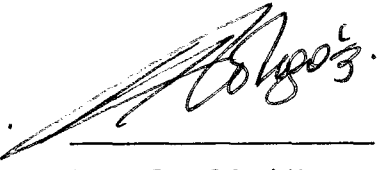
Bu tez 17 Haziran 1994 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından 95 (Doksanbeş) not takdir edilerek Oybirliği / ~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.



Doç. Dr. A. Zeki
ERÖZEL (Danışman)



Prof. Dr. Mehmet
APAN



Doç. Dr. M. Ali
TOKGÖZ

ÖZET**Doktora Tezi****TABANSUYU DERİNLİĞİ VE SULAMA SUYU KALİTESİNİN
BİBER VERİMİNE ETKİSİ¹****Ahmet ÖZTÜRK****Ankara Üniversitesi****Fen bilimleri Enstitüsü****Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı****Danışman: Doç.Dr. A. Zeki ERÖZEL****1994, Sayfa: 107****Jüri: Doç.Dr. A. Zeki ERÖZEL****Prof.Dr. Mehmet APAN****Doç.Dr. M. Ali TOKGÖZ**

Bu çalışma, tabansuyu derinliği ve sulama suyu kalitesinin, biber (*Capsicum annuum* L.) verimine, bitkinin bazı özelliklerine ve toprak tuzluluğuna olan etkilerini araştırmak amacıyla serada oluşturulan kolonlar halindeki lizimetrelerde 1992 ve 1993 yıllarında yürütülmüştür. Tabansuyu derinliği ve sulama suyu kalitesi faktörlerinin dörder seviyesinin bulunduğu bu çalışma 4x4 faktöriyel düzende yürütülmüştür. 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 $T_1=0.25$, $T_2=1$, $T_3=2$ ve $T_4=3$ dS/m olduğu konulardan oluşmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre; 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. Araştırmada lizimetrelerden elde edilen ortalama verim değerleri, tabansuyu derinliği açısından büyükten küçüğe D_4 , D_3 , D_2 ve D_1 konularında sırasıyla 1157.0, 1136.0, 1031 ve 932.6 g, sulama suyu tuzluluğu açısından büyükten küçüğe T_1 , T_2 , T_3 ve T_4 konularında sırasıyla 1321.0, 1090.0, 933.5 ve 912.3 g olarak elde edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Su tablası, sulama suyu kalitesi, toprak tuzluluğu, su tüketimi, lizimetre, biber (*Capsicum annuum* L.)

¹ Bu tez, A.Ü.Araştırma Fonu Müdürlüğü Tarafından 92.25.00.13 nolu araştırma olarak desteklenmiştir.

ABSTRACT**Ph.D. Thesis****EFFECT OF WATER TABLE DEPTH AND IRRIGATION WATER
QUALITY ON PEPPER YIELD****Ahmet ÖZTÜRK****Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Farm Structures and Irrigation****Supervisor: A. Zeki ERÖZEL****1994, Page: 107****Jury: Assoc.Prof.Dr. A. Zeki ERÖZEL****Prof.Dr. Mehmet APAN****Assoc.Prof.Dr. M. Ali TOKGÖZ**

This research was carried out during 1992 and 1993 in the green house by making use of lysimeters. The aim was to determine the effect of water table depth and irrigation water quality on pepper (*Capsicum annum* L.) yield and quality and soil salinity. Water table depth and irrigation water quality were the two factors of the trial which was conducted as factorial trial. The treatments were $D_1=30$, $D_2=45$, $D_3=60$ and $D_4=90$ cm for water table depth and $T_1=0.25$, $T_2=1$, $T_3=2$ and $T_4=3$ dS/m for irrigation water quality. The decrease in the water table depth resulted in the decrease of pepper yield, root depth and plant height but an increase in the soil salinity level. Water consumption increased with increasing levels of water table. Pepper yield, water consumption, fruit length and plant height decreased with increasing levels of irrigation water salinity. On the other hand soil salinity, fruit dry matter and the total ash of fruits, leaves and stems increased with increasing levels of applied water salinity level. While, the yields obtained from lysimeters were found as 1157, 1136, 1031 and 933 g for D_4 , D_3 , D_2 and D_1 water table depths, they were 1321, 1090, 934 and 912 g for T_1 , T_2 , T_3 and T_4 irrigation water salinity levels respectively.

KEY WORDS: Water table, irrigation water quality, soil salinity, water consumption, lysimeters, pepper (*Capsicum annum* L.)

TEŞEKKÜR

Bana bu konuda tez hazırlama olanağı sağlayan, araştırmamı yönlendiren ve sürekli yardımcı olan sayın hocam Doç.Dr.Zeki ERÖZEL'e, değerli görüşlerinden yararlandığım Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim üye ve yardımcılarına, araştırmada biber yetiştiriciliği ile ilgili sorunlarımın çözümünde yardımlarını esirgemeyen Bahçe Bitkileri Bölümü araştırma görevlisi Köksal DEMİR'e, araştırmanın yürütüldüğü yıllarda bölümümüzde staj yapan ve bu süre içerisinde denemelerde büyük bir özveri ile çalışan bölümümüz öğrencilerine, araştırmada toprak ve sulara ait bazı analizlerin yapılmasında emeği geçen Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü ile Köy Hizmetleri I. Bölge Müdürlüğü Verimlilik Laboratuvarı elemanlarına, araştırmada bitkilerin analizi konusunda yardımcı olan Gıda Bölümü öğretim üyesi Doç.Dr. Nevzat ARTIK ve araştırma görevlisi Emine DENLİ'ye, araştırmada elde edilen sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde yardımcı olan Zootehni Bölümü Genetik ve İstatistik Kürsüsü araştırma görevlileri Arzu KANIK ve Handan ÇAMDEVİREN'e, yazılmış olan tez metninin bilgisayarda düzenlenmesine yardımcı olan bölümümüz araştırma görevlisi Dr.Kemal SÖNMEZ'e ve bütün çalışma boyunca bana her türlü yardımda bulunan ve destek olan eşim A. Banu ÖZTÜRK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ahmet ÖZTÜRK

Ankara, 1994

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Tabansuyu ile İlgili Çalışmalar	12
2.2. Tuzluluk ile İlgili Çalışmalar	18
2.3. Tabansuyu ve Toprak Tuzluluğuna İlişkin Çalışmalar	26
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
3.1. Materyal.....	29
3.1.1. Araştırma yerinin tanıtılması.....	29
3.1.2. Araştırmada kullanılan toprak, bitki ve sulama suyunun özellikleri.....	29
3.1.2.1. Toprak özellikleri.....	29
3.1.2.2. Bitki özellikleri.....	29
3.1.2.3. Sulama suyu özellikleri	30
3.1.3. Araştırmada kullanılan lizimetreler	30
3.1.4. Araştırmada kullanılan kimyasal maddeler	31
3.1.5. Araştırmada kullanılan yardımcı ekipmanlar	31
3.2. Yöntem	31
3.2.1. Deneme düzeni	31
3.2.2. Sera çalışmalarında uygulanan yöntemler.....	32
3.2.2.1. Serada lizimetrelerin oluşturulması.....	32
3.2.2.2. Uygulanan tarım tekniği.....	33
3.2.2.3. Sulama zamanı ve uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesi	35
3.2.3. Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler	35

3.2.3.1. Toprak fiziksel analizleri.....	35
3.2.3.2. Toprak verimlilik analizleri.....	35
3.2.3.3. Toprak tuzluluk analizleri.....	36
3.2.3.4. Sulama suyu kalite analizleri	37
3.2.3.5. Bitki analizleri.....	37
3.2.4. Denemede elde edilen verilerin değerlendirilmesi.....	38
4. ARAŞTIRMADA ELDE EDİLEN BULGULAR VE TARTIŞMA.....	39
4.1. Bitki Verimine İlişkin Bulgular.....	39
4.2. Bitki Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular	46
4.3. Meyve Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular.....	52
4.4. Bitki Kalitesine İlişkin Bulgular.....	59
4.4.1. Meyve kalite analizi bulguları	59
4.4.2. Yaprak kalite analizi bulguları.....	66
4.4.3. Bitkinin toprak üstü vegetatif aksamı kalite analizi bulguları.....	71
4.5. Bitki Su Tüketimi Bulguları	74
4.6. Sulama Suyu ve Toprakların Deneme Öncesi Analiz Bulguları.....	80
4.7. Toprak Tuzluluk Analizi Bulguları	82
4.7.1. Topraklarda tuz birikimi.....	89
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	96
5.1. Biber Verimine İlişkin Sonuçlar.....	96
5.2. Bitki Özelliklerine İlişkin Sonuçlar	96
5.3. Su Tüketimine İlişkin Sonuçlar	97
5.4. Toprak Tuzluluğuna İlişkin Sonuçlar	98
5.5. Öneriler.....	98
KAYNAKLAR.....	100
ÖZGEÇMİŞ	107

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Toprak bünyesine göre tabansuyu derinliği-verim ilişkisi	5
Şekil 2.2. Tabansuyu düzeyi ile toprak tuzlulaşması döngüsü	6
Şekil 2.3. Toprak tuzluluğu ile verim arasındaki kuramsal ilişki	10
Şekil 3.1. Lizimetre olarak kullanılan deneme kolonları.....	30
Şekil 3.2. Deneme konuları yerleşim planı.....	32
Şekil 3.3. Deneme kolonu	33
Şekil 3.4. Yastıklarda fidelerin yetiştirilmesi	33
Şekil 3.5. Lizimetrelere dikilmiş biber fidelerinin görünüşü.....	34
Şekil 4.1. Araştırmada 1992 yılı için elde edilen farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-biber verimi ilişkisi.....	40
Şekil 4.2. Araştırmada 1993 yılı için elde edilen farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-biber verimi ilişkisi.....	42
Şekil 4.3. Araştırmada 1992 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-bitki boyu ilişkisi	47
Şekil 4.4. Araştırmada 1993 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-bitki boyu ilişkisi	48
Şekil 4.5. Araştırmada 1992 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-bitki kök derinliği ilişkisi.....	50
Şekil 4.6 Araştırmada 1993 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-bitki kök derinliği ilişkisi.....	51
Şekil 4.7. Araştırmada 1992 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve boyu ilişkisi.....	53
Şekil 4.8. Araştırmada 1993 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve boyu ilişkisi.....	55
Şekil 4.9. Araştırmada 1992 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve kuru madde miktarı ilişkisi	60
Şekil 4.10. Araştırmada 1993 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve kuru madde miktarı ilişkisi	62
Şekil 4.11. Farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu- meyvelerde toplam kül miktarı ilişkisi	65
Şekil 4.12. farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-yaprak kuru madde miktarı ilişkisi	67
Şekil 4.13. Farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-yaprak toplam kül miktarı ilişkisi.....	70

Şekil 4.14. Farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-Dal kuru madde miktarı ilişkisi.....	72
Şekil 4.15. Farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-dal toplam kül miktarı ilişkisi.....	73
Şekil 4.16. Araştırmada 1992 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-bitki su tüketimi ilişkisi	76
Şekil 4.17. Araştırmada 1993 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-bitki su tüketimi ilişkisi	78
Şekil 4.18. Araştırmada 1992 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-toprak tuzluluğu ilişkisi.....	82
Şekil 4.19. Araştırmada 1993 yılında farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-toprak tuzluluğu ilişkisi.....	84
Şekil 4.20. Araştırmada 1992 yılında farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu- Ca +Mg, Na ve Cl iyonları içeriği ilişkisi	87
Şekil 4.21. Araştırmada 1993 yılında farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu- Ca +Mg, Na ve Cl iyonları içeriği ilişkisi	88
Şekil 4.22. Tabansuyu derinliğinin D1=30, D2=45, D3=60 ve D4=90 cm olduğu konular için sulama suyu kalitelerine bağlı toprak tuzluluğu değerlerinin bitki gelişme dönemlerine göre değişimi.....	90
Şekil 4.23. Tabansuyu derinliğinin D1=30, D2=45, D3=60 ve D4=90 cm olduğu konular için sulama suyu kalitelerine bağlı toprak Ca +Mg içeriğinin bitki gelişme dönemlerine göre değişimi.....	92
Şekil 4.24. Tabansuyu derinliği D1=30, D2=45, D3=60 ve D4=90 cm olduğu konular için sulama suyu tuzluluğuna bağlı toprak Na içeriği değerlerinin bitki gelişme dönemlerine göre değişimi.....	94
Şekil 4.25. Tabansuyu derinliği D1=30, D2=45, D3=60 ve D4=90 cm olduğu konular için sulama suyu tuzluluğuna bağlı topraktaki Cl içeriklerinin bitki gelişme dönemlerine göre değişimi.....	95

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Ülkemizde son yıllarda dolma biberi üretimi	4
Çizelge 2.1. Saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliğine göre tuzluluk sınıfları.....	8
Çizelge 2.2. Bazı bitkilerde belirli oranlarda verim azalmalarına karşılık gelen saturasyon eriyiği elektriksel iletkenlik değerleri (dS/m).....	10
Çizelge 2.3. Biber bitkisinde belirli oranlarda verimin alındığı sulama suyu ve toprak saturasyon eriyiği elektriksel iletkenlik değerleri	12
Çizelge 2.4. Muz bitkisinin tabansuyu derinliğine tepkisi.....	13
Çizelge 4.1. Araştırmanın birinci yılında elde edilen biber verim değerleri (g/liz)	40
Çizelge 4.2. Araştırmanın birinci yılında elde edilen verimlerin varyans analizi	41
Çizelge 4.3. Araştırmanın birinci yıl verimleri için tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları.....	41
Çizelge 4.4. Araştırmanın ikinci yılında elde edilen biber verim değerleri (g/liz).....	42
Çizelge 4.5. Araştırmanın ikinci yılında elde edilen verimlerin varyans analizi	43
Çizelge 4.6. Araştırmanın ikinci yıl verimleri için tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları	43
Çizelge 4.7. Araştırmanın her iki yılında elde edilen verimlerin varyans analizi	44
Çizelge 4.8. İki yıllık verimler için tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları	44
Çizelge 4.9. Araştırmada ortalama olarak hesaplanan oransal verim değerleri.....	45
Çizelge 4.10. Araştırmanın birinci yılında ölçülen bitki boyları (cm)	46
Çizelge 4.11. Araştırmanın ikinci yılında ölçülen bitki boyu değerleri (cm).....	47
Çizelge 4.12. Araştırmanın her iki yılında elde edilen bitki boyu değerlerinin varyans analizi	48
Çizelge 4.13. İki yıllık bitki boyu değerleri için tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları.....	49
Çizelge 4.14. Araştırmanın 1992 yılında ölçülen bitki kök derinlikleri (cm)	50
Çizelge 4.15. Araştırmanın 1993 yılında ölçülen bitki kök derinlikleri (cm)	51
Çizelge 4.16. Araştırmanın her iki yılında elde edilen bitki kök derinliği değerlerinin varyans analizi.....	52
Çizelge 4.17. İki yıllık kök derinliği değerleri için tabansuyu derinliği Duncan gruplandırması	52
Çizelge 4.18. Araştırmada 1992 yılında elde edilen meyve boyu değerleri (mm).....	53

Çizelge 4.19. Araştırmanın birinci yılında ölçülen meyve boyu değerlerinin varyans analizi	54
Çizelge 4.20. Araştırmanın birinci yılında ölçülen meyve boyu değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması.....	54
Çizelge 4.21. Araştırmada 1993 yılında elde edilen meyve boyu değerleri (mm).....	55
Çizelge 4.22. Araştırmada 1993 yılında ölçülen meyve boyu değerlerinin varyans analizi.....	56
Çizelge 4.23. Araştırmanın ikinci yılında ölçülen meyve boyu değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması.....	56
Çizelge 4.24. Araştırmanın her iki yılında elde edilen meyve boyu değerlerinin varyans analizi	56
Çizelge 4.25. İki yıllık meyve boyu değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması	57
Çizelge 4.26. Araştırmada 1993 yılında elde edilen meyve çapı değerleri (mm).....	57
Çizelge 4.27. Araştırmada 1992 yılında ölçülen meyve çapı değerlerinin varyans analizi.....	58
Çizelge 4.28. Araştırmada 1993 yılında elde edilen meyve çapı değerleri (mm).....	58
Çizelge 4.29. Araştırmanın ikinci yılında ölçülen meyve çapı değerlerinin varyans analizi	59
Çizelge 4.30. Araştırmada 1992 yılında elde edilen meyve kuru madde değerleri (%).....	59
Çizelge 4.31. Araştırmada 1992 yılında belirlenen meyve kuru madde değerleri varyans analizi	60
Çizelge 4.32. Meyve kuru madde değerleri için tabansuyu derinliği seviyelerinde sulama suyu tuzluluğu ve sulama suyu tuzluluğu seviyelerinde tabansuyu derinliği değerlerinin % 5'e göre Duncan gruplandırması.....	61
Çizelge 4.33. Araştırmada 1993 yılında elde edilen meyve kuru madde değerleri (%).....	62
Çizelge 4.34. Araştırmada 1993 yılı için belirlenen meyve kuru madde değerleri varyans analizi	63
Çizelge 4.35. Araştırmanın ikinci yılında elde edilen meyve kuru madde değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması.....	63
Çizelge 4.36. Araştırmanın her iki yılında elde edilen meyve kuru madde değerleri varyans analizi	64
Çizelge 4.37. İki yıllık meyve kuru madde miktarı değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması	64

Çizelge 4.38. Meyvelerde toplam kül miktarı (%)	65
Çizelge 4.39. Meyvede toplam kül değerleri varyans analizi	66
Çizelge 4.40. Meyvede toplam kül değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması	66
Çizelge 4.41. Araştırmada belirlenen yaprak kuru madde miktarı değerleri (%).....	67
Çizelge 4.42. Yapraklarda kuru madde değerleri varyans analizi.....	68
Çizelge 4.43. Yaprak kuru madde değerleri için tabansuyu derinliği seviyelerinde sulama suyu tuzluluğu ve sulama suyu tuzluluğu seviyelerinde tabansuyu derinliği değerlerinin % 5 seviyesinde Duncan gruplandırması.....	68
Çizelge 4.44. Yapraklarda belirlenen toplam kül miktarı değerleri (%).....	69
Çizelge 4.45. Yapraklarda toplam kül değerleri varyans analizi.....	70
Çizelge 4.46. Yapraklarda toplam kül değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması	70
Çizelge 4.47. Araştırmada belirlenen dal kuru madde miktarı değerleri (%).....	71
Çizelge 4.48. Dal örneklerinde kuru madde miktarı varyans analizi.....	72
Çizelge 4.49. Dal örneklerinde belirlenen toplam kül miktarı değerleri (%)	73
Çizelge 4.50. Dal örneklerinde toplam kül değerleri varyans analizi	74
Çizelge 4.51. Dal örneklerinde toplam kül değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması	74
Çizelge 4.52. Araştırmada 1992 yılında ölçülen su tüketimi değerleri (mm).....	75
Çizelge 4.53. Araştırmanın birinci yılında ölçülen su tüketimi değerleri varyans analizi.....	76
Çizelge 4.54. Su tüketimi değerleri için tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması	76
Çizelge 4.55. Araştırmada 1993 yılında ölçülen su tüketimi değerleri (mm).....	77
Çizelge 4.56. Araştırmanın ikinci yılında ölçülen su tüketimi değerleri varyans analizi.....	78
Çizelge 4.57. Su tüketimi değerleri için, tabansuyu derinliği seviyelerinde, sulama suyu tuzluluğu ve sulama suyu seviyelerinde, tabansuyu derinliği değerlerinin % 5'e göre Duncan gruplandırmaları.....	79
Çizelge 4.58. Araştırmanın her iki yılında elde edilen su tüketimi değerlerinin varyans analizi	79
Çizelge 4.59. İki yıllık su tüketimi değerleri için tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları	80
Çizelge 4.60. Araştırmada kullanılan sulama sularının kimyasal analiz sonuçları.....	81

Çizelge 4.61. Deneme topraklarının kimyasal, fiziksel ve verimlilik analiz sonuçları	81
Çizelge 4.62. Araştırmada 1992 yılında belirlenen toprak tuzluluğu değerleri (dS/m).....	82
Çizelge 4.63. Araştırmada 1992 yılında belirlenen toprak tuzluluğu değerlerinin varyans analizi	83
Çizelge 4.64. Araştırmada 1992 yılında belirlenen toprak tuzluluğu için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması	83
Çizelge 4.65. Araştırmanın ikinci yılında belirlenen toprak tuzluluğu değerleri.....	83
Çizelge 4.66. Araştırmanın ikinci yılında belirlenen toprak tuzluluğu değerlerinin varyans analizi.....	84
Çizelge 4.67. İkinci yılda belirlenen toprak tuzluluğu için tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları.....	85
Çizelge 4.68. Araştırmanın birinci yılında topraklarda Ca+Mg, Na ve Cl içerikleri (me/l).....	86
Çizelge 4.69. Araştırmada 1993 yılında topraklarda Ca+Mg, Na ve Cl içerikleri (me/l)	87
Çizelge 4.70. Tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu konuları için bitki gelişme dönemlerine göre elde edilen toprak tuzluluk değerleri (dS/m).....	89
Çizelge 4.71. Tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu konularına göre farklı bitki gelişme dönemlerinde elde edilen toprak Ca+Mg içeriği değerleri (me/l)	91
Çizelge 4.72. Tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu konularına göre toprakların farklı bitki gelişme dönemlerinde elde edilen Na içeriği değerleri (me/l)	93
Çizelge 4.73. Tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluğu konularına göre toprakların farklı gelişme dönemlerinde elde edilen Cl içeriği değerleri (me/l)	94

SİMGELER DİZİNİ

%	: Yüzde
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Atm	: Basınç birimi atmosfer
BSS	: Birikimli sığ su tablası
Ca	: Kalsiyum
CaCl ₂	: Kalsiyum klorür
CaCO ₃	: Kalsiyum karbonat
Cl	: Klor
CO ₃	: Karbonat
Cu	: Bakır
D	: Tabansuyu derinliği konuları
D ₁	: Tabansuyu derinliği 30 cm olan konu
D ₂	: Tabansuyu derinliği 45 cm olan konu
D ₃	: Tabansuyu derinliği 60 cm olan konu
D ₄	: Tabansuyu bulunmayan 90 cm kök bölgesi olan konu
dS	: Desisiemens
DSY	: Değişebilir sodyum yüzdesi
EDTA	: Etilendiamintetraasetat
EC _e	: Toprak saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği
EC _{ss}	: Sulama suyu elektriksel iletkenliği
F	: F testi değeri
g/liz	: Gram olarak bir lizimetreden alınan verim
HCO ₃	: Bikarbonat
K	: Potasyum
KDK	: Katyon değiştirme kapasitesi
KO	: Kareler ortalaması
KT	: Kareler toplamı
M	: Molarite
Mg	: Magnezyum
MgCl ₂	: Magnezyum klorür
Mn	: Mangan
N	: Normalite
Na	: Sodyum
NaCl	: Sodyum klorür
P	: Olasılık yüzdesi
pH	: Hidrojen iyon konsantrasyonu (-) logaritması
ppm	: Milyonda bir kısım
PVC	: Poli vinil klorid
SAR	: Sodyum adsorpsiyon oranı
SD	: Serbestlik derecesi

SO ₄	: Sulfat
T	: Sulama suyu kalitesi konuları
T ₁	: Ec _{ss} =0.25 dS/m olan konu
T ₂	: Ec _{ss} =1 dS/m olan konu
T ₃	: Ec _{ss} =2 dS/m olan konu
T ₄	: Ec _{ss} =3 dS/m olan konu
VK	: Varyasyon kaynağı



1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacının karşılanması çözümlenmemiş bir problem olarak güncelliğini korumaktadır. 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 mümkün olmamaktadır. 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.

Ancak kalitesi iyi olmayan sular, tarım yapılabilir toprakların kısa sürede üretim dışı kalmasına neden olabilecektir. Kurak ve yarıkurak iklim bölgelerinde bu sorun daha da önem taşımaktadır. Çünkü bu bölgelerde toprakta birikebilecek tuzların yıkanması için su yetersiz, sıcaklık nedeniyle bitki su tüketimi yüksek ve çoğunlukla da doğal drenaj yetersiz kalmaktadır.

Sulama suyu kalitesinin toprağa ve bitki yetişmesine olan etkisi, toprağın kimyasal ve fiziksel özelliğine, yetiştirilen bitkinin tuza duyarlılığına, bölgenin iklim rejimine ve uygulanan sulama yöntemi, sulama aralığı ve sulama suyu miktarına bağılı olarak değişiklik gösterir (Rhoades 1972).

Ayyıldız (1990), sulama sularının içerdığı tuzların cinsi ve miktarının gerek toprak özelliklerine, gerekse bitkilerin gelişmelerine olumsuz etki ettiğini belirtmiştir. Tuzların bitki gelişmesine olan etkileri iki yönden olup birincisi, toprak eriyiğinin ozmotik basıncını artırarak toprak suyunun bitkilere elverişliliğini azaltması, ikincisi ise toprak eriyiğinde tuz konsantrasyonunun artması sonucu bitki bünyesinde çeşitli tuzların toksik miktarlarda birikmesi suretiyle 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. Sulama sularının kalitelerinin belirlenmesinde kullanılan başlıca kriterler şunlardır;

1. Eriyebilir tuzların toplam konsantrasyonları,
2. Sodyum iyonunun diğer katyonlara olan oranı,
3. Bor gibi bazı toksik olabilecek özel iyonların konsantrasyonu,
4. Bazı koşullarda kalsiyum+magnezyum konsantrasyonu ile ilgili olarak bikarbonat iyonu konsantrasyonu(Ayyıldız 1990).

Toprakta bitki gelişmesi yönünden toprak neminin optimum düzeyde tutulması istenir. Bu durum temel kültürteknik önlemleri olan sulama ve drenaj ile sağlanabilir. Toprakta denge halinde bulunan su ve hava oranı su yönünde bozulduğunda, drenaj ihtiyacı gösteren sorunlu topraklar ortaya çıkmaktadır. Anaerobik koşulların olduğu bu topraklarda fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapı bozulacağı için bitki gelişmesi yavaşlar ya da tamamen durur.

Drenaj ihtiyacı gösteren topraklar, sulama sularının iletimi ve tarlaya uygulanması sırasında oluşan su kayıpları, artezyenik sular, gereğinden fazla sulama yapılması ve başka arazilerden gelen yüzey ve yüzeyaltı sularının toprakta birikerek tabansuyunu yükseltmesi sonucu ortaya çıkarlar.

Tarımsal alanlarda değişik nedenlerle ortaya çıkan yüksek tabansuyu, tarımsal açıdan önemli zararlara neden olduğu gibi insan ve evcil hayvanların sağlığı yönünden de önem taşımaktadır. Bu durumdaki arazilerde kültür bitkilerinin yetiştirilmesi zor ve bazı hallerde imkansız olduğundan, ülke ekonomisi bakımından önemli kayıplar meydana gelmektedir (Balci 1973).

Bitkilerin gelişmeleri için gerekli suyun % 80'ini aldıkları derinlik etkili kök derinliği olarak tanımlanmaktadır. Bitkilerin normal gelişmeleri için tabansuyu düzeyinin, etkili kök derinliği altında tutulması gerekmektedir. Bitkiler, kök derinlikleri farklı olan gelişme periyotlarında, tabansuyundan farklı düzeyde etkilenirler. Gelişmenin ilk dönemlerinde kök derinliğinin az olmasından dolayı yüksek tabansuyunun bitkiye etkisi daha düşük düzeyde olmaktadır. Ancak bitkilerin kök derinliği olgunlaşma döneminde en yüksek değerine ulaştığı için bu dönemde bitkiler tabansuyundan daha fazla etkilenirler.

Yüksek tabansuyu nedeniyle toprakta ve bitkide ortaya çıkabilecek sorunlar şu şekilde özetlenebilir;

1. Islak ve fazla su içeren topraklarda kültürel işlemler zorlaşıp gecikeceğinden, bitkinin zarar görmesi ve verimin düşmesi mümkündür.
2. Toprak gözenekleri suyla dolu olduğundan uygun olmayan havalanma koşulları bitkiye zarar verir.
3. Toprak nemi fazla olduğundan buharlaşma da fazla olmakta ve güneşten gelen enerji bu şekilde kullanılarak toprağın ısınması gecikmektedir.
4. Toprakta fazla nem bulunması yabancı otların gelişmesine yardımcı olacağından mevcut kültür bitkisinin zarar görmesi mümkün olabilecektir(Balcı 1973).

Sanayileşmenin hızla artışına paralel olarak dünyadaki tüm doğal kaynaklarda kirlenmeler görülmektedir. Ülkemizde de sanayi ve diğer etkilerle yerüstü ve yeraltı su kaynaklarımızın gün geçtikçe kaliteleri kötüleşmektedir. Suları kirleten etmenlerin ortadan kaldırılmasına yönelik çalışmaların yeterince sonuç vermemesi, insanları kötü kalitedeki suları arıtarak veya arıtmadan kullanmaya zorlamıştır. Bu nedenlerle son yıllarda düşük kalitedeki suların kullanılması ile bitki ve toprak faktörlerinin nasıl etkilendiği konusundaki araştırmalar artmıştır.

Ülkemizde en çok üretilen tek 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 (Çelik 1991).

Taze biberin bazı çeşitlerinin güney illerimizde erkenci olarak yetiştirilebilmesi yanında, Orta ve Kuzey Avrupa ülkelerinin taze biber taleplerinin oldukça fazlalaşması, biberin dış ticaretimize katkılarını giderek artırmaktadır(Ekinci 1972).

Ülkemizde biber üretimi yıllar itibariyle dalgalanmalar göstermektedir. Buna neden olarak biberin hastalıklardan fazlaca etkilenen bir bitki olması ve tarımsal mücadelenin yeterince yapılamaması ile

Ülkemizde bitkisel üretim planlamasının uygulanmayışı gösterilebilir. Ülkemizde 1980-1992 yılları arasında üretilen dolmalık biber miktarı izelge 1.1’de gösterilmiştir (Anonymous 1993).

Çizelge 1.1. Ülkemizde son yıllarda dolmalık biber retimi

Yıllar	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Üretim (Bin ton)	360	375	360	400	450	490	500	500	470	525	320	350	380

Drenaj yetersizliğinden kaynaklanan yüksek tabansuyu düzeyinin, bitki gelişmesine, verimine ve kalitesine etkili olması nedeniyle, tabansuyu düzeyi-bitki verimi ve tabansuyu tuzluluğu-bitki verimi üzerinde son yıllarda yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Ülkemizin birçok yöresinde drenaj yetersizliğinden dolayı ortaya çıkan yüksek tabansuyu, özellikle kültür bitkilerinin gelişmesini, verimini ve kalitesini etkilemektedir.

Bu çalışmanın amacı, Ankara koşullarında yapay yolla elde edilmiş 4 farklı kalitedeki sulama sularının dolmalık biber yetiştiriciliğinde kullanılması durumunda bitki verim ve kalitesinde ortaya çıkabilecek değişikliklerin incelenmesi, 30 cm, 45 cm, 60 cm toprak derinliğinde bulunan tabansuyu ile tabansuyu olmayan (90 cm) koşullarda bitki verim ve kalitesinde görülebilecek değişikliklerin belirlenmesi, farklı kalitelerde su uygulamaları ve tabansuyu koşullarının toprakta tuz birikimine olan etkilerinin saptanmasıdır.

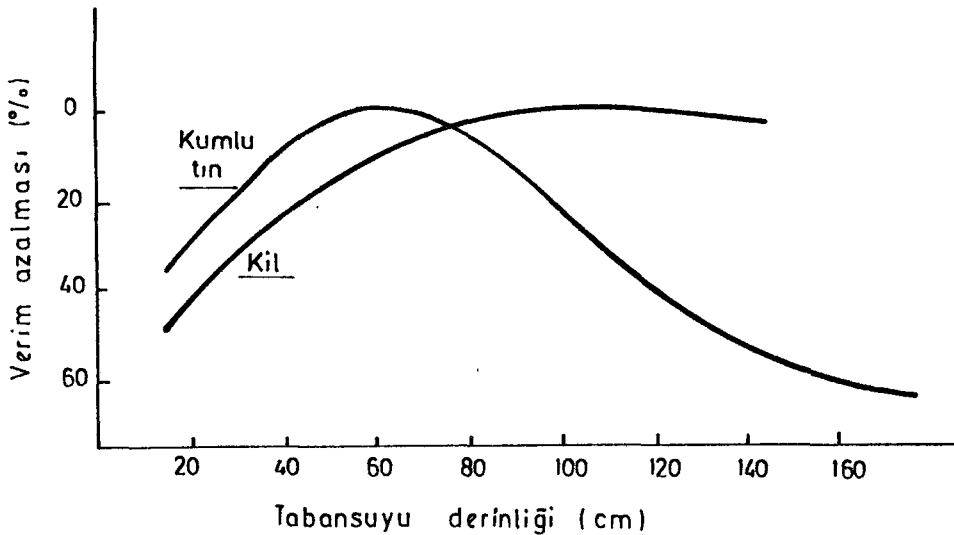
Araştırma, A.. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü serasında 1992 ve 1993 yıllarında yrtlmştir. Serada oluşturulan kolonlar halindeki drenaj tipi lizimetreler bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır.

Giriş bölümü ile başlayan ve beş bölümden oluşan çalışmada ikinci bölümde konuya ilişkin kuramsal temeller ve daha önceden yapılan çalışmalar incelenmiş, üçüncü bölümde, sera, laboratuvar ve büro çalışmalarında kullanılan materyal ile uygulanan yöntemler açıklanmış, dördüncü bölümde araştırmadan elde edilen bulgular verilerek bu bulguların çeşitli yönlerden tartışması yapılmış, beşinci bölümde araştırma sonuçları yorumlanarak getirilmeye çalışılan öneriler belirtilmiştir. Tezde ayrıca Türkçe ve İngilizce özetler ile kaynaklar listesi verilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Çoğu bitkiler, kökleri ile toprak havasındaki oksijeni alıp karbondioksit vererek solunum yaparlar. Tabansuyu düzeyinin yüksek olduğu topraklarda, boşluklar su ile dolu olduğu için hava oranı düşüktür. Ayrıca böyle topraklarda toprak havası ile atmosfer havasının yer değiştirmesi de kısıtlıdır. Sonuç olarak, oksijen eksikliği ve karbondioksitin toksik miktarlarda birikmesi nedeni ile kök gelişmesi ve köklerin bitki besin maddelerini alımı azalır. Etkili porozitenin % 5-10'un altına düştüğü durumlarda kök bölgesi havalanması yetersiz kalır. Bunun yanında kök bölgesindeki aşırı su koşullarının ne kadar uzun sürdüğü de bitki gelişmesi yönünden önemli olmaktadır. Örneğin, kök bölgesinin 2-3 günlük bir süre için su altında kalmasından gelişmiş bir bitki fazla etkilenmezken, aynı durumda genç bir bitki zarar görebilmektedir. Ayrıca iyi gelişmiş bir bitki, zayıf bir bitkiye nazaran aşırı su koşullarına daha fazla dayanabilmektedir. Sıcak hava koşullarındaki bitkiler, soğuk hava koşullarında yetişenlere göre, yüksek tabansuyundan daha fazla zarar görmektedirler. Bunun birinci nedeni yüksek sıcaklıklarda büyüme daha fazla olacağı için oksijen ihtiyacının artması, ikinci nedeni ise yüksek sıcaklıklarda oksijenin çözünürlüğünün azalmasıdır.

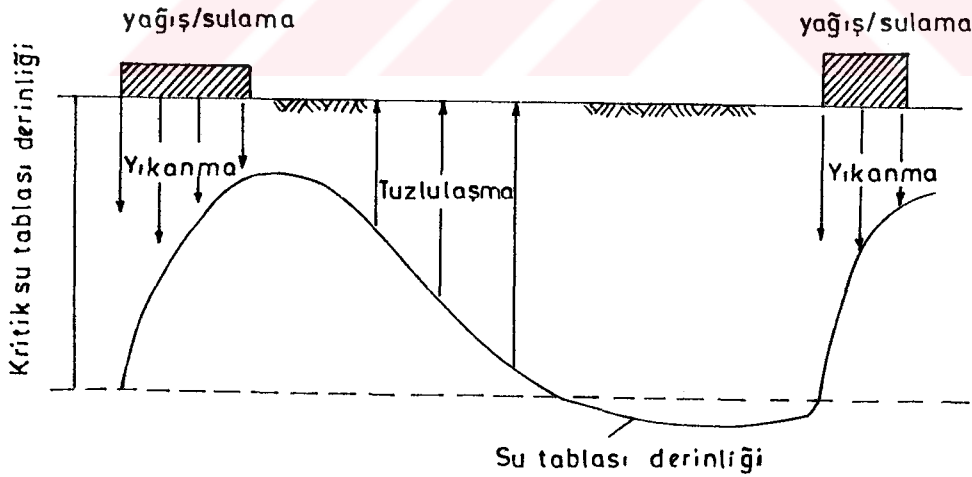
Toprak bünyesine göre, tabansuyu derinliği ile verim azalması arasındaki ilişki bitkilere ait ortalama değerler olarak Şekil 2.1'de gösterilmiştir (Smedema and Rycroft 1983).



Şekil 2.1. Toprak bünyesine göre tabansuyu derinliği-verim ilişkisi

Yüzlek tabansuyunun kök bölgesinde anaerobik koşullara neden olarak bitkinin gelişmesini kısıtlaması yanında, bitkinin köklerinin derinleşmesini önleyerek daha derinlerdeki besin maddelerinin alımını engellemesi, verim azalmasına neden olan diğer bir etki şekli olmaktadır. Normal koşullarda ekstrem değerler ihmal edildiğinde, bir tarımsal alanda drenaj sisteminin tesis edilmesiyle elde edilecek verim artışı ortalama % 10-25 civarında olmaktadır(Castle et al 1984).

Yüksek tabansuyunun diğer bir olumsuz yönü de; kök bölgesi içerisine doğru olan kapilar su hareketiyle taşınan tuzların kaynağını teşkil etmesidir. Toprak yüzeyinden oluşan buharlaşma sonucunda ortaya çıkan nem açığını karşılamak için tabansuyundan olan kapilar yükselme, tabansuyu düzeyinin düşmesine neden olur. Bu düşüş kapilar yükselmenin bittiği noktaya kadar sürer. Tabansuyunun en düşük seviyesinde toprak tuzluluğu en fazladır. Yağış ya da sulama suyunun toprağa girmesiyle tuzluluk düşerken, tabansuyu tekrar yükselmeye başlar. Tabansuyu seviyesi ile toprak tuzlulaşması arasındaki bu döngü Şekil 2.2'de gösterilmiştir(Smedema and Rycroft 1983).



Şekil 2.2. Tabansuyu düzeyi ile toprak tuzlulaşması döngüsü

Toprağa ekilen tohumun çimlenip gelişebilmesi için toprakta sıcaklık ve nemin belirli sınırlar içerisinde olması gerekmektedir. Tabansuyu seviyesinin toprak yüzeyine yakın olduğu koşullarda, toprak ıslak olduğu için daha serin olmakta ve tohumun çimlenmesi için gerekli ısı ya

sağlanamamakta ya da geç sağlanmaktadır. Buna bağlı olarak bitki gelişmesi gecikmekte ve daha kısa süren bir yetiştirme periyodu sonunda verim daha düşük olmaktadır. Feddes yaptığı araştırmalarda, ilkbahar ya da sonbaharda ekilen arpanın tohum yatağındaki 1°C sıcaklık değişiminin, arpanın yetiştirme periyoduna 10 gün etki ettiğini belirtmiştir(Castle et al 1984).

Sieben, toprak yüzeyine yakın tabansuyunun bitkilere olan olumsuz etkisini ölçütlendirmek için birikimli sığ su tablası (BSS) terimini kullanmıştır. Bu terim, belirli bir derinlik için hesaplanmakta ve bitki gelişme periyodu boyunca, tabansuyu seviyesinin bu derinliğin üzerine çıktığı gün sayısı ile gözönüne alınan bu derinliğin çarpımı olarak $cm \times gün$ şeklinde ifade edilmektedir. Birikimli sığ su tablası terimi genellikle 30 cm derinlik için belirlenmekte ve BSS₃₀ şeklinde gösterilmektedir(Carter 1987).

Anonymous (1986) tarafından, sulama mevsimi başlangıcında bitkiler için uygun olabilecek su tablası derinliği (kritik tabansuyu derinliği) tarla bitkileri ve sebzeler için 1.00 -1.20 m, meyve ağaçları için 1.20 -1.60 m olarak belirtilmiştir. Burada küçük değerler kaba bünyeli, büyük değerler ise ağır bünyeli topraklar için geçerlidir.

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).

Toprağa uygulanan sulama suları içinde bulunan tuzlar, su ile toprağa girerek kök bölgesinde birikirler. Yıkama olmadığı koşullarda profildeki tuzluluk giderek artar. Belirli bir zaman periyodunda, belirli bir toprak hacmindeki tuz içeriği Meiri and Plaut (1985) tarafından şu şekilde verilmektedir;

$$S_t = S_0 + C_i V_i - C_d V_d$$

Burada: S_t = t zamanı sonunda topraktaki tuz içeriği,

S_0 = başlangıçta topraktaki tuz içeriği,

C_i = sulama suyu tuz konsantrasyonu,

C_d = drenaj suyu tuz konsantrasyonu,

V_i = uygulanan su hacmi,

V_d = drenaj suyu hacmidir.

Eşitlikte toprağın belli bir dönem sonundaki tuz yükü görülmektedir. Eşitlik, toprağın başlangıçtaki tuz yüküne, o dönemdeki sulamalar ile taşınan tuzun eklenip, yine o dönemdeki drenajla uzaklaşan tuzun çıkarılması şeklinde tuz dengesini ifade etmektedir.

Rhoades et al (1992), kök bölgesindeki aşırı tuzluluğun, metabolik sentezi ve hücre büyümelerini kapsayan büyüme oranlarına zararlı etki ettiğini belirtmektedirler. Ayrıca bu aşırı tuzluluk transpirasyondaki azalmalar nedeni ile bitki gelişmesinde de olumsuz etkiler yaratmaktadır. Aşırı tuzluluk, stres altındaki bitkinin yaşaması için gerekli biyokimyasal ayarlamayı yapması ve kök bölgesindeki topraktan suyu alması için harcaması gereken enerjiyi artırarak bitki gelişmesini azaltmaktadır. Bitki, yaşaması için gerekli olan bu enerjide oluşan açığı büyüme ve verim için kullanacağı enerjiden sağlamakta ve böylece verimde azalmalar ortaya çıkmaktadır.

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

Çizelge 2.1. Saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliğine göre tuzluluk sınıfları

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

Van Hoorn and Van Alpen (1990), bitkilerin tuza toleransını belirlemek için oransal verim ve gerçek verim çalışmalarının yapılabileceğini belirtmişlerdir. Oransal verim, bir bitkiden tuzlu koşullar altında alınan verimin, tuzlu olmayan koşullar altında alınan verime oranı olarak belirtilmekte ve bitkilerin tuza toleransını belirlemede en uygun yol olarak önerilmektedir. Gerçek verim ise tuzlu koşullar altında yetiştirilen bitkiden birim alanda alınan verim olarak belirtilmektedir. Bitkilerin gerçek verim değerleri ile bu verimlerin ekonomik değerleri, tuzlu koşullarda bitki yetiştirirken bitki desenine etkili olmaktadır.

Bitki çeşidi ile tuzluluk toleransı arasında ilişki kurmak için seçilen parametreler, bitki büyümesi ve verimdir. Büyümenin azalması temelde kök bölgesindeki toprak eriyiğinin ozmotik basıncına bağlıdır. Topraktaki tuz dağılımı genellikle yer ve zamana bağlı olarak değişiklik gösterir. Kök bölgesinin üst kısımlarında su alımı daha fazla olduğu için bitki, kök bölgesinin üst kısmındaki tuzluluktan, kök bölgesinin alt kısmındaki tuzluluğa göre daha çok etkilenir.

Dünyanın bir çok yerinde tuzluluk ile ilgili yapılan çalışmalar farklı şartlar altında 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. Bitki verimleri ile tuzluluk arasındaki ilişki aşağıdaki eşitlikle ifade edilmektedir(Frenkel 1984, Güngör ve Erözel 1994).

$$Y=100-(EC_e-A)B$$

Burada;

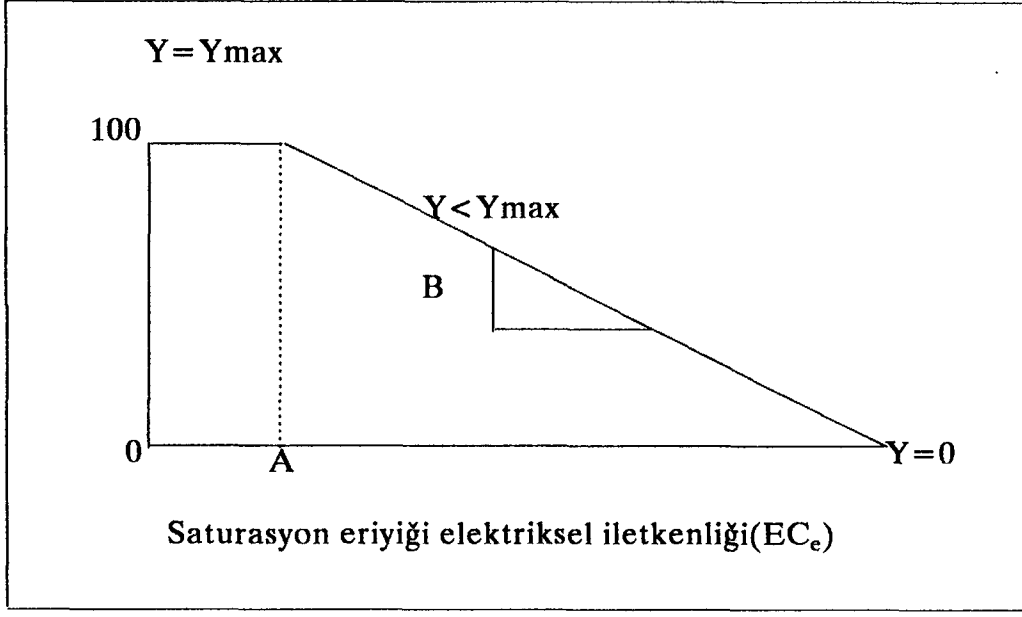
Y = oransal verim

EC_e = saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği

A = verimin ilk azalmaya başladığı elektriksel iletkenlik değeri

B = birim tuzluluk artışına karşılık gelen yüzde verim azalması

Toprak tuzluluğu ile oransal verim arasındaki ilişki Şekil 2.3'de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Toprak tuzluluğu ile verim arasındaki kuramsal ilişki(Meiri and Plaut 1985)

Toprak tuzluluğu ile verim arasındaki ilişkinin belirlenmesine yönelik araştırma sonuçlarına dayanılarak bazı bitkiler için % 0, % 10, % 25 ve %50' lik oransal verimlere karşılık gelen toprak tuzluluğu değerleri Çizelge 2.2'de verilmiştir(Frenkel 1984).

Çizelge 2.2. Bazı bitkilerde belirli oranlarda verim azalmalarına karşılık gelen saturasyon eriyiği elektriksel iletkenlik değerleri (dS/m)

Bitki çeşidi	Verim azalma oranları (%)				Dayanıklılık sınıfı
	0	10	25	50	
Pamuk	7.7	9.6	13.0	17.0	Dayanıklı
Buğday	6.0	7.4	9.5	13.0	Orta dayanıklı
Domates	2.5	3.5	5.0	7.6	Orta duyarlı
Portakal	1.7	2.3	3.2	4.8	Duyarlı

Rhoades et al (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 değişmelere neden olduğunu söylemektedirler.

Aynı araştırmacılar tuzlu suları kullanarak emniyetli bir şekilde üretim yapılabilmesi için alınabilecek bazı önlemleri şöyle belirtmişlerdir;

- Mevcut tuzlu su koşullarında yüksek verim sağlayacak bitkilerin ya da çeşitlerin seçilmesi,

- Tohum çevresinde tuz birikimini önlemek ya da en aza indirmek için özel ekim işlemlerinin uygulanması,

- Toprağın su içeriğini sürekli yüksek tutacak şekilde sık sulama yapılması ve periyodik olarak toprağın yıkanması,

- Su dağıtımında, infiltrasyonda, yıkamada ve tuzların uzaklaştırılmasında homojenliği sağlama açısından arazinin uygun şekilde hazırlanması,

- Toprağın permeabilitesinin korunmasına ve uygun kök bölgesi oluşturulmasına ilişkin özel toprak işleme yöntemlerinin uygulanması.

Bütün bitkiler tuzluluğa karşı aynı tepkiyi göstermezler. Belli bir tuzluluk derecesinde bir bitkiden verim azalması olmaksızın ürün alınabilirken, bir diğer bitkiden hiç ürün alınamayabilir. Bunun nedeni bitkilerin tuzluluğa karşı toleranslarının farklı olması, yani tuzlu topraktan su alabilmek için ozmotik ayarlamayı yapabilme yeteneklerinin farklı olmasıdır. Biber bitkisi için oransal verimlere karşılık gelen sulama suyu ve toprak saturasyon eriyiği elektriksel iletkenlikleri Çizelge 2.3'de verilmiştir (Ayers and Westcot 1989).

Çizelge 2.3. Biber bitkisinde belirli oranlarda verimin alındığı sulama suyu ve toprak saturasyon eriyiği elektriksel iletkenlik değerleri

	Oransal verim				
	%100	%90	%75	%50	%0
EC_{ss} (dS/m)	1	1.5	2.2	3.4	5.8
EC_e (dS/m)	1.5	2.2	3.3	5.1	8.6

Çelik (1991), kandil çeşidi dolma biberinde günlük, aylık ve mevsimlik su tüketimini, bitki büyüme katsayısını ve uygulanan farklı sulama programlarının bitkilerde görülen kurumlara etkisini belirlemek amacıyla bir tarla denemesi yürütmüştür. Sulama konuları arasındaki farklılığın önemli bulunduğu araştırmada, en yüksek verim ve en az bitki kuruması, kullanılabilir nemin % 40'ı tüketildiğinde sulama yapılan konuda elde edilmiştir.

Kanber vd (1980), Kahramanmaraş koşullarında phytophthora capsici mantarı ile bulaşık alanlarda azot miktarı ve sulama suyunun kırmızı biber verim ve su tüketimine etkisini araştırmak üzere üç yıl süreli bir deneme yürütmüşlerdir. Araştırmada toprağın nispeten kuru olduğu dönemde sıraya ekim yapıldığında, kontrollü su ve yeterli azot uygulandığı koşullarda phytophthora capsici mantarının neden olduğu kurumlarda % 85-90 oranında azalma olduğu belirlenmiştir.

2.1. Tabansuyu İle İlgili Çalışmalar

Oylukan ve Kuşaksızoğlu (1974), çeşitli bitkilerin su altında kalmalarının verime etkisini belirlemek üzere bir arazi denemesi yürütmüşlerdir. Araştırmada şekerpancarı, buğday, nohut, ayçiçeği, mısır bitkileri yetiştirilmiş ve bu bitkiler 3, 7 ve 15 gün süreyle ayrı parsellerde su altında bırakılmıştır. Hasat edilen ürün şahit parsel ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Sonuçta, bitkilerin zarar görmesinin, bitkinin gelişme devresine, su altında kalma süresine ve su içinde kalan kısmının derinliğine bağlı olduğu belirlenmiştir.

Alagöz, kültür bitkilerinin kök sistemlerinin kısmen veya tamamen su altında kalması ve tabansuyunun gereğinden fazla düşürülmesinin verimi

azaltacağını, hatta bitkilerin gelişmelerine uyarak tabansuyu düzeyinin ayarlanması gerekebileceğini ve böylece uygun kök gelişme ortamının yaratılacağını belirtmiştir(Yılmaz 1975).

Ghavami (1976), maksimum üretim için yeterli olacak havadar kök bölgesini belirlemek ve muz bitkisinin farklı tabansuyu seviyelerine tepkisini incelemek amacıyla bir lizimetre denemesi kurmuştur. Denemeye başlandığında 210 cm derinlikte bulunan tabansuyu 60 cm, 90 cm ve 120 cm derinlikte olacak şekilde yükseltilmiş ve ürün hasat edilene kadar 24-27 ay boyunca bu seviyelerde tutulmuştur. Su seviyesi önceden çakılmış alüminyum borular içerisine bırakılan yüzücü çubuklarla her gün ölçülmüş eksikliği su ilavesiyle, fazlalığı da drenaj ile kontrol edilmiştir. Deneme sonuçları Çizelge 2.4'de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Muz bitkisinin tabansuyu derinliğine tepkisi

Özellikler	Tabansuyuderinliği (cm)		
	60	90	120
1. Yetiştirme mevsimi uzunluğu (gün)	275	256	246
2. Salkımdaki meyve sayısı (adet)	9.3	10.1	11.5
3. Salkım ağırlığı (kg)	32.6	36.6	49.6

Benz et al (1978), kumlu-tınlı bünyeye sahip topraklarda, mısır, şekerpancarı ve yonca bitkileri üzerinde üç yıl süreli tarla denemeleri yürütmüşlerdir. Denemelerde, susuz konudan, hesaplanan sulama suyu ihtiyacının 1.5 katı su verilen konuya kadar değişen miktarlarda su uygulamaları ile üç farklı derinlikte tabansuyu bulunan konular dikkate alınmıştır. Denemelerde, sığ tabansuyu seviyesi 1.2 m, orta derinlikteki tabansuyu seviyesi 1.8 m, derin tabansuyu seviyesi 2.3 m ve daha derinde olmak üzere 4 farklı tabansuyu seviyesi dikkate alınmıştır. Su tablasının sığ olduğu ve sulama suyunun verilmediği konuda en yüksek bitki verimleri elde edilmiştir. Su tablası derinliğinin orta ve derin olduğu konularda ise uygulanan sulama suyu miktarına paralel olarak verim artmış ancak sığ tabansuyu bulunan konudaki verim düzeyine ulaşamamıştır.

Meek et al (1980), su tablası derinliği ile pamuk bitkisinin verimi ve besin maddesi alımı arasındaki ilişkiyi incelemek üzere toprak yüzeyinden 30 cm, 60 cm ve 90 cm derinlikte su tablasının bulunduğu bir tarla denemesi kurmuşlardır. Su tablası derinliği yüzeyaltı drenlerine su verilerek kontrol edilmiştir. Denemede toprak havalanması, bitki su ilişkileri, pamuk tohum verimi ve besin maddesi alımı ölçülmüştür. 90 cm derinlikte tabansuyu olan konuda diğer konulara göre osmotik potansiyel daha yüksek bulunmuştur. Su tablası derinliğinin 30 cm'den 90 cm'ye artmasıyla yaprak ve dallardaki azot (N), kalsiyum (Ca), potasyum (K) ve bakır (Cu) konsantrasyonları artmış buna karşılık fosfor (P), magnezyum (Mg), sodyum (Na) ve klor (Cl) konsantrasyonları azalmıştır. Optimum su derinliği 90 cm ve daha derin bulunmuştur. Tabansuyu derinliği 30 cm ve 60 cm olan konulardaki tohum verimi azalması sırasıyla % 43 ve % 25 olmuştur.

Doering et al (1982), mısır ve şekerpancarı bitkileri için uygun dren derinliğinin belirlenmesi amacıyla tabansuyu derinliği-verim ilişkisi üzerinde bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma sonunda hem mısır hem de şekerpancarı için, tabansuyunu toprak yüzeyinden itibaren 1 m'den daha yukarıya çıkarmayan derinlik, en uygun dren derinliği olarak belirlenmiştir.

Cannell and Belford (1982), İngiltere'de yetiştirilen buğday ve bezelye bitkileri için uygun tabansuyu seviyesinin ve bu bitkilerin tabansuyuna dayanabildikleri sürenin belirlenmesi amacıyla lizimetre çalışması yapmışlardır. Tabansuyu seviyesinin yetiştirme mevsimi boyunca 50 cm derinlikten daha yukarı çıkmadığı durumda, drenaj sisteminin kurulmasına gerek olmadığını belirtmişlerdir. Çalışma sonunda yüksek tabansuyu seviyesine buğdayın 4-5 gün, bezelyenin ise 2 gün dayanabildiği görülmüştür. Sonuç olarak tabansuyu seviyesinin toprak yüzeyinden 50 cm'lik derinliğin üzerine çıktığı yörelerde, tabansuyu seviyesini bezelye için 2 gün, buğday için 4-5 gün içinde 50 cm'lik derinlikten daha aşağı düşürecek drenaj sisteminin kurulması önerilmiştir.

Bahçeci (1982), farklı düzeylerdeki tabansuyunun Aslım merasında yetişen bazı çayır-mera bitkileri verimine ve toprakların tuzluluğuna olan etkilerini araştırmıştır. Araştırmada gazal boynuzu, yüksek çayır yumağı ve çorak çimi bitkileri tabansuyu derinliğinin 40, 60, 80 ve 110 cm derinde olduğu koşullarda yetiştirilmiştir. Deneme sonuçlarının istatistiksel

değerlendirmesinde elde edilen verimler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Shih and Asce (1983), toprak yüzeyinden olan buharlaşma miktarının farklı tabansuyu derinliklerine göre değişimini, standart buharlaşma kabı değeriyle karşılaştırmalı olarak lizimetreler vasıtasıyla incelemişlerdir. Araştırma sonunda tabansuyu derinliğinin toprak yüzeyinden olan buharlaşma miktarını önemli ölçüde etkilediği bulunmuştur. Tabansuyu derinliğinin 8 cm olduğu konudaki buharlaşma değeri, standart buharlaşma kabı değerine göre ortalama % 14'den daha düşük bir değere sahipken, tabansuyunun 38 cm'de olduğu konuda standart buharlaşma kabı değerinden % 26 oranında daha az buharlaşma meydana gelmiştir.

Yıldırım (1985), lizimetrelerde farklı tabansuyu düzeylerinin şekerpancarı gelişimi ve verimi üzerindeki etkilerini araştırmak üzere bir deneme yürütmüştür. Denemede 45, 70, 95 ve 120 cm derinlikte tabansuyu bulunan konular ile tabansuyu bulunmayan bir kontrol konusu ele alınmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, şekerpancarı kök ve şeker verimleri arasında istatistiksel yönden önemli bir farklılığın oluşmadığını ortaya koymuştur.

Geohring and Steenhuis (1987), farklı dren aralıklarının, mısır, yonca ve karışık yetiştirilen yem bitkilerinin verimlerine olan etkileri ile optimum dren aralıklarının belirlenmesi üzerine yaptıkları araştırmada verim (V) ile dren aralıkları (L) arasındaki ilişkiyi, mısır için $V=8.25-0.0228.L$, yonca için $V=6.45-0.0393.L$ ve yem bitkileri için $V=10.65-0.0371.L$ olarak bulmuşlardır. Birikimli sığ su tablası (BSS_{30}) değerleri ile verim arasındaki ilişkiyi ise mısır için $V=8.18-0.0057.BSS_{30}$, yonca için $V=5.81-0.0038.BSS_{30}$ ve yem bitkileri için $V=10.22-0.0034.BSS_{30}$ olarak bulmuşlardır.

Carter (1987), toprakaltı drenajı ile şeker kamışı verimi arasındaki ilişkiyi incelemek üzere bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada 4 ha'lık deneme alanına 10 cm çaplı ve toplam 290 m uzunluğundaki drenler 1.20 m derinlikte 24, 36 ve 48 m aralıklarla yerleştirilmiştir. Denemede birikimli sığ su tablası değerleri ile verim karşılaştırılmıştır. Sonuçta ilişki $V(t/ha)=119.1-0.28.BSS_{45}$ olarak bulunmuştur. Şeker verimi ilişkisi ise $V(kg/ha)=9684.9-1.845BSS_{45}$ şeklinde elde edilmiştir.

Avcı ve Mavi (1987), drenaj tesislerinin projelendirilmesinde gerekli, bitki kök bölgesindeki fazla suyun uzaklaştırılması için en uygun sürenin belirlenmesi amacıyla, buğday bitkisi için bir lizimetre denemesi kurmuşlardır. Denemede, sulamalardan sonra toprak yüzeyine kadar çıktığı varsayılan tabansuyunun 2 günde, 4 günde, 6 günde ve 8 günde 90 cm derinliğe düşürüldüğü konular üzerinde çalışılmıştır. Ancak yapılan çalışmada istatistiksel yönden değerlendirilebilecek sonuçlar elde edilememiştir.

Torres and Hanks (1989), su tablası derinliğinin bitki su tüketimine etkisini araştırmak üzere serada bir deneme kurmuşlardır. Siltli killi tın ve ince kumlu tın bünyeye sahip topraklarda 50, 100 ve 150 cm sabit derinlikte tabansuyu oluşturulmuştur. Ayrıca tabansuyundan yukarı doğru olan akışın, bitki su tüketiminin ne kadarını oluşturduğunu belirlemek amacıyla bir de model deneme kurulmuştur. Lizimetrelerde yapılan bu araştırma sonuçları model deneme sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Siltli killi tın bünyeye sahip topraklarda 50, 100 ve 150 cm derinlikteki tabansuyundan yükselen suyun bitki su tüketimindeki payı sırasıyla % 90, % 41 ve % 7 olmuştur. Modelde bulunan sonuçlar ise sırasıyla % 89, % 45 ve % 6 olmuştur. İnce kumlu tınlı bünye için aynı değerler lizimetrede sırasıyla % 92, % 31 ve % 9 olurken model denemede % 99, % 29 ve % 11 bulunmuştur.

Nwadukwe et al (1989), sulama aralığı ve su tablası derinliğinin domates bitkisi kök gelişimi ve verimine etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada 100 cm'den derin ve 60 cm'den sığ olmak üzere iki su tablası derinliği ve haftada bir, 2 haftada bir ve 3 haftada bir olmak üzere 3 sulama aralığı konusu uygulanmıştır. Kök yoğunluğu, kök derinliği ve domates verimi, tabansuyunun derin olduğu konuda sığ tabansuyu bulunan konuya göre daha yüksek bulunmuştur. Haftada bir sulanan ve derin su tablasının bulunduğu konuda kök yoğunluğu ve verim açısından en yüksek değerler elde edilmiştir. Sığ su tablası bulunan konular arasında en yüksek verim 2 haftada bir sulanan konuda elde edilmiştir. Kök uzunluk ve yoğunluğu ile meyve verimi arasında önemli ve artan istatistiksel bir ilişki bulunmuştur.

Balaban vd (1989), bazı kültür bitkilerinde tabansuyu düzeyi-verim ilişkileri üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Buğday, mısır, pamuk, şeker pancarı, patates ve yonca bitkilerinin ele alındığı çalışmada, ülkemizde

değişik araştırmacılar tarafından elde edilen tabansuyu düzeyi verim ilişkileri istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçta verim azalmasına neden olmayacak tabansuyu düzeyleri, buğday için 140 cm, patates ve yonca için 100 cm, mısır ve pamuk için 90 cm ve şeker pancarı için ise 80 cm olarak belirlenmiştir.

Vande Goor, kaba bünyeli topraklarda kapilarite ile su yükselmesinin ince bünyeli topraklara göre daha az olduğunu belirtmiş ve tabansuyunun kaba bünyeli topraklarda 40-80 cm derinlikte, ince bünyeli topraklarda ise 60-80 cm derinlikte olduğu koşulda çayırdan en yüksek verim alındığını bildirmiştir(Yıldırım 1989).

Balaban vd (1989), bildirdiğine göre; Oğuzer, 60, 90, 120 ve 150 cm derinlikte tabansuyu olacak şekilde lizimetrelerde pamuk bitkisi yetiştirmiş ve en yüksek verimi tabansuyu düzeyinin 60-90 cm arasında tutulduğu koşulda elde etmiştir.

Yıldırım (1989), değişik tabansuyu seviyelerinin yoncanın gelişimine ve verimine etkisini araştırmak üzere bir lizimetre denemesi yürütmüştür. Denemede tabansuyunun toprak yüzeyinden itibaren derinlikleri 45 cm, 70 cm, 95 cm, 120 cm ve 150 cm olarak alınmıştır. Denemeden alınan verimler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve tabansuyu seviyesinin 120, 95, 70, 150 ve 45 cm olduğu derinliklerde verim büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Tabansuyu derinliği-verim ilişkisi eşitliği $\hat{Y}=867.49+186.31x-0.86x^2$ olarak bulunmuştur.

Bahçeci (1992), şeker pancarı için drenaj kriterlerinin belirlenmesi amacıyla, sulamalardan sonra toprak yüzeyinde bulunan tabansuyunun 3, 6, 9, 12 ve 15 günde 90 cm derinliğe düşürülmesi konularından oluşan bir lizimetre denemesi kurmuştur. Denemede, tabansuyunun kök bölgesinden 3 günde uzaklaştırıldığı konuda en yüksek verim alınmasına karşılık, konular arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Bu duruma, lizimetrelerdeki su düzeyinin sürekliliğini sağlamada uygulanan devamlı akış halindeki suyun bitki köklerinin havasızlıktan çürümesini önleyici etki yapmış olabileceği gerekçe gösterilmiştir.

Beyazgül vd (1993), pamuk yetiştirilen alanlarda su tablasının toprak yüzeyinden 90 cm derine düşürülme süresini kararlı akış koşullarında belirlemek üzere 2 m²'lik lizimetrelerde deneme yürütmüşlerdir. Denemede,

ilk yıl tabansuyunun toprak yüzeyinden 90 cm derinliğe düşürülmesi için 2, 3, 4, 5 ve 7 gün olmak üzere beş konu, ikinci ve üçüncü yıllarda ise 3, 6, 9 ve 12 gün olmak üzere dört konu uygulanmıştır. Deneme sonuçları açısından yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde konular arasında önemli bir farklılık göstermezken Duncan test sonucuna göre; 3 ve 6 günlük konular birinci, 9 günlük konu ikinci ve 12 günlük konu üçüncü grupta yer almıştır.

2.2. Tuzluluk İle İlgili Çalışmalar

Ehlig et al (1968), toprak tuzluluğunun biber bitkisi su potansiyeline ve transpirasyonuna olan etkilerini incelemek üzere bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada ozmotik potansiyel -2 bar olacak şekilde tuzlulaştırılmış sularla sulama yapılmıştır. Bitkiler, toprağın toplam su potansiyeli -16 bara düşünceye kadar sulanmamış ve yaprak su potansiyeli, ozmotik potansiyel, turgor potansiyeli ve transpirasyon oranı değerleri ölçülmüştür. Buna göre tuzlu ve tuzlu olmayan koşullarda matrik potansiyel açısından bir farklılık gözlenmezken toplam su potansiyeli açısından aynı neme sahip topraklarda, tuzlu koşullarda daha düşük toprak su potansiyeli gözlenmiştir. Aynı miktarda nem içeriği olan topraklarda transpirasyon değeri, tuzlu su uygulanan topraklarda iyi kalitede su uygulanan topraklara göre daha düşük olmuştur.

Bahçeci (1982), Konya Ovası ana tahliye kanalı sularının toprak üzerine etkisini saptamak amacıyla bir laboratuvar çalışması yapmıştır. Araziden 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 ve 80-100 cm derinliklerden alınan topraklar 8 cm çaplı PVC borulara yerleştirilerek deneme seti oluşturulmuştur. Elektiriksel iletkenliği 5.2 dS/m olan tahliye kanalı suyu toprak kolonlara 100, 200, 300, 400 cm derinliklerinde uygulanmıştır. Her konuda toprakta tuz birikimi ortaya çıkmış ama bu birikim bitkilere zararlı düzeye kadar çıkamamıştır. Ayrıca analiz sonuçlarından özellikle 300 ve 400 cm derinliğinde su uygulanan konularda toprakta yıkanma olduğu anlaşılmıştır. Topraktaki tuz ve değişebilir sodyum yüzdesindeki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Nerson and Paris (1984), dört farklı kavun çeşidi için, beş farklı kalitede sulama suyu uygulandığı koşullarda çimlenme, gelişme ve verimlerindeki değişimleri araştırmak üzere tarla parsellerinde bir deneme kurmuşlardır. Çimlenme, çıkış dönemleri ile vegetatif gelişme döneminin

başlangıcına kadar, damıtık su, 5000, 7500, 10000 ve 15000 mg/l NaCl konsantrasyonlarında sulama suları kullanılmıştır. Olgunlaşma ve hasat dönemleri için ise 3000 ve 6000 mg/l konsantrasyonuna sahip, ağırlıkça 1:1 oranında NaCl ve CaCl_2 katılmış tuzlu sular ile sulamalar yapılmıştır. 10000 ve 15000 mg/l konsantrasyonuna sahip sular dört çeşit için de çimlenmede azalma yaratmıştır. Tuzluluğun artışına paralel olarak verimlerde istatistiksel yönden önemli olmayan azalmalar görülmüştür. Ancak çeşitler arasındaki verim farklılıkları önemli bulunmuştur.

Keck et al (1984), sulama suyu kalitesinin ve su stresinin yoncanın gelişmesi ve azot fiksasyonuna etkisini araştırmak üzere faktöriyel düzende bir sera denemesi yürütmüşlerdir. Denemede, sulama suyu elektriksel iletkenlik değerleri 1.0, 3.0 ve 9.0 dS/m alınırken her sulamada uygulanan su miktarları 2.3, 4.7 ve 7.0 cm olarak alınmıştır. Tuzlu ve kısıtlı su uygulamaları çiçeklenme döneminden itibaren yapılmıştır. Bitkilerin kök kısmı her iki uygulamadan da etkilenmezken toprak üstü aksamının gelişmesi tuzluluktan önemli derecede etkilenmiştir. Su stresinin yüksek olduğu konularda verimde tuzluluğun etkisi gözlenmezken su kısıtının olmadığı konularda artan tuzluluğa bağlı verim azalmaları görülmüştür. Tuzluluktan dolayı ilk biçimde fazla bir verim farklılığı gözlenmezken üçüncü biçimden itibaren tuzluluğun artmasına karşılık belirgin bir verim azalması gözlenmiştir.

Howel et al (1984), pamuk bitkisinin tuzluluğa karşı tepkisini belirlemek amacıyla bitki su stresi göstergelerinin değerlendirildiği bir tarla denemesi kurmuşlardır. Denemede tuzlu koşullar, sulama suyu kalitesine göre oluşturulmuş ve sulama suyu olarak elektriksel iletkenliği 17, 27, 32 ve 38 dS/m olan sular kullanılmıştır. Uygulanan sulama suları elektriksel iletkenliklerinin artmasıyla yaprak difüzyon direnci artmış, yaprakların su içerikleri azalmış ve bitki su stresinde artış gözlenmiştir. Denemede bitki su stresine bağlı olarak pamuk verimi ilişkisi çıkarılmıştır. Sulama suyu elektriksel iletkenliğinin artmasıyla artan bitki su stresi verimde azalmalara neden olmuştur.

Miyamoto et al (1985), karık sulamanın uygulandığı tuzlu topraklarda yetiştirilen kırmızı biber, havuç, domates ve kauçuk bitkilerinin çimlenme ve çıkışlarını incelemek üzere bir sera denemesi yürütmüşlerdir. Denemede petri kaplarında çimlenme için 0.8 dS/m ile 32 dS/m arasında

elektriksel iletkenliğe sahip Na:Ca+Mg oranı 2:1 civarında olan su kullanılmıştır. Çimlenen tohumlar 13 cm çaplı 11.5 cm derinlikte 2.1 kg'lık kaplara aktararak çıkışları izlenmiştir. İnce tınlı kumlu bünyeye sahip topraklarla dolu olan bu kaplarda sulamalar alttan yapılmış ve sulama suyu elektriksel iletkenliği 0.8 dS/m ile 7.6 dS/m arasında olan çeşitli konular uygulanmıştır. Denemede sonuç olarak, sulama suyu tuzluluğunun artmasına paralel olarak bütün bitkiler için çimlenme ve çıkış oranı azalmış, belli bir oranda çıkışın olabilmesi için gereken süre artmıştır. Kırmızı biber için sulama suyu elektriksel iletkenliği 25 dS/m'ye kadar % 80 çimlenme olurken, sulama suyu elektriksel iletkenliği 32 dS/m olan konuda çimlenme olmamıştır. Yine kırmızı biberde sulama suyu elektriksel iletkenliğinin 0.8, 2.3, 4.3, 6.4 ve 7.6 dS/m olan değerlerine karşılık gelen çıkış oranları sırasıyla % 82, % 75, % 73, % 55 ve % 25 olmuştur.

Meiri and Plaut (1985), tuzlu koşullar altında verim azalmasını en aza indirmek, kök bölgesi tuzluluğunun kontrolü ve ürüne gelebilecek hasarın azaltılması gibi üç konu üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada, kök bölgesinin tuzluluk kontrolü için sık aralıklarla yıkanmasının, sulama ile seyrek yıkamaya göre daha etkili olduğunu görmüşlerdir. Toprak veya sulama suyu tuzluluğu çok yüksek olduğunda tarla düzeyinde ürünün tamamen kurtarılmasının ancak tuza çok dayanıklı bir bitki söz konusu olduğunda mümkün olabileceğini belirtmişler, ayrıca bitkilerin tuz toleransının farklı işletmecilik koşulları altında bir miktar değişim gösterebileceğini vurgulamışlardır.

Lal (1985), tarla bezelyesinin farklı gelişme dönemlerinde kök bölgesi tuzluluğunun tohum verimine etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yapmıştır. Araştırmada, toprak saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği 0.4, 4 ve 8 dS/m olacak şekilde kök bölgesine NaCl ve CaCl₂ karışımı ağırlıkça 1:1 oranında olacak şekilde verilmiştir. Bu farklı tuzluluk dozları ekimden itibaren 20, 40, 60 ve 80 gün sonra olmak üzere uygulanmıştır. Bu dönemler ekim, çimlenme ve çıkış, vegetatif gelişme ve generatif gelişme devrelerine karşılık gelmektedir. Deneme sonunda tuzlu olmayan koşula göre elektriksel iletkenliğin 4 ve 8 dS/m olduğu konularda sırasıyla ortalama % 15 ve % 64 verim azalması görülmüştür. Farklı dönemlerdeki tuzlu koşulların verime etkisi daha az önemli olmakla birlikte, tuzlu koşulların gelişme periyodunda geciktirilmesi ile verimde artışlar gözlenmiştir. Elektriksel iletkenliğin 8 dS/m olduğu konuda kontrole oranla

% 40 daha az çiçek görülürken, 4 dS/m olan konuda bu oran sadece % 10 olmuştur. Ayrıca tuzluluğun fazla olduğu konuda çiçekler daha çabuk meyve bağlamış ve toplam yetiştirme periyodu 15 gün erken bitmiştir.

West et al (1986), orta derecede tuza dayanıklı olan bezelye bitkisinin (*Vigna Unguolata* L.) tuzluluk, fotosentez ve su ilişkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, yıkama ihtiyacını da belirlemek üzere tarla denemesi kurmuşlardır. Denemede 1350 mg/l tuz konsantrasyonuna sahip sulama suları, yıkama ihtiyacı 0.17, 0.13, 0.09, 0.07, 0.04 ve 0.02 olacak şekilde uygulanmış ve karbondioksit özümlemesi, yaprak dirençleri, yaprak su potansiyeli ve ozmotik potansiyel değerleri ölçülerek karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; azalan yıkanma oranlarında karbondioksit özümlemesi ve yaprak direnci önemli ölçüde azalmıştır.

Miyamoto et al (1986), tuzlu sularla yapılan sulamaların, toprak tuzluluğu, fındık bitkisi gelişimi ve fındık verimine olan etkilerini incelemek üzere bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada 1.1 dS/m ve 4.3 dS/m elektriksel iletkenliğe sahip farklı iki kalitede su kullanılmıştır. Dört yıllık araştırma sonunda daha tuzlu olan su ile sulanan bitkilerde diğer bitkilere oranla sürgün uzunluğu % 24, gövde çapı % 18, fındık verimi % 32, fındık boyutları ise % 15 oranlarında azalma göstermiştir. Yıkama ihtiyaçları ise 1.1 dS/m ve 4.3 dS/m elektriksel iletkenliğe sahip sular için sırasıyla % 13 ve % 37 olarak bulunmuştur.

Bajwa et al (1986), tuzlu suyla yapılan sulamaların toprak tuzluluğu ve bitki verimi üzerine etkilerini araştırmak üzere on yıl süreli bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada elektriksel iletkenliği 3.2 dS/m, sodyum adsorbsiyon oranı 21 ve kalıcı sodyum karbonat değeri 4 ml/l olan sulama suyu kullanılmış ve çeltik-buğday ile mısır-buğday rotasyonları uygulanmıştır. Sulama suları jips ilave edilen ve edilmeyen konular olmak üzere iki şekilde uygulanmıştır. Ayrıca normal sulama suyunun % 50'si kadar fazla suyun verildiği bir konu ile tuzlu ve tuzlu olmayan suların sıra ile verildiği diğer bir konu uygulanmıştır. Araştırmanın ilk beş yılında toprak tuzluluğu birden yükselerek sulama suyu tuzluluğuna kadar gelmiş fakat sonraki beş yılda fazla değişmemiştir. Tuzlu su uygulamaları toprağın pH'sını ve sodyum içeriğini artırmış, mısır, çeltik ve buğday veriminde azalmalara neden olmuştur. Jips uygulaması profilden sodyumu uzaklaştırmış, pH'yı düşürmüş,

toprağın infiltrasyon hızını artırmış ve bitki verimlerini yükseltmiştir. Sırasıyla tuzlu ve iyi kalitede su uygulamanın faydalı olmasına karşılık % 50 fazla su uygulaması yıkama ihtiyacını karşılamadığından toprak tuzluluğunu kontrol edememiş ve düşük verim alınmıştır.

Shalhevet and Hsiao (1986), kontrollü şartlar altında pamuk ve biber bitkisi için tuzluluk ve su stresinin, ozmotik ayarlama, asimilasyon, terleme ve bitki gelişmesi üzerine yaptığı etkiyi araştırmışlardır. Birbirine eşit miktarlarda su ve tuz stresi yaratıldığında bitki yaprak suyu potansiyeli, su stresi yaratılan ortamda tuz stresi yaratılan ortama göre daha düşük bulunmuştur. Birbirine eşdeğer olarak oluşturulan tuz ve su stresi konularında toprak suyu potansiyeli, tuzluluk konusunda su stresi konusuna göre daha yüksek bulunmuştur. Yapraktaki şekerlerin oranı ise su stresi uygulanan konuda, tuz stresi uygulanan konuya göre daha yüksek bulunmuştur.

Dinar et al (1986), iki farklı kalitede sulama suyunun bulunduğu alanlarda optimum verim elde edilebilmesi için uygulanabilecek karışım oranları üzerinde bir model çalışması yapmışlardır. Çalışma, yulaf, marul ve pamuk bitkileri üzerinde yapılmıştır. Bitkilerin verimleri, maksimum verim % 100 olacak şekilde oransal olarak değerlendirilmiştir. Kullanılan sulama suyu elektriksel iletkenlik değerleri ise 4.6 ve 11.0 dS/m olarak belirlenmiştir. Çalışmada, tuzlu ve tuzlu olmayan suların farklı karışım oranları için eşdeğer verim eğrileri elde edilmiş ve bu eğrilere göre teknik ve ekonomik yönden uygun oranlar belirlenmiştir. Araştırmada farklı kalitedeki su karışımları, bazı bitkilerin tuza dayanım özellikleri ve sulama suyu ücretlerine bağlı olarak her koşulda önerilmemektedir. Sonuç olarak farklı kalitedeki suların karıştırılmasının ekonomik ve teknik yönden uygunluğu, sulama suları elektriksel iletkenliğinin azalmasıyla, bitkilerin tuza dayanımının artmasıyla ve düşük kaliteli su ücretinin iyi kaliteli su ücretine oranının azalmasıyla artmaktadır.

Campbell et al (1986), sulama ve gübreleme uygulamaları ile birlikte, eriyebilir tuzların fasulye verimine etkilerini incelemek üzere bir sera denemesi kurmuşlardır. Denemede 2, 4 ve 8 günde bir olmak üzere 3 farklı aralıkta sulama uygulamaları yapılmıştır. Sulama suları musluk suyuna NaCl ve CaCl₂ katılarak elektriksel iletkenlikleri 0.5, 4 ve 8 dS/m olacak şekilde üç farklı kalitede hazırlanmıştır. Araştırmada sulama suyu tuzluluğu ve sulama

aralığı, verimi önemli ölçüde etkilemiştir. Bütün tuzluluk konularında sulamaların sıklaşması verimi artırmıştır.

Vinten et al (1986), tuzlu suyla sulanan domates bitkisinin verimini, su tüketimini ve yıkama ihtiyacını belirlemek üzere kumlu tınlı topraklardan oluşan küçük tarla parsellerinde, elektriksel iletkenliği sırasıyla 1.1, 5.9 ve 8.1 dS/m olan sulama suları yedi farklı sulama derinliği şeklinde uygulanmıştır. Sulama sularının tuzluluğuna bağlı olarak kök bölgesi toprak tuzluluğu da artmış, dolayısıyla verimde azalmalar olmuştur. Elektriksel iletkenliği 8.1 dS/m olan sulama suyunun uygulandığı konudan elde edilen verim elektriksel iletkenliği 1.1 dS/m olan suyla sulanan konuya göre % 43 daha az olmuştur.

Hoffman et al (1986), farklı kalitelerde sulama sularını, yağmurlama sulama ve yüzeyaltı sulama yöntemlerine göre uygulamışlar, yıkamanın yeterli olduğu ve yeterli olmadığı durumlar için mısır verimindeki değişimleri incelemişlerdir. Mısır için kritik değer olan 3.7 dS/m değerine göre yıkama yapılan ve yağmurlama sulama yönteminin uygulandığı konuda sulama suyu elektriksel iletkenliği 2 dS/m değerine kadar kayıpsız verim alınmıştır. Yıkamanın yeterli yapıldığı ve yüzeyaltı sulama yöntemi uygulandığı durumda sulama suyu elektriksel iletkenliği 1.5 dS/m değerine kadar kayıpsız verim alınmış, fakat yıkamanın yeterli yapılmadığı durumda tuzlu olmayan su kullanımında bile verim kayıpları olmuştur.

Miyamoto et al (1986), kauçuk, havuç, biber ve domates bitkileri üzerinde farklı kalitede sulama suyu uygulandığında ve hava sıcaklığının iki farklı değerde olduğu durumda çimlenme ve fide oluşumu üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Hava sıcaklığının yüksek olması çimlenme ve fide oluşumunu azaltmıştır. Sulama suyu elektriksel iletkenliğinin artması da çimlenme ve fide oluşumunu düşürmüştür. Sulama suyu elektriksel iletkenliğinin 1 dS/m olduğu konuda çimlenme ve fidedeki kayıp % 2-3 civarındayken, 20 dS/m olduğu durumda kayıp oranları kauçukta % 95, havuçta % 85, domatesten % 20 ve biberde % 10 civarında olmuştur.

Pasternak et al (1986), farklı elektriksel iletkenlik değerine sahip sularla sulanan domates bitkisinin verimindeki değişmeyi araştırmışlardır. Çalışmada kontrol olarak elektriksel iletkenliği 1.2 dS/m olan su ve bunun yanında elektriksel iletkenliği 4.5 dS/m ve 7.5 dS/m olan sular kullanılmıştır.

Sulama suyu elektriksel iletkenliği 1.2 dS/m'den 4.5 dS/m'ye çıkmasıyla, verimde azalma olmuş ama bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Fakat elektriksel iletkenliğin 7.5 dS/m olduğu konuda kontrole göre % 60 verim azalması elde edilmiştir.

Subba et al (1987), kumlu tın bünyeye sahip topraklarla kaplı bir alanda, sulama suyu tuzluluğunun domates bitkisi gelişimine ve verimine etkisini araştırmışlar ve artan miktarlardaki tuzluluğun bitki gelişmesini ve verimini önemli ölçüde etkilediğini bulmuşlardır. 6 dS/m'lik elektriksel geçirgenliğe sahip sulama suyunun verimde % 50 azalma oluşturduğunu gözlemişlerdir.

Hoffman et al (1988), farklı bitki yoğunlukları ve farklı kalitede sulama sularının uygulanması koşullarında, kauçuk bitkisi verimini incelemek üzere tarla denemesi kurmuşlardır. Denemede bitki yoğunluğu açısından hektara 28000, 56000 ve 84000 bitki olmak üzere üç konu ve sulama suyu kalitesi açısından 1.2, 3.2, 6.5 ve 9.4 dS/m olmak üzere dört konu belirlenmiştir. Denemede, verimin azalmaya başladığı toprak saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği, 7.5 dS/m olarak bulunmuştur. Bu değerden sonra her 1 dS/m artış değer için kauçuk üretiminde % 6.1'lik bir azalma olmuştur. Hem tuzluluktaki artış hem de bitki yoğunluğundaki artış verimi azaltmıştır. Fakat tuzluluk-bitki yoğunluğu interaksyonu önemli bulunmamıştır.

Maas et al (1988), kauçuk bitkisine farklı kalitelerde sulama suları uygulayarak kuru madde, kauçuk ve reçine verimlerindeki değişmeleri incelemişlerdir. Uygulanan sulama suları NaCl ve CaCl₂'n ağırlıkça 1:1 oranında karıştırılması ve suda eritilmesi ile elde edilmiştir. Sulama suları elektriksel iletkenlikleri 0.8, 1.4, 3.0, 6.0, 9.0 ve 12.0 dS/m olacak şekilde ayarlanmıştır. Deneme sonunda sulama suyu elektriksel iletkenliğinin artışına karşılık verimlerde azalmalar gözlenmiştir. Verimde azalmanın ilk görüldüğü değerler kuru madde için 8.7 dS/m, kauçuk için 7.8 dS/m ve reçine için 8.7 dS/m olmuştur. Sulama suyu elektriksel iletkenliğindeki 1 dS/m'lik artışa karşılık verimlerdeki azalmalar ise sırasıyla % 11.6, % 10.8 ve % 11.5 olarak bulunmuştur.

Hoffman et al (1989), olgun erik ağaçlarının tuza toleransını belirlemek amacıyla sulama suyu elektriksel iletkenliğinin 0.3, 1.0, 2.0, 4.0,

6.0 ve 8.0 dS/m olduğu 6 konulu bir deneme yürütmüşlerdir. Denemenin başlatıldığı yıl verimde bir azalma görülmezken, ikinci yıl en fazla tuzluluk uygulanan sulama suyu elektriksel iletkenliği 8.0 dS/m olan konuda verim yarıya inmiş, meyve sayısı % 40 azalmış ve meyveler küçülmüştür. İkinci yıl sonunda 6.0 ve 8.0 dS/m'lik sulama suyu uygulanan bitkilerdeki aşırı zararı engelleyebilmek için iyi kalitede su uygulanması zorunlu görülmüştür. Toprak saturasyon eriyiğı elektriksel iletkenliğine bağı verim ilişkisi $Yr=100-31(EC_e-2.6)$ olarak elde edilmiştir. İlişkiden, verimde ilk azalmanın olduğı değer 2.6 dS/m ve bu değerden itibaren her birim tuzluluk artışına karşılık % 31'lik bir verim azalmasının olduğı görülmektedir.

Warrick (1989), bir çok araştırmacının su-verim ilişkisi ve tuzluluk-verim ilişkisi şeklinde yaptıkları çalışmaları bir model çerçevesinde incelemiştir. Modelde, su-verim ilişkisini doğrusal artan bir ilişki, tuzluluk-verim ilişkisini de doğrusal azalan bir ilişki olarak kabul etmiştir. Model, veriler bilgisayarla çözümlere kontrol edilmiştir. Elde edilen sonuçlar oransal verim olarak değerlendirilmiştir. Buna göre bitkilerin verimlerinde azalmanın olduğı ilk değer toprağın elektriksel iletkenliği 3.9 dS/m olduğı değer olarak bulunmuştur. Hiç verim alınamayan değer ise 22.8 dS/m olarak bulunmuştur. Aradaki verim azalmasının doğrusal bir azalma şeklinde olduğı sonucuna varılmıştır.

Mitchell et al (1991), kısıtlı sulama koşullarının ve tuzlu su uygulamalarının domates meyve verimi ve kalitesine etkilerini incelemek üzere bir araştırma yapmışlardır. Kontrolde kullanılan sulama suyu elektriksel iletkenliği 0.34 dS/m, tuzlu suyla sulanan konuda ise 8.1 dS/m olarak belirlenmiştir. Tuzlu su uygulamalarında taze meyve veriminde azalma görülmemiş fakat meyvelerin su içerikleri düşmüş ve bunun bir sonucu olarak inorganik iyon konsantrasyonları artmıştır. Kısıtlı ve tuzlu sularla sulanan konularda meyve asit konsantrasyonu kontrole göre iki kat olmuştur. Meyve kuru ağırlığı ve toplam verim her iki konuda da değişmezken, toplam verim kısıtlı sulamada azalmış ama tuzlu suyla sulamada kontrole göre aynı kalmıştır. Tuzlu sularla sulanan konuda meyvelerin kalsiyum içeriğı kontrole göre aynı kalmasına karşın potasyum ve klor içerikleri yüksek bulunmuştur.

Erözel (1993), farklı kalitedeki sulama sularının fasulye verimine etkisini belirlemek amacıyla 2 yıl süreli bir tarla denemesi yürütmüştür.

Araştırmada, elektriksel iletkenliği 0.5, 1.5 ve 2.5 dS/m olan üç farklı sulama suyu uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; kuru fasulye verimi, sulama suyu tuzluluğunun artması ile azalma göstermiştir. Elektriksel iletkenliği 0.5 dS/m olan sulama suyunun kullanıldığı konuda verimler birinci yıl 139.0 kg/da, ikinci yıl ise 146.7 kg/da olarak elde edilmiştir. Bu değerlere göre diğer sulama sularının kullanıldığı konular için oransal verim değerleri birinci yıl % 93.0 ve % 84.9, ikinci yıl ise % 76.5 ve % 73.2 olarak belirlenmiştir.

2.3. Tabansuyu Ve Toprak Tuzluluğuna İlişkin Çalışmalar

Yılmaz (1975), Aslım mer'asında toprak tuzluluğu-tabansuyu seviyeleri ile bitki yetiştirilmesi üzerine yaptığı araştırmada, 0-30 cm'deki toprak tuzluluğunda olan artışla, bazı buğdaygil ekim alanlarının artmış, bazılarının ise azalmış olduğunu, belirtmiştir. Buna karşılık, bütün baklagillerin alanlarında azalma olduğu gözlenmiştir.

Hassan and Ghaiboh (1977), sığ tabansuyu bulunan homojen ve homojen olmayan topraklardaki buharlaşma üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Çalışmalarda farklı buharlaşma oranlarında toprak yüzeyine yakın yerlerdeki tuz profilleri belirlenmiştir. Araştırmada tuzların buharlaşma yüzeyinde ve toprak yüzeyine yakın yerlerde biriktiği gözlenmiştir. Su tablasının 50 cm olduğu konuda tuzların en fazla biriktiği derinlik yüzeyden itibaren 3 cm'lik toprak derinliği olmuş ve buradaki nem içeriği % 17.5 olarak belirlenmiştir. Su tablası 70 cm olan konuda ise tuz içeriği en fazla yüzeyden 2 cm aşağıda olmuş ve bu noktada % 13 nem belirlenmiştir.

Saleh and Troeh (1982), yüksek tabansuyunun topraktaki tuz dağılımına ve su tüketimine olan etkisini araştırmak üzere serada bir lizimetre denemesi kurmuşlardır. Denemede 50 cm, 75 cm ve 100 cm derinlikte olmak üzere üç tabansuyu derinliği, 5 dS/m ve 10 dS/m elektriksel iletkenliğe sahip iki farklı su kalitesi ve toprak üzeri bitkili ve bitkisiz olacak şekilde iki plantasyon koşulu dikkate alınmıştır. Bitkili koşulda sudanotu yetiştirilmiştir. Denemede su tüketimi, tabansuyu yüksek, tuzluluğun düşük ve bitkinin mevcut olduğu konularda yüksek bulunmuştur. Araştırmada bitki yetiştirilen konuda kök bölgesinde tuz birikimi daha fazla bulunmuştur. Ayrıca tabansuyunun yüzeye yakın olması verimde azalmaya neden olmuştur.

Feijtel et al (1989), tuzluluk ve tabansuyunun toprak özellikleri ile yulafın iyon alımına etkilerini araştırmak üzere serada bir deneme kurmuşlardır. Denemede 5 farklı tuzluluk seviyesi ve 3 farklı derinlikteki tabansuyu konuları faktöriyel düzende araştırılmış ve 4 tekerrür uygulanmıştır. Uygulanan tuzlu sulama suyu konularındaki toprak eriyiği elektriksel iletkenlikleri 0.52, 2.39, 4.20, 7.22 ve 15.90 dS/m olarak alınmıştır. Tabansuyu konuları ise 90 cm derinlikte, toprak yüzeyinde ve yüzeyden 10 cm yukarıda olacak şekilde belirlenmiştir. Araştırmada pH yönünden tuzluluğun önemli etkisi bulunmamasına rağmen, tuzluluk ve tabansuyu etkileşimi önemli bulunmuştur. Yaprakların Magnezyum, Kalsiyum, Potasyum, Mangan ve Bakır içerikleri ile toprak eriyiğindeki içerikler arasında önemli ölçüde korelasyon bulunmuştur.

Saatçılar (1989), lizimetrelerde değişik tabansuyu tuz konsantrasyonu ve düzeylerinin pamuk verimi ve topraktaki tuz içeriğine etkilerini araştırmak üzere 4 yıllık bir deneme yürütmüştür. Denemede tabansuyu elektriksel iletkenliği 5, 10, 15 ve 20 dS/m, tabansuyu derinliği ise 60, 80, 100 ve 120 cm olarak alınmıştır. Denemenin üçüncü yılından itibaren elektriksel iletkenliğin 5 dS/m olduğu konuda bile toprak tuzlulaşması görülmüştür. Yıllara göre toprakta artan tuzluluk ve sodyumluluğa bağlı olarak ilk yıl verimine oranla ikinci yıl % 40, üçüncü yıl % 56 ve dördüncü yıl % 58 verim azalması olmuştur. Araştırmada tabansuyu düzeyi verimi önemli derecede etkilememiş ancak en yüksek verim 100 cm derinlikte tabansuyu bulunan konuda elde edilmiştir.

Yılmaz, Konya'da yaptığı bir çalışmada toprak yüzeyinden 40, 60 ve 80 cm derinliklerde bulunan tabansuyunun toprağın ilk 20 cm derinliğini tuzlulaştırarak elektriksel iletkenliğini sırasıyla 16.0, 13.0 ve 7.7 dS/m'ye getirdiğini belirlemiştir(Saatçılar 1989).

Bradford et al (1991), aşırı tuzlu ve yüksek tabansuyu ile farklı sulama uygulamalarının denendiği bir model çalışması yapmışlardır. Çalışmada tabansuyu elektriksel iletkenliği 9.0 dS/m, sulama suyu elektriksel iletkenliği 0.4 dS/m, tabansuyu derinliği ise 1.5 m olacak şekilde pamuk ve yonca bitkileri değerlendirmeye alınmıştır. Sulama uygulamalarında potansiyel evapotranspirasyonun tamamı (% 100) ve % 60'ı kadar su verilerek sulamaların yapıldığı ve mevsim başında 33 cm ve 18 cm'lik sulama suyu uygulanan bir ön sulamanın yapıldığı konular dikkate alınmıştır. Sonuç

olarak, potansiyel bitki su tüketiminin tamamının verildiği bütün konularda % 95 ve daha fazla ürün alınmış, potansiyel bitki su tüketiminin % 60'ının verildiği uygulamada 33 cm'lik ön sulama, 18 cm'lik ön sulamaya göre daha yüksek verim sağlamıştır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yerinin tanıtılması

Araştırma, A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü için ayrılmış olan serada yürütülmüştür. 100 m² alana sahip olan serada ısıtma, aydınlatma, otomatik havalandırma ve otomatik nemlendirme tesisleri olmasına karşılık, arızaları nedeni ile çalıştırılmamaktadır. Doğal havalandırma ise sera yan pencereleri ve çatı pencereleri vasıtasıyla sağlanmaktadır. Sera tabanı beton olup ancak saksı ve lizimetre denemelerine elverişlidir. Sera içerisinde gerekli suyu karşılamak amacıyla şehir şebekesine bağlı iki adet musluk bulunmaktadır.

3.1.2. Araştırmada kullanılan toprak, bitki ve sulama suyunun özellikleri

3.1.2.1. Toprak özellikleri

Araştırmada kullanılan toprak, 1991 yılı Ekim ayında A.Ü. Ziraat Fakültesi deneme tarlalarından 0-30 cm yüzey toprağı kazınarak alınmıştır. Alınan topraklar Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü inşaat laboratuvarına getirilerek burada hava kurusu olacak şekilde kurumaya bırakılmışlardır. Kuruyan topraklar elenmiş ve iki birim hacim toprak, bir birim hacim ince kum ile karıştırılarak deneme toprağı elde edilmiştir. Bu topraklar kimyasal, fiziksel ve verimlilik yönlerinden analiz edilmiştir.

3.1.2.2. Bitki özellikleri

Araştırmada kandil dolma biberi (*Capsicum annuum* L.) yetiştirilmiştir. Bu çeşit, orta yükseklikte boylanan, dallanması iyi, yaprakları açık yeşil renkli olan dolmalık ve yemeklik bir çeşittir. Genelde meyve uzunluğu 7-9 cm, meyve çapı ise 5.5 cm civarındadır. Verimi 3-5 t/da olan bu çeşit, ekonomik değeri yüksek olan dolmalık biber çeşitlerinden biridir. Bitki 2n=24 kromozomludur. Bitki kökü önce kazık kök şeklindeyken sonradan çıkan yan köklerle saçak köklü bir özellik kazanır. Köklerin ancak % 30'u 30-50 cm derinliğin altına iner. Başlangıçta otsu olan gövde zamanla odunsu bir yapı kazanır. Buna rağmen çok kolay kırılır. Bitki boyu 50-100 cm kadar uzar. Ana gövdede ortalama 4-6 yan dal oluşur. Dolmalık biberde yaprak geniştir ve diğer biberlere göre daha büyüktür. Biber bitkisinin meyveleri çeşitten çeşide çok farklılık gösterir. Kandil dolma biberi meyveleri ince kabuklu, orta kalınlıkta etlidir. Meyveler genelde dört lopludur. Kandil dolma biberinin bir özelliği de dal üzerindeki meyvelerin aşağıya doğru uzamasıdır (Anonymous 1973, Günay 1981).

3.1.2.3. Sulama suyu özellikleri

Araştırmada, 4 farklı sulama suyu kullanılmıştır. Bunlardan iyi kalitedeki su (T_1), şehir şebekesi suyudur. Diğer 3 farklı kalitedeki su ise (T_2 , T_3 ve T_4), çeşitli tuzlar kullanılarak yapay olarak hazırlanmış sulama sularıdır. Şehir şebekesi suyu elektriksel iletkenliği 0.25 dS/m olarak bulunmuştur. Diğer sulama suları ise, elektriksel iletkenlik değerleri sırasıyla $T_2=1$ dS/m, $T_3=2$ dS/m ve $T_4=3$ dS/m olacak şekilde hazırlanmıştır.

3.1.3. Araştırmada kullanılan lizimetreler

Araştırmada 500 mm iç çaplı asbestli çimento borulardan oluşan silindirik biçimindeki kolonlar bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır (Şekil 3.1). Kolonların altına tabansuyu düzeylerinin oluşturulabilmesi için 63 cm iç çapında leğenler yerleştirilmiştir.

Güngör (1985), lizimetreleri tartılı ve drenaj tipi olmak üzere iki ana kısımda incelemiş ve bunları kurulum metoduna, yüzey alanlarına, şekline, kullanılan malzemeye ve su uygulama şekline göre gruplara ayırmıştır. Yüzey alanlarına göre lizimetreleri; yüzey alanı 2 m^2 'den daha fazla olanları büyük, yüzey alanı 0.5 ile 2 m^2 arasında olanları orta ve 0.5 m^2 'den daha az yüzey alanına sahip olanları da küçük lizimetre olarak sınıflandırmıştır. Bu açıklamalara göre; araştırmada kullanılan lizimetreler, drenaj tipinde küçük lizimetreler sınıfına girmektedir.



Şekil 3.1. Lizimetre olarak kullanılan deneme kolonları

3.1.4. Araştırmada kullanılan kimyasal maddeler

Araştırmada ele alınan sulama suyu tuzluluk düzeylerinin oluşturulmasında, suda eriyebilirliği yüksek olan üç çeşit tuz kullanılmıştır. Bunlar % 99 saflıkta Sodyum klorür (NaCl), % 85 saflıkta Kalsiyum klorür (CaCl_2), ve % 80 saflıkta Magnezyum klorür (MgCl_2) tuzlarıdır.

3.1.5. Araştırmada kullanılan yardımcı ekipmanlar

Araştırmada lizimetrelerin altında yapay tabansuyu oluşturabilmek amacıyla 63 cm iç çapa sahip plastik leğenler kullanılmıştır. Tuz katılarak değişik tuzluluk düzeylerindeki sulama sularının hazırlanmasında, 80 litrelik plastik bidonlardan yararlanılmıştır. Deneme boyunca gerekli olan kimyasal maddeler ve ilaçların tartım ve hazırlanmasında hassas terazi, pipet, beher, erlen, ve manyetik karıştırıcı gibi laboratuvar araçlarından yararlanılmıştır. Toprak örneklerinin alınmasında küçük toprak burgusu, örneklerin kurutulmasında ise etüv kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme düzeni

Araştırma, kandi dolma biberinde (*Capsicum Annuum L.*) 4 farklı sulama suyu kalitesinin ve 4 farklı tabansuyu düzeyinin 3 tekrarlamalı olarak denendiği 4x4 faktöriyel düzende Düzgüneş vd (1987) tarafından belirtilen esaslara göre planlanmıştır.

Araştırmada kullanılan 4 değişik kalitedeki sulama sularından ilki şehir şebekesi suyudur (T_1). İyi kalitede olan bu suyun toplam tuzluluğu 0.25 dS/m dolayındadır. Diğer sulama suları ise şehir şebekesi suyuna, hacmi belli plastik kaplarda Ca/Mg oranı 1/1 olacak şekilde NaCl , CaCl_2 ve MgCl_2 tuzları eklenerek oluşturulmuştur (Maas et al 1988). Tuz eklenerek oluşturulan diğer sulama sularının toplam tuzlulukları ise sırasıyla $T_2 = 1$ dS/m, $T_3 = 2$ dS/m ve $T_4 = 3$ dS/m dir.

Araştırmada tabansuyu derinlikleri ise, toprak yüzeyinden itibaren $D_1=30$ cm, $D_2=45$ cm, $D_3=60$ cm ve tabansuyu bulunmayan $D_4=90$ cm kök derinliği şeklinde ele alınmıştır.

Sulama sularının toplam tuzlulukları yanında, sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) da toprak ve bitki özelliklerine etkili olmaktadır (Anonymous 1954, Ayyıldız 1990). Araştırmada sulama sularının yalnızca toplam tuzluluk yönünden oluşturduğu etkiler incelenmiştir. Bu nedenle SAR değerinin etkisini ortadan

kaldırmak için, tuz katılarak hazırlanan sulama sularında SAR değeri, şehir şebeke suyunun SAR değerine eşit olarak alınmıştır.

Tabansuyu derinliği ve sulama suyu kalitesine göre deneme konularının serada yerleşim planı Şekil 3.2’de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi sulama suyu kalitesi konuları tamamen tesadüfi dağıtılmasına karşılık, tabansuyu derinliği konuları lizimetrelerin birbirini gölgelememeleri amacıyla bloklar halinde yerleştirilmiştir.

D1T1	D1T2	D1T1		D1T3	D1T4	D1T2
D1T2	D1T4	D1T3		D1T4	D1T1	D1T3
D2T1	D2T3	D2T3		D2T2	D2T3	D2T4
D2T4	D2T2	D2T1		D2T4	D2T2	D2T1
D3T4	D3T3	D3T1		D3T2	D3T4	D3T3
D3T3	D3T2	D3T1		D3T1	D3T4	D3T2
D4T3	D4T2	D4T1		D4T3	D4T1	D4T4
D4T1	D4T4	D4T3		D4T2	D4T4	D4T2

Şekil 3.2. Deneme konuları yerleşim planı

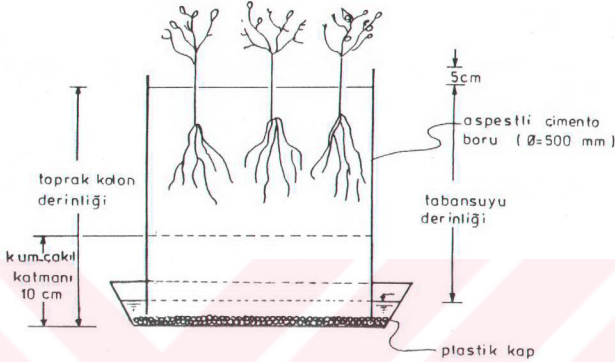
3.2.2. Sera çalışmalarında uygulanan yöntemler

3.2.2.1. Serada lizimetrelerin oluşturulması

Denemede kullanılmak üzere araziden alınan ve kurutulan topraklar 4 mm’lik elekten geçirilerek seraya taşınmıştır. Serada 2 birim hacim toprak, 1 birim hacim ince kum ile karıştırılmış ve gerekli miktarda gübre ilavesi yapılmıştır. Toprak analizleri sonucunda doğal birim hacim ağırlığı değeri 1.52 g/cm^3 bulunduğundan, karışım, astbestli çimento borulardan oluşan kolonlara bu hacim ağırlığında olacak şekilde doldurulmuştur. Deneme faktörlerinden biri olan tabansuyu bu kolonların altlarına yerleştirilen plastik kaplar yardımıyla oluşturulmuştur. Lizimetrelerin üst kısmı ile toprak yüzeyi arasında, sulamaların kolaylıkla yapılabilmesi amacıyla 5 cm’lik bir yükseklik farkı bırakılmıştır. Ayrıca kolonların tabanına, tabansuyunun kolon içine girmesi sırasında bir tıkanma olmaması için toplam 10 cm’lik kum-çakıl katmanı yerleştirilmiştir(Şekil 3.3).

3.2.2.2. Uygulanan tarım tekniği

1992 ve 1993 yıllarında olmak üzere 2 yıl boyunca yürütülen çalışmada her iki yılda da fide yetiştirme, dikim, gübreleme, bakım ve tarımsal mücadele ile hasat işlemleri aşağıda belirtilen şekilde yürütülmüştür.



Şekil 3.3. Deneme kolonu

a.Fide yetiştirme ve dikim

Araştırmada kullanılan kandil dolma biberi tohumları Nisan ayı başında A.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait ısıtılabilir serada hazırlanan fide yastıklarına dikilmiştir. Bitki besin maddelerince çok zengin olan yastık toprağı, oldukça sık sulanarak fidelerin yetiştirmeleri sağlanmıştır(Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Yastıklarda fidelerin yetiştirilmesi

Mayıs ayı sonlarına doğru dikilecek duruma gelen fideler araştırmanın yapıldığı seraya getirilmiştir. Burada, her lizimetreye 5 fide gelecek şekilde dikilmişlerdir. Dikimin hemen ardından bitkilere can suyu verilmiştir(Şekil 3.5). Fide yetiştirilmesi için tohumun ekilmesinden dikime kadar geçen bütün işlemler Günay'ın (1981) belirttiği esaslara göre yapılmıştır.



Şekil 3.5. Lizimetrelere dikilmiş biber fidelerinin görünüşü

b. Gübreleme

Araştırmada kullanılan topraklar deneme öncesi Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü'nde analiz edilmiş ve analiz sonucunda, 50 ppm fosfor ve 100 ppm azotlu gübreler lizimetre kolonlarının oluşturulması sırasında toprağa ilave edilmiştir. Yalnız azotun kolay yıkanabilme durumu dikkate alınarak toplam doz üç defada uygulanmıştır.

c.Bakım ve tarımsal mücadele

Bitkilerin dikiminden itibaren toprakta görülen yabancı otlar elle ya da küçük bir bıçakla kopararak uzaklaştırılmışlardır. Bitkileri özellikle çiçeklenme döneminde hasara uğratan Phytophythora zararlına karşı, kök boğazı doldurularak toprağa Pomarsol forte ilacı uygulanmıştır. Ayrıca bitkilerin yetiştirme periyodu boyunca karşılaşılan yaprak biti zararlına karşı DDVP, kırmızı örümcek zararlına karşı Nisorun adlı ilaçlar kullanılmıştır.

d. Hasat

Bitkilerin hasadı Ağustos sonunda başlayıp, Ekim başına kadar sürmüştür. Hasat elle, meyvelerin sapları dallardan kırılarak yapılmıştır. Bitkinin meyve verme periyodunun uzun olması nedeniyle hasat her iki yılda da dört defada 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 ise, tabansuyu düzeyine kadar olan toprak derinliği esas alınmıştır. Toprakta nem içeriğinin belirlenmesi gravimetrik yöntem ve fenolojik gözlemler şeklinde iki yolla yapılmıştır. Kolonlardan sürekli toprak örneği alınması söz konusu olmadığından 20 günde bir alınan toprak örneği ile toprakta oluşabilecek nem açığı giderilmiş, bu 20 günlük süre içerisinde ise sulamalar fenolojik gözlemlere dayalı olarak yapılmıştır.

3.2.3. Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler

Denemenin çeşitli aşamalarında alınan toprak, su ve bitki örnekleri laboratuvarda analiz edilmiştir. Bu analizlerde uygulanan yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

3.2.3.1. Toprak fiziksel analizleri

Deneme kolonlarının oluşturulmasında kullanılan topraklarda bünye, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi ve solma noktası analizleri aşağıda belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır.

a. Toprak bünyesi : Bouyoucos'un (1951) belirttiği esaslara göre, hidrometre metodu ile belirlenmiştir. Analizde belirlenen kum, silt ve kil yüzdeleri, toprak sınıflandırma üçgen eşeline uygulanarak bünye sınıfı belirlenmiştir(Akalan 1983).

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

c. Tarla kapasitesi : Anonymous'da (1954) belirtilen esaslara göre, poroz levhalı basınç aleti ile, örneklerin doygun hale getirilip 1/3 atm basınç altında tutulmalarıyla belirlenmiştir.

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

3.2.3.2. Toprak verimlilik analizleri

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

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

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

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

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

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

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

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

3.2.3.3. Toprak tuzluluk analizleri

Denemenin çeşitli aşamalarında alınan toprak örneklerinde tuzluluk analizleri yapılmıştır. Topraklarda tuzluluk analizleri, toprak saturasyon macunundan elde edilen saturasyon eriyiği üzerinde yapılmıştır. Bu analizlere ilişkin yöntemler aşağıda belirtilmiştir.

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

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

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

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

e. Karbonat ($\text{CO}_3^{=}$) ve Bikarbonat (HCO_3^-) : Ayyıldız'ın (1990) belirttiği esaslara göre, karbonat için fenol fitaleyn, bikarbonat için metiloranj indikatörleri kullanılarak sülfirik asit ile titripleksometrik olarak belirlenmiştir.

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

g. Sülfat ($\text{SO}_4^{=}$) : Anonymous'un (1954) belirttiği esaslara göre, Baryumsülfat biçiminde çöktürme yöntemine göre saptanmıştır.

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

i. Değişebilir sodyum yüzdesi (DSY) : Anonymous'un (1954) belirttiği esaslara göre, değişebilir sodyum ve katyon değiştirme analizlerinden yararlanılarak saptanmıştır.

3.2.3.4. Sulama suyu kalite analizleri

Araştırmada sulama sularının kalite analizleri olarak, sulama suyu elektriksel iletkenliği, pH, Sodyum (Na^{++}), Potasyum (K^+), Kalsiyum + Magnezyum ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$), Karbonat ($\text{CO}_3^{=}$), Bikarbonat (HCO_3^-), Klor (Cl^-), ve Sülfat ($\text{SO}_4^{=}$) analizleri 3.2.3.3. başlığı altında verilen yöntemlere göre yapılmıştır.

3.2.3.5. Bitki analizleri

Bu bölümde, araştırmada yetiştirilen dolma biberi bitkisinde yapılan bazı fiziksel ölçümler ve analizler açıklanmıştır.

a. Bitki boyu : Bitki boyu olarak bitkinin toprak üstü organlarının en üst noktası ile toprak yüzeyi arasındaki dikey mesafe dikkate alınmıştır. Bu uzunluk cm hassasiyetinde 120 cm'lik uzun cetvellerle belirlenmiştir.

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

c. Meyve boyu : Hasat edilen dolma biberlerin her birinin boyu kumpas yardımıyla mm hassasiyetinde ölçülmüştür.

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

e. Meyve ağırlığı : Hasat edilen dolma biberlerin her birinin ağırlığı hassas terazi ile % 1 gram hassasiyetinde tartılarak ölçülmüştür.

f. Kuru madde : Kacar'ın (1972) belirttiği esaslara göre bitkilerin meyve, yaprak, dal ve kök kısımlarından alınan örnekler 70 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup yaş ağırlığa oranlanarak belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir.

g. Toplam kül : Kacar'ın (1972) 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 edilmişlerdir.

3.2.4. Denemede elde edilen verilerin değerlendirilmesi

Araştırmada elde edilen veriler sayısal parametrelerdir. Bu sayısal parametrelerin farklı bir birime dönüştürülmesinde, bir formül yardımı ile farklı bir şekilde ifadesi yada bu parametrelerin birleştirilmesi gibi işlemlerde quattro. pro 4.0 bilgisayar programı kullanılmıştır. Ayrıca verilerin grafik haline dönüştürülmesi yine Quattropro programı ile yapılmıştır. Program veri işleme, veri değerlendirme, tablolama ve verilerin seriler halinde incelenerek grafikler haline dönüştürülmesi amaçları ile kullanılmaktadır. Quattropro 4.0 programı veri işleme tablolarına girilen verileri, her türlü matematiksel işlemde kullanmak, programa özgü hazır fonksiyonlarla bu verileri değerlendirmek mümkündür.

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel yönden değerlendirilmesinde ise minitab bilgisayar programı kullanılmıştır. Deneme sonunda elde edilen veriler, deneme düzeni olan faktöriyel deneme düzeninde bu program aracılığıyla değerlendirilmiş, sonuçlar Düzgüneş vd (1987) tarafından verilen esaslara göre yorumlanmıştır.

4. ARAŞTIRMADA ELDE EDİLEN BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, iki yıl süren araştırmalardan elde edilen verilerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu veriler, bitki gelişmesine ilişkin bulgular, biber meyvesi özelliklerine ilişkin bulgular, bitkilerin çeşitli organlarında yapılan kalite analiz sonuçları, bitki su tüketimi, toprak ve sulama suyu analiz bulguları ve topraklarda tuz birikimi başlıkları altında incelenmiş ve bu bulguların çeşitli yönlerden tartışmaları yapılmıştır.

4.1. Bitki Verimine İlişkin Bulgular

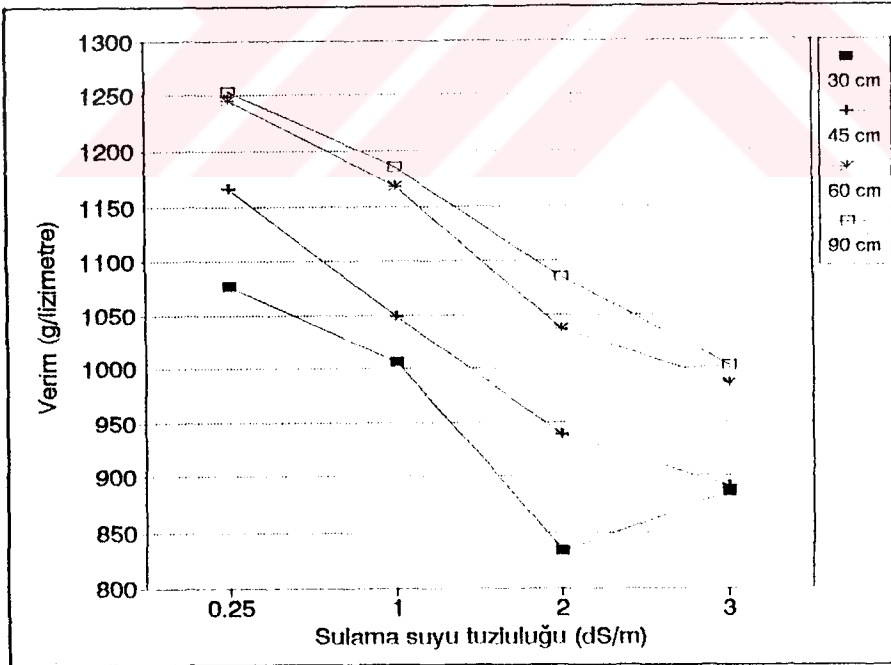
Bu çalışmada yetiştirilen kandil çeşidi dolmalık biberin, sulama suyu tuzluluğu (T) ve tabansuyu derinliği (D) konuları için 1992 yılında elde edilen meyve verimleri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Çizelgeden de izlenebileceği gibi, denemenin ilk yılındaki ortalama biber verimleri D_1 , D_2 , D_3 ve D_4 tabansuyu derinliği konuları için sırasıyla, T_1 konusunda 1077, 1166, 1246 ve 1254, T_2 konusunda 1006, 1140, 1195 ve 1240, T_3 konusunda 833, 939, 1036 ve 1085 ve T_4 konusunda 885, 890, 985 ve 1002 g/liz olmuştur. Araştırmanın birinci yılı (1992) için elde edilen verim değerlerinin ortalamaları dikkate alınarak oluşturulan grafik Şekil 4.1’de verilmiştir. Gerek 4.1 no’lu çizelgedeki değerler, gerekse 4.1 no’lu şekilde yer alan grafik incelendiğinde, sulama suyu tuzluluğunun ve tabansuyu derinliğinin biber verimini etkilediği görülmektedir.

Çalışmada elde edilen verimlerin istatistiksel analizleri, yıllara göre elde edilen verimlerin ayrı ayrı varyans analizi ve iki yılda elde edilen verimlerin birlikte analizi şeklinde yapılmıştır (Düzgüneş vd 1987). Meyve veriminin 1992 yılına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de, önemli bulunan faktörler için Duncan değerlendirmesi ise Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Varyans analizi tablosundan izlenebileceği gibi, hem tabansuyu derinliği hem de sulama suyu tuzluluğu, biber verimini % 1 önemlilikte etkilemiştir. Tabansuyu derinliğinin azalması yani toprak yüzeyi ile tabansuyu düzeyi arasındaki mesafenin azalması verimde azalmaya neden olmaktadır.

Çizelge 4.1. Araştırmanın birinci yılında elde edilen biber verim değerleri (g/liz)

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	1207.24	1098.67	1286.07	1486.81
	1000.68	1203.33	1239.90	1238.66
	1023.34	1197.13	1210.61	1035.77
Ort.	1077.09	1166.38	1245.53	1253.75
T ₂	1067.65	986.09	1173.82	1135.19
	934.88	1021.09	1136.98	1180.38
	1014.56	1140.07	1195.39	1240.12
Ort.	1005.70	1049.08	1168.73	1185.23
T ₃	771.03	979.57	1252.81	1137.57
	761.79	1016.17	938.48	1103.73
	966.86	820.31	917.98	1014.29
Ort.	833.23	938.68	1036.42	1085.20
T ₄	840.49	867.17	957.85	1035.57
	896.90	981.41	1064.88	978.09
	917.65	821.27	932.64	991.27
Ort.	885.01	889.95	985.12	1001.64



Şekil 4.1. Araştırmada 1992 yılı için elde edilen farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-biber verimi ilişkisi

Çizelge 4.2. Araştırmanın birinci yılında elde edilen verimlerin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	258928	86309	8.57**	0.000
T	3	468096	156032	15.49**	0.000
D x T	9	18639	2071	0.21	0.992
Hata	32	322303	10072		
Genel	47	1067967			

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.3. Araştırmanın birinci yıl verimleri için tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları

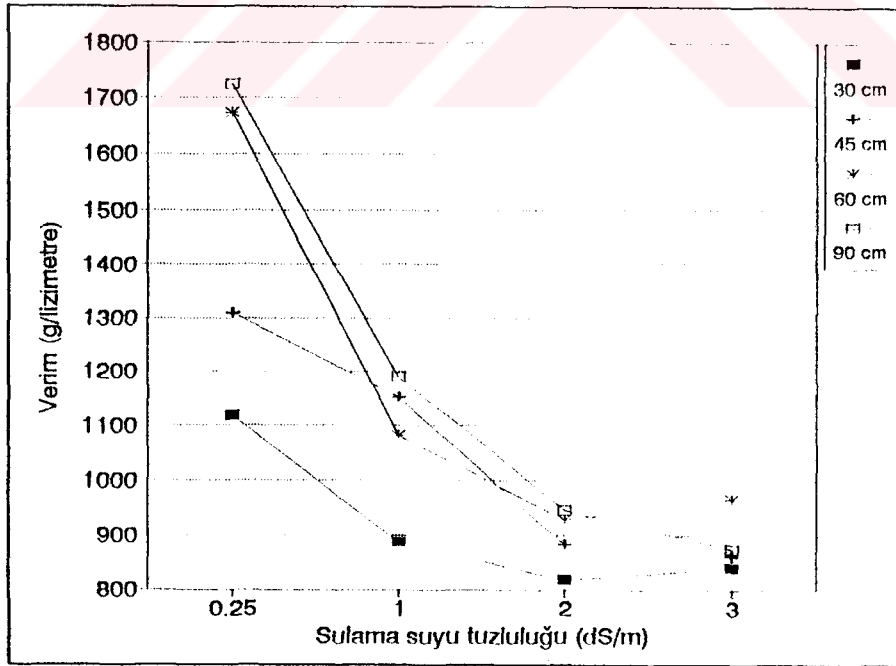
Konular	Ortalama verim (g/liz)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
D ₄	1132	A	A
D ₃	1109	A	AB
D ₂	1011	B	BC
D ₁	950.3	B	C
T ₁	1186	A	A
T ₂	1102	B	A
T ₃	973.4	C	B
T ₄	940.4	C	B

Çizelge 4.3.'de tabansuyu derinliklerine ilişkin konulara göre yapılan değerlendirmede, Duncan gruplandırmasına göre en yüksek verim, tabansuyu bulunmayan 90 cm'lik D₄ konusunda (1132 g/liz), en düşük verim ise D₁ konusunda (950.5 g/liz) elde edilmiştir. Buna göre; % 5 düzeyindeki gruplandırmada D₁, D₂, ve D₃, D₄ farklı gruplarda yer almışlardır. Bir başka ifade ile % 95 olasılıkla D₁ ve D₂ ile D₃ ve D₄ konuları arasında farklılık yoktur ancak bu iki konu grubu arasında farklılık vardır. % 1 düzeyinde ise D₄-D₂, D₄-D₁ ve D₃-D₁ konuları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Bu değerlendirmeye göre D₄ ile D₂, D₄ ile D₁, D₃ ile D₂ ve D₃ ile D₁ konuları arasındaki farklılık % 5'e göre önemli bulunmuştur. Yine aynı değerlendirmede D₄-D₂, D₄-D₁ ve D₃-D₁ konuları arasındaki farklılık % 1'e göre önemli bulunmuştur. Aynı şekilde, Çizelge 4.3'de sulama suyu tuzluluğuna ilişkin konulara göre yapılan değerlendirmede, sulama suyu tuzluluğunun 0.25 dS/m olduğu T₁ konusunda (1186 g/liz), en düşük verim ise sulama suyu tuzluluğunun 3 dS/m olduğu T₄ konusunda (940.4 g/liz) elde edilmiştir. Duncan değerlendirmesine göre; T₁ birinci, T₂ ikinci T₃ ve T₄ ise üçüncü grubu oluşturmuştur. Diğer bir ifadeyle T₃ ve T₄ konuları arasındaki farklılık % 5 seviyesinde önemsizken, diğer konular arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. % 1 düzeyinde ise T₁-T₂ birinci grubu, T₃-T₄ ikinci grubu oluşturmuştur. Yani T₁ ve T₂ ile T₃ ve T₄ konuları arasındaki farklılık % 1 düzeyinde önemsizken, diğer konu kombinasyonları olan T₁-T₃, T₁-T₄, T₂-T₃ ve T₂-T₄ konuları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur.

Araştırmanın ikinci yılında (1993) elde edilen meyve verimleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. Bu yıla ait ortalama verim değerlerinin grafiği ise Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Araştırmanın ikinci yılında elde edilen biber verim değerleri (g/liz).

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	1083.53	1521.04	1978.28	1719.50
	1085.53	1213.74	1683.37	2019.66
	1183.11	1191.16	1361.30	1435.19
Ort.	1117.39	1308.65	1674.32	1724.78
T ₂	931.16	1055.56	1015.58	1147.19
	860.38	1175.46	1027.74	1079.97
	868.76	1223.42	1201.94	1337.34
Ort.	886.77	1151.48	1081.75	1188.17
T ₃	832.18	1022.38	872.99	951.43
	780.92	755.94	976.60	959.05
	839.78	864.38	939.59	928.62
Ort.	817.63	880.90	929.73	946.37
T ₄	717.74	583.40	685.35	855.15
	870.96	982.46	1045.49	941.61
	926.30	1013.94	1167.13	820.94
Ort.	838.33	859.93	965.99	872.57



Şekil 4.2. Araştırmada 1993 yılı için elde edilen farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-biber verimi ilişkisi

Çizelge 4.4 ve Şekil 4.2 incelendiğinde, tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğunun biber verimini etkilediği açıkça görülmektedir. Meyve veriminin 1993 yılına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5’de, önemli bulunan faktörler için Duncan değerlendirmesi ise Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Araştırmanın ikinci yılında elde edilen verimlerin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	546777	182259	7.05**	0.001
T	3	2575667	858556	33.23**	0.000
D x T	9	443022	49225	1.91	0.087
Hata	32	826812	25838		
Genel	47	4392278			

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi araştırmanın 1993 yılı sonuçlarına göre, tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu biber verimini % 1 önemlilikte etkilemiştir.

Çizelge 4.6. Araştırmanın ikinci yıl verimleri için tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları

Konular	Ortalama verim (g/liz)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
D ₄	1183	A	A
D ₃	1163	A	A
D ₂	1050	A	AB
D ₁	915	B	B
T ₁	1456	A	A
T ₂	1077	B	B
T ₃	893.7	C	C
T ₄	884.2	C	C

Çizelgedeki değerlerden tabansuyu seviyesinin yüzeye yaklaştıkça biber veriminde azalmaya neden olduğu görülmektedir. Çizelge 4.6’da tabansuyu derinliğine göre yapılan değerlendirmede, Duncan gruplandırmasına göre en yüksek verim D₄ konusunda (1183 g/liz), en düşük verim ise D₁ konusunda (915 g/liz) elde edilmiştir. Gruplandırmaya göre D₄-D₁, D₃-D₁ ve D₂-D₁ konuları arasındaki farklılık % 5’e göre önemli, D₄-D₁ ve D₃-D₁ konuları arasındaki farklılık ise % 1’e göre önemli bulunmuştur.

Araştırmada 1993 yılında elde edilen değerlere göre, birinci yılda olduğu gibi sulama suyu tuzluluğunun artması verimde azalmaya neden olmuştur. Vinten et al (1986) yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Çizelge 4.6'daki sulama suyu tuzluluğuna göre yapılan değerlendirmede, Duncan gruplandırmasına göre en yüksek verim T_1 konusunda (1456 g/liz), en düşük verim ise T_4 konusunda (884.2 g/liz) elde edilmiştir. Gruplandırmaya göre T_1-T_2 , T_1-T_3 , T_1-T_4 , T_2-T_3 ve T_2-T_4 konuları arasındaki farklılık % 1'e göre önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci ve ikinci yılında elde edilen verim değerlerinin birlikte varyans analizi de yapılmıştır (Düzgüneş vd 1987). Birleştirilen değerlere ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7'de, önemli bulunan faktörler için Duncan değerlendirmesi ise Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Araştırmanın her iki yılında elde edilen verimlerin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Yıl	1	17986	17986	0.75	0.390
D	3	773601	257867	10.71**	0.000
T	3	2561503	853834	35.46**	0.000
D x T	9	222784	24754	1.03	0.425
Hata	79	1902356	24080		
Genel	95	5478231			

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.8. İki yıllık verimler için tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları

Konular	Ortalama verim (g/liz)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
D_4	1157	A	A
D_3	1136	A	AB
D_2	1031	B	BC
D_1	932.6	C	C
T_1	1321	A	A
T_2	1090	B	B
T_3	933.5	C	C
T_4	912.3	C	C

Araştırmanın her iki yılında da elde edilen verimlerin birlikte değerlendirilmesi sonucu, değerlerin yıllar arasındaki farklılığının önemli olmadığı görülmüştür. Yılların tek tek analizinde olduğu gibi, birlikte analizi sonucunda da,

tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu konuları, biber verimini % 1 önemlilikte etkilemiştir(Çizelge 4.7). Çizelge 4.8’de verilen tabansuyu derinliği Duncan gruplandırmasına göre en yüksek verim D_4 konusunda (1157 g/liz), en düşük verim ise D_1 konusunda (932.6 g/liz) elde edilmiştir. Gruplandırmaya göre D_4-D_2 , D_4-D_1 , D_3-D_2 , D_3-D_1 ve D_2-D_1 konuları arasındaki farklılık % 5’e göre önemli, D_4-D_2 , D_4-D_1 ve D_3-D_1 konuları arasındaki farklılık ise % 1’e göre önemli bulunmuştur. Çizelge 4.8’de verilen sulama suyu tuzluluğuna göre yapılan değerlendirmede, Duncan gruplandırmasına göre en yüksek verim T_1 konusunda (1321 g/liz), en düşük verim ise T_4 konusunda (912.3 g/liz) elde edilmiştir. Gruplandırmaya göre T_1-T_2 , T_1-T_3 , T_1-T_4 , T_2-T_3 ve T_2-T_4 konuları arasındaki farklılık % 1’e göre önemli bulunmuştur.

Araştırmada, faktörleri oluşturan tabansuyu derinliği 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 (şahitte) elde edilen verime oranı olarak ifade edilmekte ve bu oran 0 ile 1 arasında değişmektedir(Van Hoorn and Van Alpen 1990).

Araştırmada şahit konu olarak, tabansuyu derinliği açısından tabansuyunun bulunmadığı D_4 konusu ile sulama suyu tuzluluğu açısından iyi kalitede su kullanılan T_1 konusunun birlikte bulunduğu konu alınmıştır. Araştırmada birinci ve ikinci yıl elde edilen verimlere göre belirlenen oransal verim değerlerinin ortalamaları Çizelge 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Araştırmada ortalama olarak hesaplanan oransal verim değerleri

		Tabansuyu derinliği			
		D_1	D_2	D_3	D_4
Sulama suyu tuzluluğu	T_1	0.753	0.845	0.982	1.000
	T_2	0.658	0.752	0.780	0.817
	T_3	0.569	0.630	0.683	0.707
	T_4	0.596	0.604	0.673	0.652

Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi şahit olarak dikkate alınan D_4T_1 konusundaki verim 1.0 olarak alınmıştır. Diğer konularda elde edilen verimler şahite göre orantılıdır. Örneğin D_3T_2 konusunda 0.78 değerindeki oransal verim, şahitten elde edilen verimin % 78’lik kısmı kadar bir verimin bu konudan alındığını göstermektedir.

Görüldüğü gibi olumsuz faktörlerin şiddetleri arttıkça, yani tabansuyu derinliği D_4 'den D_1 'e, sulama suyu tuzluluğu da T_1 'den T_4 'e yaklaştıkça oransal verim değerleri düşmektedir. Olumsuz faktörlerin en şiddetli seviyelerini içeren D_1T_4 konusunda oransal verim 0.596 olurken D_1T_3 konusunda 0.569 olarak en düşük değerde gerçekleşmiştir.

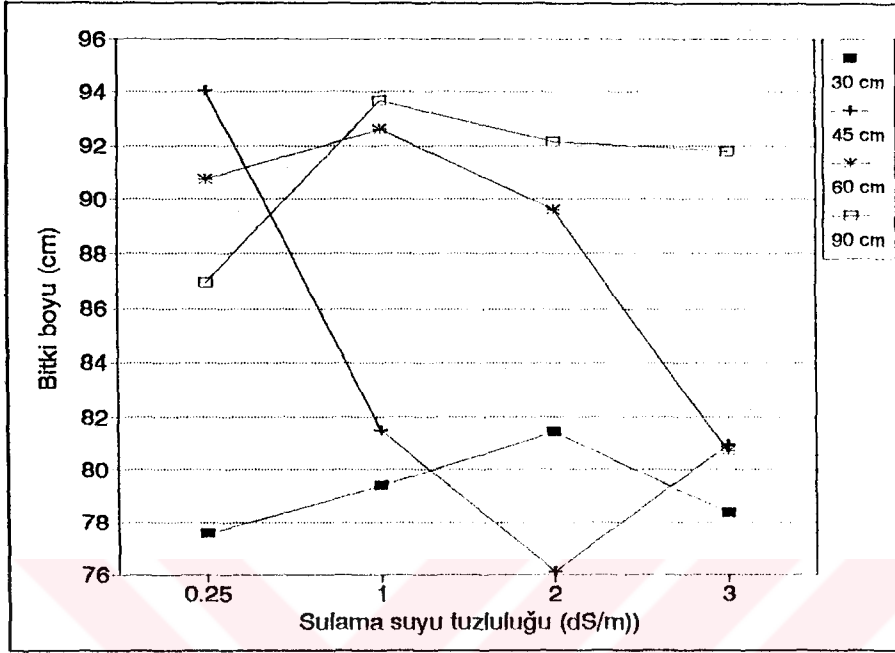
4.2. Bitki Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular

Bu bölümde bitkinin toprak üstü ve toprak altı aksamına ilişkin sonuçlar, bitki boyu ve bitki kök derinliği olarak incelenmiştir. Araştırmanın her iki yılında da bitkilerin toprak üstü organlarının yükseklikleri ölçülmüştür. Tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğuna bağlı olarak araştırmanın ilk yılı için elde edilen bitki boyu değerleri Çizelge 4.10'da, farklı tabansuyu derinliklerinde bitki boyu ile sulama suyu tuzluluğu ilişkisi ise Şekil 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Araştırmanın birinci yılında ölçülen bitki boyları (cm)

Konular	D_1	D_2	D_3	D_4
T_1	72	91	91	97
	77	93	86	87
	84	98	96	77
Ort.	77.6	94.0	90.8	86.9
T_2	79	92	92	97
	80	72	97	91
	79	81	89	93
Ort.	79.4	81.5	92.6	93.7
T_3	78	84	93	101
	72	79	80	94
	94	66	96	82
Ort.	81.4	76.1	89.6	92.2
T_4	76	91	67	90
	76	66	87	89
	84	87	88	96
Ort.	78.4	81.0	80.7	91.8

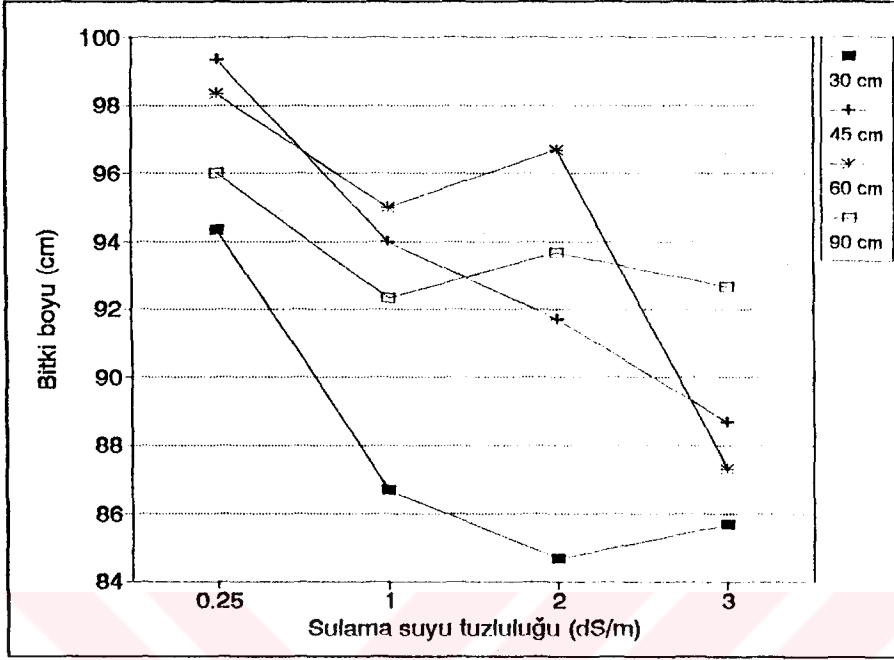
Araştırmanın ikinci yılında ölçülen bitki boyu değerleri Çizelge 4.11'de, farklı tabansuyu derinliklerinde bitki boyu ile sulama suyu tuzluluğu ilişkisi ise Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Araştırmada 1992 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-bitki boyu ilişkisi

Çizelge 4.11. Araştırmanın ikinci yılında ölçülen bitki boyu değerleri (cm)

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	95	102	110	91
	97	98	94	88
	91	98	91	109
Ort.	94.3	99.3	98.3	96.0
T ₂	90	87	96	92
	85	105	98	100
	85	90	91	85
Ort.	86.7	94.0	95.0	92.3
T ₃	87	101	98	102
	84	83	96	86
	83	91	96	93
Ort.	84.7	91.7	96.7	93.7
T ₄	85	86	82	82
	81	95	86	91
	91	85	94	105
Ort.	85.7	88.7	87.3	92.7



Şekil 4.4. Araştırmada 1993 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-bitki boyu ilişkisi

Araştırmanın birinci ve ikinci yılında elde edilen bitki boyu değerleri birleştirilmiş varyans analizine göre incelenmiştir. Birleştirilen değerlere ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12'de, önemli bulunan faktörler için Duncan gruplandırmaları ise Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Araştırmanın her iki yılında elde edilen bitki boyu değerlerinin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Yıl	1	1123	1123	20.80**	0.000
D	3	1150	383	7.10**	0.000
T	3	506	169	3.13*	0.030
D x T	9	608	68	1.25	0.277
Hata	79	4263	54		
Genel	95	7649			

(*) % 5 önemlilik düzeyini göstermektedir

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.13. İki yıllık bitki boyu değerleri için tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları

Konular	Bitki Boyu (cm)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
D ₄	92.41	A	A
D ₃	91.39	A	A
D ₂	88.28	A	AB
D ₁	83.51	B	B
T ₁	91.17	A	A
T ₂	89.40	AB	A
T ₃	88.25	AB	A
T ₄	85.78	B	A

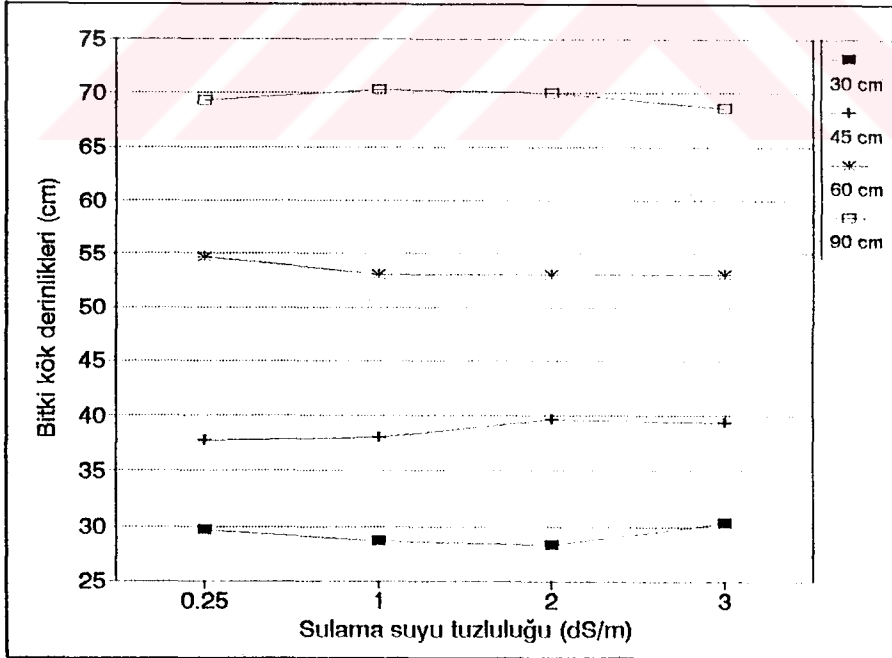
Çizelge 4.12'den görüldüğü gibi, iki yılın birlikte değerlendirildiği varyans analizine göre, bitki boyuna, tabansuyu derinliği % 1 önemlilikte etki yaparken, sulama suyu tuzluluğu % 5 önemlilikte etki etmiştir. Çizelge 4.13'de verilen tabansuyu derinliği Duncan gruplandırmasına göre; D₄-D₁, D₃-D₁ ve D₂-D₁ konuları arasındaki farklılık % 5'e göre, D₄-D₁ ve D₃-D₁ konuları arasındaki farklılık ise % 1'e göre önemli bulunmuştur. Bu gruplandırmada, en yüksek bitki boyu değeri D₄ konusunda (92.41 cm), en düşük bitki boyu değeri ise D₁ konusunda (83.51 cm) elde edilmiştir. Bu durum, bitki kök gelişimini engelleyecek kadar yüksek olan tabansuyu seviyesinin bitki boyunu kısalttığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Çizelge 4.13'deki sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmasına göre; en yüksek bitki boyu değeri T₁ konusunda (92.17 cm), en düşük bitki boyu değeri ise T₄ konusunda (85.78 cm) elde edilmiştir. Bu durum, tuzluluğun bitki boyuna etkili olduğunu, ancak bu etkinin tabansuyu derinliğinin etkisi kadar yüksek olmadığını göstermektedir. Sulama suyu Duncan gruplandırmasına göre, T₁-T₄ konuları arasındaki farklılık % 5'e göre önemli bulunmuştur.

Araştırmada hasattan sonra, bitkilerin toprak altı organlarını uzatabildikleri en son derinlik kök derinliği olarak ölçülmüştür. Tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğuna bağlı olarak araştırmanın ilk yılında ölçülen kök derinlikleri Çizelge 4.14'de, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu ile bitki kök derinliği ilişkisi ise Şekil 4.5'de verilmiştir.

Araştırmanın ikinci yılında ölçülen bitki kök derinliği değerleri Çizelge 4.15'de, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-bitki kök derinliği ilişkisi ise Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.14. Araştırmanın 1992 yılında ölçülen bitki kök derinlikleri (cm)

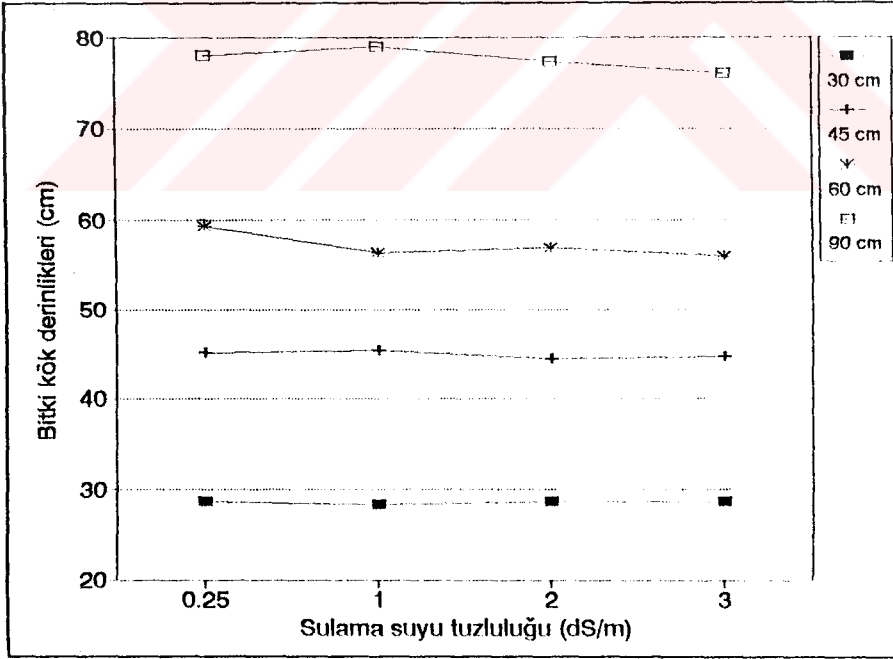
Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	30	37	56	69
	30	37	54	70
	29	39	54	69
Ort.	29.7	37.7	54.7	69.3
T ₂	29	39	48	68
	29	38	55	71
	28	37	56	72
Ort.	28.7	38.0	53.0	70.3
T ₃	26	40	52	69
	29	43	52	69
	30	36	55	72
Ort.	28.3	39.7	53.0	70.0
T ₄	28	36	54	65
	32	41	51	71
	31	41	54	70
Ort.	30.3	39.3	53.0	68.7



Şekil 4.5. Araştırmada 1992 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-bitki kök derinliği ilişkisi

Çizelge 4.15. Araştırmanın 1993 yılında ölçülen bitki kök derinlikleri (cm)

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	29	45	60	76
	29	45	61	80
	28	45	57	78
Ort.	28.7	45.0	59.3	78.0
T ₂	27	45	56	78
	28	47	55	80
	30	44	58	79
Ort.	28.3	45.3	56.3	79.0
T ₃	29	44	57	82
	30	44	59	72
	27	45	55	78
Ort.	28.7	44.3	57.0	77.3
T ₄	30	43	55	76
	28	46	56	76
	28	45	57	76
Ort.	28.7	44.7	56.0	76.0



Şekil 4.6 Araştırmada 1993 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-bitki kök derinliği ilişkisi

Araştırmada her iki yıla ait kök derinliği değerleri birleştirilerek varyans analizi yapılmıştır. İki yılın birlikte değerlendirildiği varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16'da, önemli bulunan faktör için Duncan gruplandırması ise Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Araştırmanın her iki yılında elde edilen bitki kök derinliği değerlerinin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Yıl	1	446	446	66.55**	0.000
D	3	26321	8774	1308.19**	0.000
T	3	6	2	0.32	0.814
D x T	9	41	5	0.67	0.731
Hata	79	530	7		
Genel	95	27344			

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.17. İki yıllık kök derinliği değerleri için tabansuyu derinliği Duncan gruplandırması

Konular	Bitki kök derinliği (cm)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
D ₄	73.59	A	A
D ₃	55.3	B	B
D ₂	41.75	C	C
D ₁	28.92	D	D

Araştırmanın her iki yılında elde edilen bitki kök derinliği değerlerinin varyans analizine göre; kök derinliğine, tabansuyu derinliği % 1 önemlilikte etki ederken, sulama suyu tuzluluğu etki etmemiştir (Çizelge 4.16). Çizelge 4.17'de verilen tabansuyu derinliği Duncan gruplandırmasında görüldüğü gibi bütün tabansuyu seviyesi konuları arasındaki farklılık % 5 ve % 1'e göre önemli bulunmuş ve en yüksek kök derinliği değeri D₄ konusunda (73.59 cm), en düşük kök derinliği değeri ise D₁ konusunda (28.92 cm) elde edilmiştir. Bu durum, yüksek tabansuyunun, bitki köklerinin derinlere doğru gelişmesini engellediğini açıkça göstermektedir.

4.3. Meyve Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular

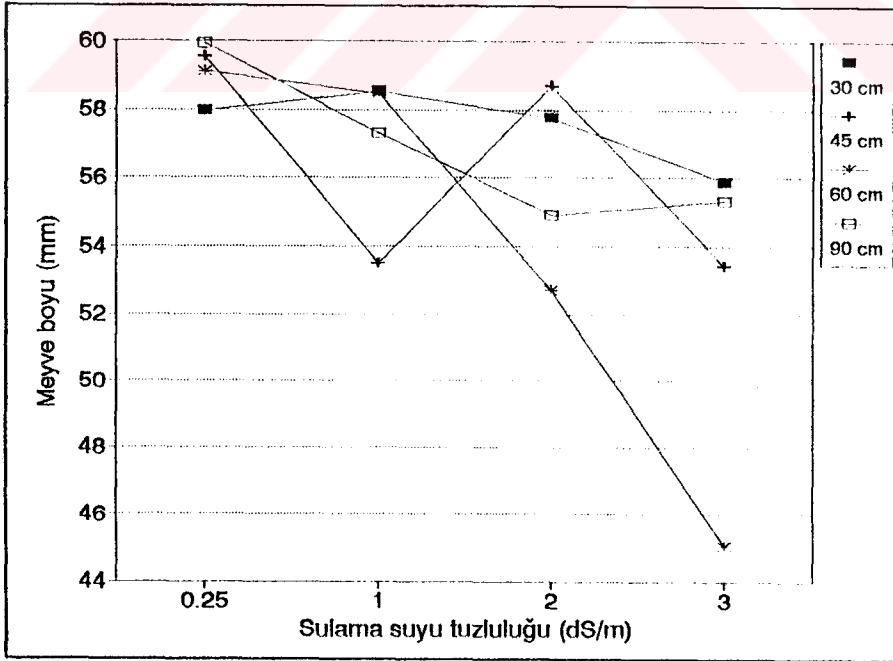
Bu bölümde, hasat edilen meyvelerde yapılan meyve boyu ve meyve çapı ölçümlerinin sonuçları verilmiştir.

Hasat edilen meyvelerin sap kısımlarının başlangıcı ile uç kısımları arasındaki mesafe bir kumpas yardımıyla ölçülmüş ve bu uzunluk meyve boyu olarak değerlendirilmiştir. Araştırmada 1992 yılında hasat edilen meyvelerin boylarına ilişkin

sonuçlar izelge 4.18'de, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-biber boyu ilişkisi ise şekil 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Araştırmada 1992 yılında elde edilen meyve boyu değerleri (mm).

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	58.6	59.5	57.0	57.5
	59.8	59.8	59.0	60.0
	55.5	59.3	61.3	62.3
Ort.	58.0	59.5	59.1	59.9
T ₂	59.8	52.0	56.8	59.7
	60.7	50.4	58.0	58.9
	55.1	58.1	60.6	53.3
Ort.	58.5	53.5	58.5	57.3
T ₃	58.6	56.4	54.0	63.3
	56.6	61.7	49.7	47.7
	58.1	58.0	54.4	53.7
Ort.	57.8	58.7	52.7	54.9
T ₄	55.2	53.6	50.2	55.6
	53.8	51.6	28.3	56.3
	58.6	55.0	56.6	54.0
Ort.	55.9	53.4	45.0	55.3



şekil 4.7. Araştırmada 1992 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve boyu ilişkisi

Araştırmanın birinci yılında ölçülen meyve boyu değerlerinin varyans analizi Çizelge 4.19'da verilmiştir. Buna göre; sulama suyu tuzluluğu meyve boyunu % 5 önemlilikte etkilemektedir. Sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması ise Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Araştırmanın birinci yılında ölçülen meyve boyu değerlerinin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	94	31	1.37	0.269
T	3	283	94	4.15*	0.014
D x T	9	258	29	1.26	0.298
Hata	32	729	23		
Genel	47	1364			

(*) % 5 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.20. Araştırmanın birinci yılında ölçülen meyve boyu değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması

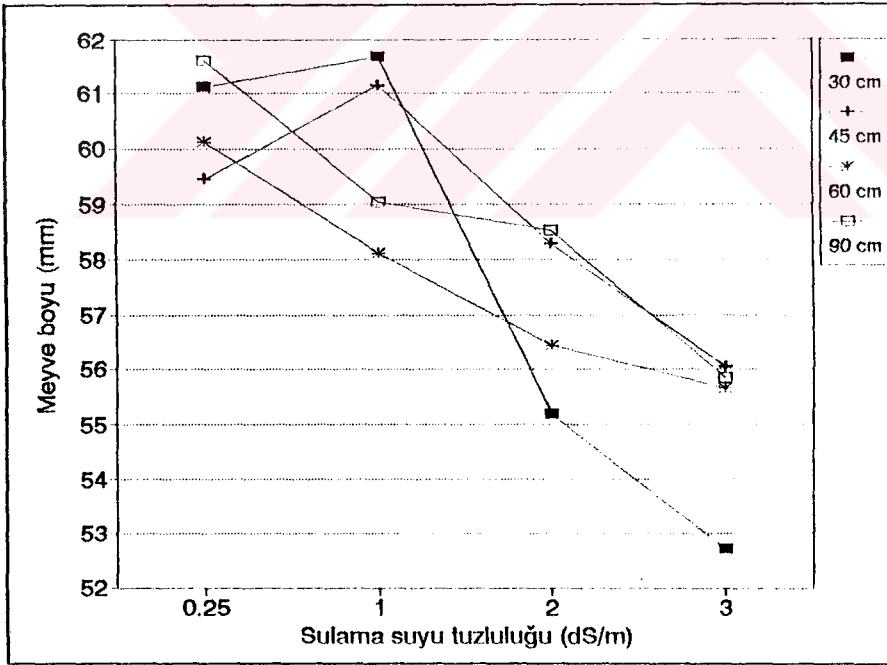
Konular	Meyve Boyu (mm)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
T ₁	59.14	A	A
T ₂	56.95	A	A
T ₃	56.02	AB	A
T ₄	52.40	B	A

Çalışmada, sulama suyu tuzluluğunun artmasına karşılık meyve boyunda kısaltmalar görülmüştür. Çizelge 4.20'de verilen sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmasına göre en yüksek meyve boyu değeri T₁ konusunda (59.14 mm), en düşük meyve boyu değeri ise T₄ konusunda (52.40 mm) elde edilmiştir. Bu gruplandırmada konular arasında % 1'e göre bir farklılık görülmezken, % 5'e göre T₁-T₄ ve T₂-T₄ konuları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur.

Araştırmada ikinci yıl ölçülen meyve boyu değerleri Çizelge 4.21'de, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve boyu ilişkisi ise Şekil 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Araştırmada 1993 yılında elde edilen meyve boyu değerleri (mm)

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	56.9	53.4	59.4	66.0
	67.7	64.1	62.2	57.0
	58.8	60.9	58.8	61.8
Ort.	61.1	59.5	60.1	61.6
T ₂	66.8	58.9	53.5	55.1
	59.3	64.8	61.6	58.6
	59.0	59.7	59.3	63.4
Ort.	61.7	61.2	58.1	59.0
T ₃	57.0	57.7	56.4	62.8
	55.7	59.5	53.1	55.7
	52.9	57.7	59.8	57.1
Ort.	55.2	58.3	56.4	58.5
T ₄	54.6	58.2	56.5	53.9
	50.1	54.1	54.7	55.9
	53.4	55.8	55.9	57.7
Ort.	52.7	56.0	55.7	55.8



Şekil 4.8. Araştırmada 1993 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve boyu ilişkisi

Çizelge 4.22'de görüldüğü gibi, araştırmada 1993 yılında ölçülen meyve boyu değerlerinin varyans analizi sonucunda, sulama suyu tuzluluğunun meyve boyuna % 1

önemlilikte etki ettiği saptanmıştır. Bu faktörün Duncan gruplandırması ise Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Araştırmada 1993 yılında ölçülen meyve boyu değerlerinin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	15	5	0.41	0.747
T	3	239	80	6.49**	0.001
D x T	9	64	7	0.58	0.802
Hata	32	394	12		
Genel	47	713			

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.23. Araştırmanın ikinci yılında ölçülen meyve boyu değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması

Konular	Meyve Boyu (mm)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
T ₁	60.59	A	A
T ₂	60.00	A	A
T ₃	57.11	B	AB
T ₄	55.07	B	B

Sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmasına göre, en büyük meyve boyu değeri T₁ konusunda (60.59 mm) ve en küçük değer T₄ konusunda (55.07 mm) elde edilmiştir. Çizelge 4.23'deki gruplandırmaya göre T₁-T₃, T₁-T₄, T₂-T₃ ve T₂-T₄ konuları arasındaki farklılıklar % 5'e göre, T₁-T₄ ve T₂-T₄ konuları arasındaki farklılıklar da % 1'e göre önemli bulunmuştur.

Araştırmada her iki yılda elde edilen meyve boyu değerleri yıllar esas alınarak birleştirilmiştir. İki yılın birlikte değerlendirildiği meyve boyu değerlerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.24'de, önemli bulunan faktörler için Duncan gruplandırması ise Çizelge 4.25'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Araştırmanın her iki yılında elde edilen meyve boyu değerlerinin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Yıl	1	102	102	5.78*	0.019
D	3	69	23	1.29	0.282
T	3	507	169	9.57**	0.000
D x T	9	106	12	0.67	0.735
Hata	79	1395	18		
Genel	95	2179			

(*) % 5 önemlilik düzeyini göstermektedir

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.25. İki yıllık meyve boyu değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması

Konular	Meyve Boyu (mm)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
T ₁	59.86	A	A
T ₂	58.48	AB	A
T ₃	56.56	B	AB
T ₄	53.74	C	B

Sulama suyu tuzluluğu faktörünün etkisi her iki yılda da benzer şekilde elde edilmiştir. İki yılın birlikte değerlendirildiği varyans analizine göre meyve boyuna, tabansuyu derinliğinin bir etkisi görülmezken, sulama suyu tuzluluğu % 1 önemlilik düzeyinde etki etmiştir(Çizelge 4.24).

Çizelge 4.25’de verilen Duncan gruplandırmasına göre T₁-T₃, T₁-T₄, T₂-T₄ ve T₃-T₄ konuları arasındaki farklılık % 5’e göre önemliyken, T₁-T₄ ve T₂-T₄ konuları arasındaki farklılık % 1’e göre önemli bulunmuştur. Bu gruplandırmada en büyük meyve boyu değeri T₁ konusunda (59.86 mm), en küçük meyve boyu değeri ise T₄ konusunda (53.74 mm) elde edilmiştir. Varyans analizi ve Duncan gruplandırmalarından, sulama suyu tuzluluğunun meyve boyunu önemli ölçüde etkilediği ve sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla meyve boyunun kısaldığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Hasat edilen meyvelerin gövde genişlikleri bir kumpas yardımıyla ölçülmüş ve bu genişlik meyve çapı olarak kaydedilmiştir. Araştırmanın ilk yılında hasat edilen meyvelerin çaplarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Araştırmada 1993 yılında elde edilen meyve çapı değerleri (mm)

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	48.8	45.7	47.9	42.7
	47.2	48.4	49.4	49.0
	45.3	44.7	48.5	44.2
Ort.	47.1	46.3	48.6	45.3
T ₂	48.6	45.2	45.9	49.2
	46.3	43.2	47.4	50.0
	45.9	50.5	46.3	48.5
Ort.	46.9	46.3	46.5	49.2
T ₃	48.1	48.2	45.5	44.2
	46.7	48.3	43.9	61.2
	47.2	48.0	45.3	48.4
Ort.	47.3	48.2	44.9	51.3
T ₄	47.5	43.3	47.0	47.0
	44.4	42.4	46.5	47.3
	48.8	46.4	45.0	46.6
Ort.	46.9	44.0	46.2	47.0

Çizelge 4.27'nin incelenmesinden görüleceği gibi araştırmanın birinci yılında ölçülen meyve çapı değerlerinin varyans analizi sonucundan, tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğunun meyve çapına bir etkisi olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.27. Araştırmada 1992 yılında ölçülen meyve çapı değerlerinin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	27	9	1.16	0.340
T	3	23	8	0.97	0.419
D x T	9	86	10	1.21	0.325
Hata	32	252	8		
Genel	47	388			

Araştırmada ikinci yıl ölçülen meyve çapı değerleri Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Araştırmada 1993 yılında elde edilen meyve çapı değerleri (mm)

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	46.7	51.1	51.1	51.1
	54.6	48.2	48.0	47.3
	48.4	48.5	48.9	49.9
Ort.	49.9	49.3	49.3	49.4
T ₂	48.1	49.0	43.3	46.3
	45.5	49.9	51.4	50.7
	50.6	49.5	50.4	48.3
Ort.	48.1	49.5	48.3	48.4
T ₃	51.3	45.9	51.2	46.5
	45.0	52.3	50.7	50.3
	47.5	47.5	46.2	48.8
Ort.	47.9	48.6	49.4	48.5
T ₄	46.9	47.2	46.2	44.5
	44.1	46.1	47.2	44.8
	52.2	49.9	48.0	47.5
Ort.	47.7	47.7	47.1	45.6

İkinci yılda elde edilen meyve çapı değerlerinin varyans analizi sonucunda, tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğunun meyve çapına bir etkisi olmadığı görülmüştür(Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Araştırmanın ikinci yılında ölçülen meyve çapı değerlerinin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	4	1	0.18	0.912
T	3	37	12	1.74	0.178
D x T	9	13	1	0.20	0.993
Hata	32	228	7		
Genel	47	282			

Araştırmanın her iki yılında ölçülen meyve çapı değerlerinin birleştirilerek yapılan varyans analizi sonuçları da birinci ve ikinci yılda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Buna göre, tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğunun meyve çapını etkilemediği sonucu ortaya çıkmaktadır.

4.4. Bitki Kalitesine İlişkin Bulgular

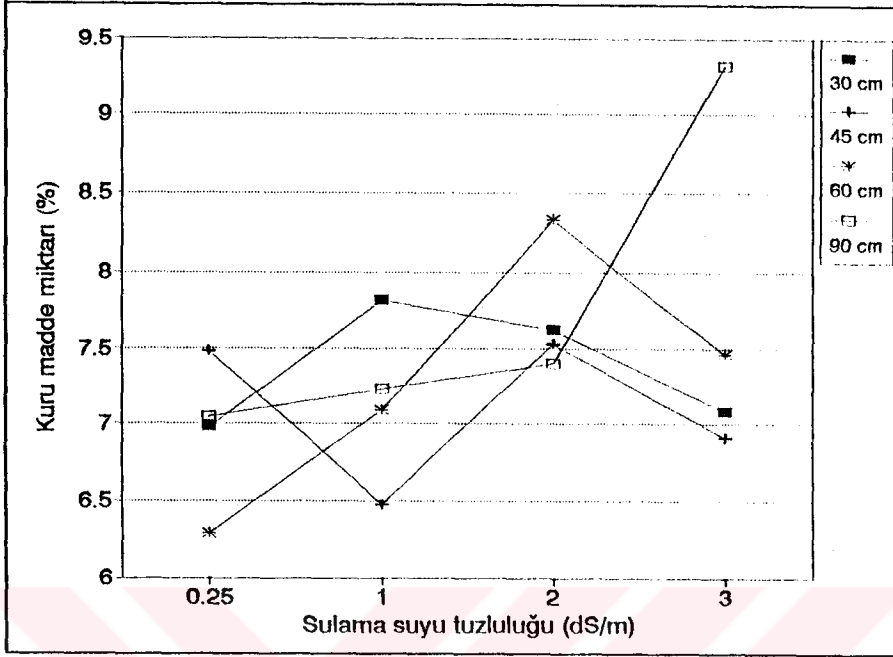
Bu bölümde bitkinin meyve, yaprak ve dal gibi organlarında yapılan bazı analiz sonuçları hakkında bilgi verilmiştir.

4.4.1. Meyve kalite analizi bulguları

Hasat edilen meyveler sabit ağırlığa gelinceye kadar 65 °C'de etüvde kurutulmuşlardır. Yaş meyvede kuru madde oranı % olarak bulunmuş ve meyve kuru madde miktarı olarak değerlendirilmiştir(Kacar 1972). Araştırmanın birinci yılında elde edilen meyve kuru madde değerleri Çizelge 4.30'da, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve kuru madde miktarı arasındaki ilişki ise Şekil 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Araştırmada 1992 yılında elde edilen meyve kuru madde değerleri (%)

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	7.58	8.19	6.38	7.58
	6.50	6.92	6.14	7.23
	6.85	7.33	6.33	6.33
Ort.	6.98	7.48	6.28	7.05
T ₂	6.87	6.50	6.49	7.57
	8.33	6.92	6.59	6.47
	8.27	5.99	8.20	7.65
Ort.	7.82	6.47	7.09	7.23
T ₃	7.60	8.25	7.33	7.42
	8.20	6.87	7.99	7.95
	7.08	7.46	9.68	6.84
Ort.	7.63	7.53	8.33	7.40
T ₄	7.04	6.88	7.62	10.67
	6.36	7.90	7.89	9.58
	7.84	5.94	6.88	7.70
Ort.	7.08	6.91	7.46	9.32



Şekil 4.9. Araştırmada 1992 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve kuru madde miktarı ilişkisi

Şekil 4.9'da görüldüğü gibi sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak meyvede kuru madde miktarı artmaktadır. Elde edilen değerlerin varyans analizi sonucunda sulama suyu tuzluluğu meyvede kuru madde miktarına % 5 önemlilikte etki etmiştir. Ancak tabansuyu derinliği x sulama suyu tuzluluğu interaksiyonu önemli çıktığı için değerlendirme interaksiyona göre yapılmıştır (Çizelge 4.31). Önemli bulunan interaksiyonun Duncan gruplandırması Çizelge 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Araştırmada 1992 yılında belirlenen meyve kuru madde değerleri varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	3	1	1.43	0.251
T	3	5	2	2.89*	0.050
D x T	9	15	2	2.64*	0.021
Hata	32	20	1		
Genel	47	43			

(*) % 5 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.32. Meyve kuru madde değerleri için tabansuyu derinliği seviyelerinde sulama suyu tuzluluğu ve sulama suyu tuzluluğu seviyelerinde tabansuyu derinliği değerlerinin % 5'e göre Duncan gruplandırması

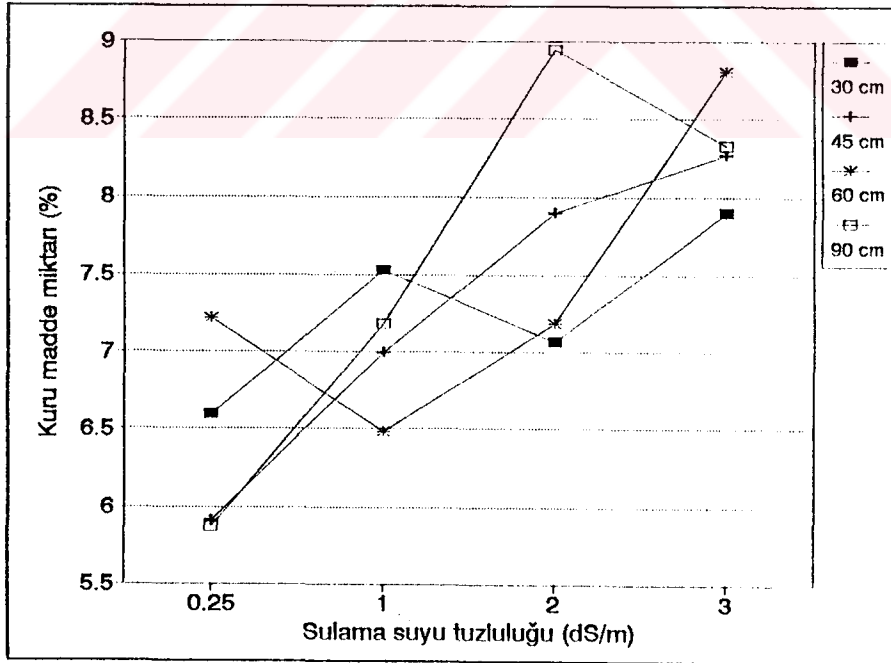
		Tabansuyu derinliği (cm)			
		D ₁ =30	D ₂ =45	D ₃ =60	D ₄ =90
Sulama suyu tuzluluğu (dS/m)	T ₁ =0.25	A 6.98	A 7.48	B 6.29	B 7.05
	T ₂ =1	A 7.83	A 6.47	AB 7.10	B 7.23
	T ₃ =2	A 7.63	A 7.53	A 8.34	B 7.41
	T ₄ =3	A 7.08	A 6.91	AB 7.47	A 9.32
		Sulama suyu tuzluluğu (dS/m)			
		T ₁ =0.25	T ₂ =1	T ₃ =2	T ₄ =3
Tabansuyu derinliği (cm)	D ₁ =30	A 6.98	A 7.83	A 7.63	B 7.08
	D ₂ =45	A 7.48	A 6.47	A 7.53	B 6.91
	D ₃ =60	A 6.29	A 7.10	A 8.34	B 7.47
	D ₄ =90	A 7.05	A 7.23	A 7.41	A 9.32

Tabansuyu derinliği ile sulama suyu tuzluluğu arasında interaksiyonun önemli çıkması, tabansuyu derinliği etkisinin, tuzlulukla birlikte değiştiğini yada sulama suyu tuzluluğu etkisinin, farklı tabansuyu seviyelerinde farklı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğunun etkisi ve sulama suyu tuzluluğu seviyelerinde tabansuyu derinliğinin etkisi ayrı ayrı incelenmiştir. Buna göre tabansuyu derinliğinin 30 ve 45 cm olduğu konularda bir farklılık görülmezken, derinlik 60 cm olduğunda T₁-T₃ konuları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Ayrıca 90 cm derinlik için de T₁-T₄, T₂-T₄ ve T₃-T₄ konuları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Sulama suyu tuzluluğu seviyelerinde tabansuyu derinliği değerleri Duncan gruplandırmasına göre; tuzluluğun T₁, T₂ ve T₃ olduğu konularda tüm derinlik konuları aynı sınıfta yer alırken, tuzluluğun 3 dS/m olduğu T₄ konusunda D₄-D₁, D₄-D₂ ve D₄-D₃ konuları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur.

Araştırmada 1993 yılında elde edilen meyve kuru madde değerleri Çizelge 4.33'de, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve kuru madde miktarı ilişkisi ise Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.33. Araştırmada 1993 yılında elde edilen meyve kuru madde değerleri (%)

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	6.97	7.39	6.95	6.10
	6.59	5.14	7.26	4.15
	6.21	5.21	7.43	7.36
Ort.	6.59	5.91	7.21	5.87
T ₂	5.63	10.00	6.00	7.23
	8.11	5.48	6.16	7.13
	8.84	5.50	7.28	7.18
Ort.	7.53	6.99	6.48	7.18
T ₃	4.38	6.83	8.37	8.46
	8.53	9.84	5.82	9.08
	8.28	7.03	7.37	9.30
Ort.	7.06	7.90	7.19	8.95
T ₄	7.92	7.60	10.37	8.32
	7.87	8.01	7.33	8.22
	7.90	9.21	8.70	8.47
Ort.	7.90	8.27	8.80	8.34



Şekil 4.10. Araştırmada 1993 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-meyve kuru madde miktarı ilişkisi

Şekil 4.10'da görüldüğü gibi meyvede kuru madde miktarları sulama suyu tuzluluğunun artması ile artış göstermektedir. Elde edilen verilerin varyans analizi sonucunda sulama suyu tuzluluğunun meyve kuru madde miktarına % 1 önemlilikte etki ettiği görülmüştür(Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. Araştırmada 1993 yılı için belirlenen meyve kuru madde değerleri varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	1	0	0.16	0.925
T	3	26	9	4.93**	0.006
D x T	9	13	1	0.80	0.616
Hata	32	55	2		
Genel	47	94			

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.35'de önemli olarak bulunan sulama suyu tuzluluğu faktörünün Duncan gruplandırması verilmiştir.

Çizelge 4.35. Araştırmanın ikinci yılında elde edilen meyve kuru madde değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması

Konular	Meyvede kuru madde (%)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
T ₄	8.33	A	A
T ₃	7.78	AB	AB
T ₂	7.05	BC	AB
T ₁	6.40	C	B

Çizelge 4.35'e göre, en yüksek kuru madde değeri T₄ konusunda (% 8.33), en düşük kuru madde değeri ise T₁ konusunda (% 6.4) elde edilmiştir. Gruplandırmaya göre T₄-T₂, T₄-T₁ ve T₃-T₁ konuları arasındaki farklılık % 5'e göre, T₄-T₁ konuları arasındaki farklılık ise % 1'e göre önemli bulunmuştur.

Araştırma sonuçlarını daha genel bir şekilde görmek için her iki yılda elde edilen kuru madde değerlerinin birleştirilmesinden sonra yapılan varyans analizinde sulama suyu tuzluluğunun meyve kuru madde değerine % 1 önemlilikte etki ettiği görülmüştür(Çizelge 4.36). Sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması Çizelge 4.37'de verilmiştir.

Çizelge 4.36. Araştırmanın her iki yılında elde edilen meyve kuru madde değerleri varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Yıl	1	0	0	0.00	0.976
D	3	3	1	0.80	0.495
T	3	27	9	7.17**	0.000
D x T	9	10	1	0.87	0.555
Hata	79	98	1		
Genel	95	137			

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.37. İki yıllık meyve kuru madde miktarı değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması

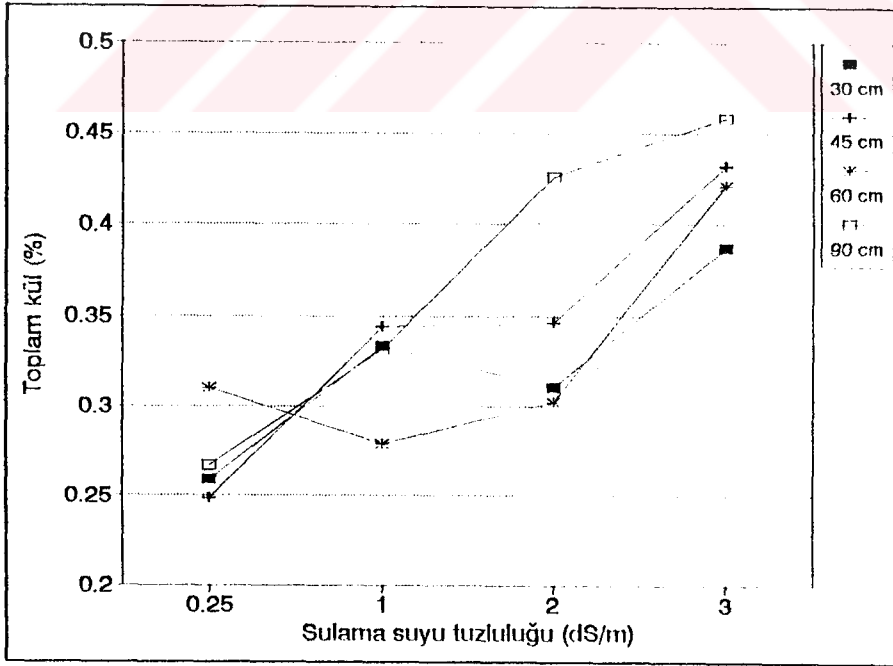
Konular	Meyvede kuru madde (%)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
T ₄	8.01	A	A
T ₃	7.75	A	AB
T ₂	7.10	B	BC
T ₁	6.68	B	C

Çizelge 4.37’de verilen gruplandırmaya göre en yüksek kuru madde değeri T₄ konusunda (% 8.01), en düşük kuru madde değeri ise T₁ konusunda (% 6.68) elde edilmiştir. Gruplandırmaya göre T₄-T₂, T₄-T₁, T₃-T₂ ve T₃-T₁ konuları arasındaki farklılık % 5’e göre, T₄-T₂, T₄-T₁ ve T₃-T₁ konuları arasındaki farklılık ise % 1’e göre önemli bulunmuştur. Varyans analizi ve Duncan gruplandırmalarından, sulama suyu tuzluluğunun meyve kuru madde içeriğine önemli derecede etki ettiği ve tuzluluğun artmasıyla kuru madde içeriğinin arttığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

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 4.38’de verilmiştir. Ayrıca değerlere ilişkin farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-toplam kül miktarı etkileşimi Şekil 4.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.38. Meyvelerde toplam kül miktarı (%)

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	0.305	0.349	0.334	0.286
	0.241	0.192	0.356	0.192
	0.231	0.206	0.241	0.323
Ort.	0.259	0.249	0.310	0.267
T ₂	0.258	0.471	0.352	0.357
	0.340	0.286	0.212	0.373
	0.402	0.274	0.272	0.264
Ort.	0.333	0.344	0.279	0.332
T ₃	0.199	0.327	0.370	0.423
	0.403	0.402	0.224	0.326
	0.329	0.309	0.313	0.529
Ort.	0.311	0.346	0.303	0.426
T ₄	0.390	0.329	0.521	0.361
	0.383	0.443	0.280	0.353
	0.388	0.523	0.463	0.660
Ort.	0.387	0.431	0.421	0.458



Şekil 4.11. Farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-meyvelerde toplam kül miktarı ilişkisi

Araştırmada elde edilen meyvede toplam kül miktarı değerlerine ilişkin varyans analizi Çizelge 4.39'da, önemli bulunan sulama suyu tuzluluğu faktörü için Duncan gruplandırması ise Çizelge 4.40'da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Meyvede toplam kül değerleri varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	0.0167	0.0056	0.69	0.563
T	3	0.1466	0.0489	6.11**	0.002
D x T	9	0.034	0.0038	0.47	0.883
Hata	32	0.2561	0.008		
Genel	47	0.4533			

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.40. Meyvede toplam kül değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması

Konular	Meyvede toplam kül (%)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
T ₄	0.43	A	A
T ₃	0.35	B	AB
T ₂	0.33	B	AB
T ₁	0.28	B	B

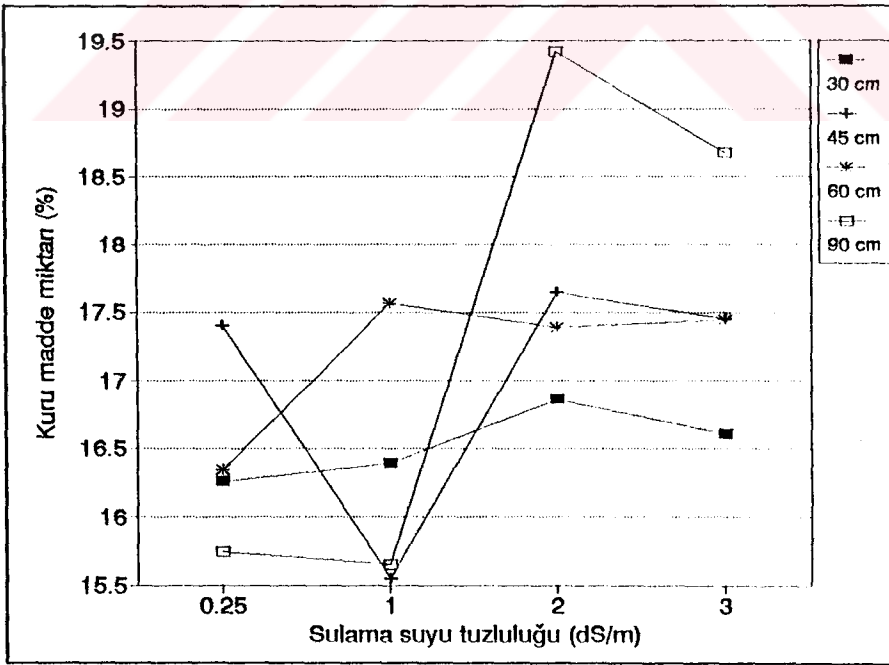
Çizelge 4.40'da verilen gruplandırmaya göre en yüksek toplam kül değeri T₄ konusunda (% 0.43), en düşük toplam kül değeri ise T₁ konusunda (% 0.28) elde edilmiştir. Gruplandırmada T₄-T₃, T₄-T₂ ve T₄-T₁ konuları arasındaki farklılık % 5'e, T₄-T₁ konuları arasındaki farklılık ise % 1'e göre önemli bulunmuştur. Varyans analizi ve Duncan gruplandırmalarından, sulama suyu tuzluluğunun, meyve toplam kül miktarına önemli derecede etki ettiği ve tuzluluğun artmasına paralel olarak toplam kül miktarının arttığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

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 4.41'de, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-yaprak kuru madde miktarı ilişkisi ise Şekil 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Araştırmada belirlenen yaprak kuru madde miktarı değerleri (%)

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	16.88	16.04	16.03	16.30
	16.73	18.24	16.36	15.48
	15.15	17.91	16.62	15.44
Ort.	16.25	17.40	16.34	15.74
T ₂	18.06	17.09	17.94	15.39
	16.60	15.76	18.96	16.43
	14.49	13.79	15.79	15.13
Ort.	16.38	15.55	17.56	15.65
T ₃	16.91	19.32	16.84	18.92
	16.77	17.46	18.54	20.78
	16.90	16.14	16.78	18.55
Ort.	16.86	17.64	17.39	19.42
T ₄	17.64	17.95	17.35	19.60
	16.60	17.84	17.22	18.34
	15.56	16.57	17.76	18.09
Ort.	16.60	17.45	17.44	18.68



Şekil 4.12. Farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-yaprak kuru madde miktarı ilişkisi

Belirlenen yaprak kuru madde değerlerinin varyans analizi sonucunda, sulama suyu tuzluluğu ile tabansuyu derinliği interaksyonu önemli bulunmuştur(Çizelge 4.42). İnteraksiyona göre hazırlanan Duncan gruplandırmaları Çizelge 4.43’de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Yapraklarda kuru madde değerleri varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	4.745	1.582	1.32	0.284
T	3	21.7	7.233	6.06**	0.002
D x T	9	25.033	2.781	2.33*	0.038
Hata	32	38.218	1.194		
Genel	47	89.696			

(*) % 5 önemlilik düzeyini göstermektedir

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.43’de belli bir tabansuyu derinliği için sulama suyu tuzluluğu ve belli bir sulama suyu tuzluluğu için tabansuyu derinliği değişimlerine karşılık gelen Duncan grupları görülmektedir. Buna göre tabansuyunun 45 cm olduğu konuda T_2 konusu ile diğer konular arasındaki farklılık önemli çıkmıştır. Tabansuyunun olmadığı D_4 konusunda ise T_1 - T_3 , T_1 - T_4 , T_2 - T_3 ve T_2 - T_4 konuları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.43. Yaprak kuru madde değerleri için tabansuyu derinliği seviyelerinde sulama suyu tuzluluğu ve sulama suyu tuzluluğu seviyelerinde tabansuyu derinliği değerlerinin % 5 seviyesinde Duncan gruplandırması

		Tabansuyu derinliği (cm)			
		$D_1=30$	$D_2=45$	$D_3=60$	$D_4=90$
Sulama suyu tuzluluğu (dS/m)	$T_1=0.25$	A 16.26	A 17.40	A 16.34	B 15.74
	$T_2=1$	A 16.39	B 15.55	A 17.57	B 15.65
	$T_3=2$	A 16.86	A 17.64	A 17.39	A 19.42
	$T_4=3$	A 16.60	A 17.46	A 17.45	A 18.68
		Sulama suyu tuzluluğu (dS/m)			
		$T_1=0.25$	$T_2=1$	$T_3=2$	$T_4=3$
Tabansuyu derinliği (cm)	$D_1=30$	A 16.26	AB 16.39	B 16.86	B 16.60
	$D_2=45$	A 17.40	B 15.55	AB 17.64	AB 17.46
	$D_3=60$	A 16.34	A 17.57	B 17.39	AB 17.45
	$D_4=90$	A 15.74	B 15.65	A 19.42	A 18.68

Çizelgenin ikinci kısmında belirli bir sulama suyu tuzluluğu için tabansuyu derinliğinin değişimine karşılık gelen Duncan grupları verilmiştir. Buna göre, yaprak

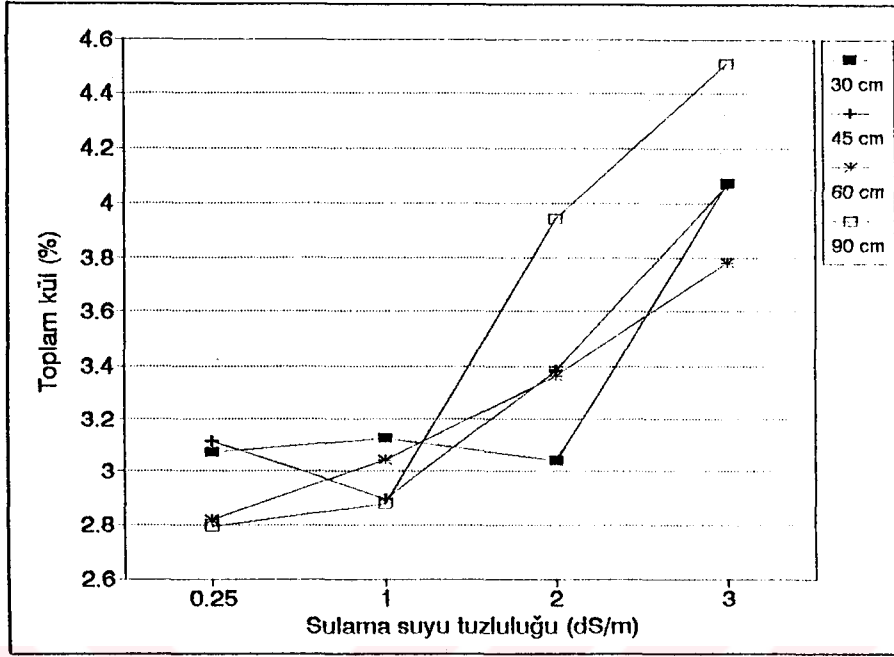
kuru madde miktarı açısından T_1 konuları arasında farklılık görülmemiştir. T_2 konularında ise D_3 - D_4 ve D_3 - D_2 konuları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. T_3 konularında D_4 - D_3 ve D_4 - D_1 konuları arasındaki farklılık, T_4 konularında ise D_4 - D_1 konuları arasındaki farklılıklar % 5'e göre önemli bulunmuştur. Duncan çizelgesindeki ortalamalar dikkate alındığında en yüksek kuru madde değeri T_3 - D_4 konusunda (% 19.42), en düşük kuru madde değeri T_2 - D_2 konusunda (% 15.55) elde edilmiştir.

Yapraklarda toplam kül miktarı değerleri, yaş yaprakta toplam kül yüzdesi olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler Çizelge 4.44'de, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-yaprak toplam kül miktarı ilişkisi ise Şekil 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.44. Yapraklarda belirlenen toplam kül miktarı değerleri (%)

Konular	D_1	D_2	D_3	D_4
T_1	3.593	3.122	2.616	3.360
	2.825	3.476	2.758	2.061
	2.797	2.744	3.078	2.953
Ort.	3.072	3.114	2.817	2.791
T_2	3.426	3.772	3.417	3.247
	3.074	2.820	3.223	2.962
	2.871	2.088	2.490	2.426
Ort.	3.124	2.893	3.043	2.878
T_3	2.793	3.592	2.855	3.655
	2.556	3.087	3.205	3.824
	3.769	3.476	4.038	4.356
Ort.	3.039	3.385	3.366	3.945
T_4	3.898	4.001	3.608	4.506
	4.429	3.738	3.800	4.349
	3.891	4.460	3.939	4.677
Ort.	4.073	4.066	3.783	4.510

Çizelge 4.45'de verilen yaprak toplam kül miktarlarının varyans analizinde, tabansuyu derinliğinin yaprak toplam kül miktarına etkisinin olmadığı, sulama suyu tuzluluğunun ise % 1 önemlilikte etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Önemli bulunan bu faktöre ait Duncan testi Çizelge 4.46'da verilmiştir.



Şekil 4.13. Farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-yaprak toplam kül miktarı ilişkisi

Çizelge 4.45. Yapraklarda toplam kül değerleri varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	0.5011	0.167	0.81	0.499
T	3	10.4972	3.4991	16.91**	0.000
D x T	9	1.9644	0.2183	1.06	0.421
Hata	32	6.6196	0.2069		
Genel	47	19.5823			

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.46. Yapraklarda toplam kül değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması

Konular	Yaprakta toplam kül (%)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
T ₄	4.11	A	A
T ₃	3.44	B	B
T ₂	2.99	C	B
T ₁	2.95	C	B

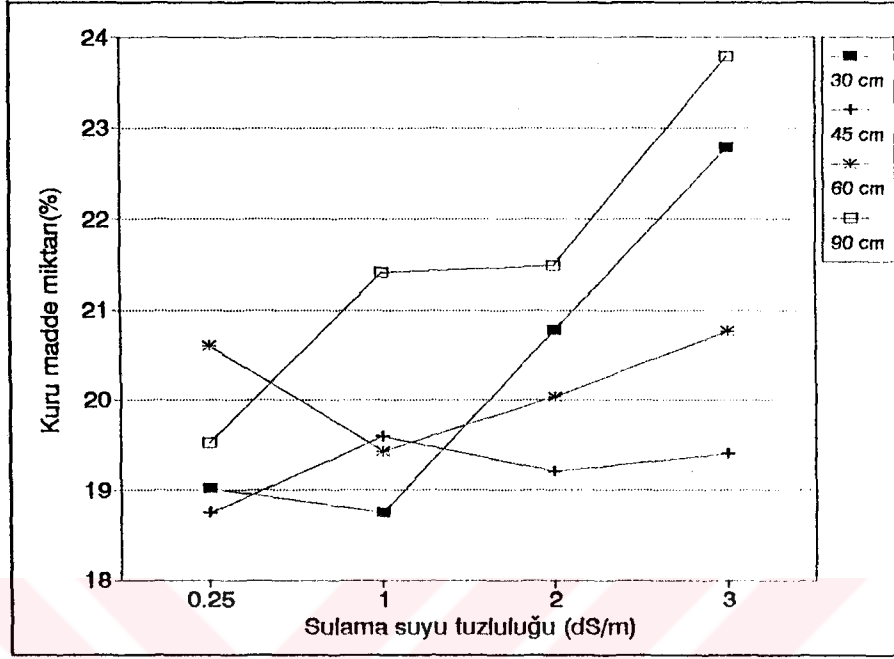
Çizelge 4.46'da verilen gruplandırmaya göre; en yüksek yaprak toplam kül değeri T_4 konusunda (% 4.11), en düşük değer ise T_1 konusunda (% 2.95) elde edilmiştir. Gruplandırmada T_4-T_3 , T_4-T_2 , T_4-T_1 , T_3-T_2 ve T_3-T_1 konuları arasındaki farklılık % 5'e göre, T_4-T_3 , T_4-T_2 ve T_4-T_1 konuları arasındaki farklılık ise % 1'e göre önemli bulunmuştur. Varyans analizi ve Duncan gruplandırmalarından, sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla kül miktarının arttığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

4.4.3. Bitkinin toprak üstü vegetatif aksamı kalite analizi bulguları

Bitkinin toprak üstü vegetatif aksamı olarak gözönüne alınan dal örneklerinin kurutulup yaş ağırlıklarına oranlanmasıyla kuru madde miktarları belirlenmiştir. Elde edilen kuru madde değerleri Çizelge 4.47'de, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-dal kuru madde miktarı ilişkisi ise Şekil 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Araştırmada belirlenen dal kuru madde miktarı değerleri (%)

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	19.39	19.38	20.10	18.67
	19.73	18.53	21.07	19.36
	17.94	18.34	20.63	20.53
Ort.	19.02	18.75	20.60	19.52
T ₂	19.54	19.19	19.09	18.15
	18.37	20.96	20.07	23.12
	18.34	18.64	19.16	23.00
Ort.	18.75	19.60	19.44	21.42
T ₃	19.36	18.00	23.18	21.73
	20.18	19.79	15.48	19.18
	22.76	19.85	21.42	23.58
Ort.	20.77	19.21	20.03	21.50
T ₄	18.16	17.68	21.72	21.60
	26.29	22.35	20.51	24.21
	23.88	18.20	20.03	25.55
Ort.	22.78	19.41	20.75	23.79



Şekil 4.14. Farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-Dal kuru madde miktarı ilişkisi

Belirlenen dal kuru madde değerlerinin varyans analizi sonucunda, tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğunun dal kuru madde miktarına bir etkisi olmadığı görülmüştür(Çizelge 4.48).

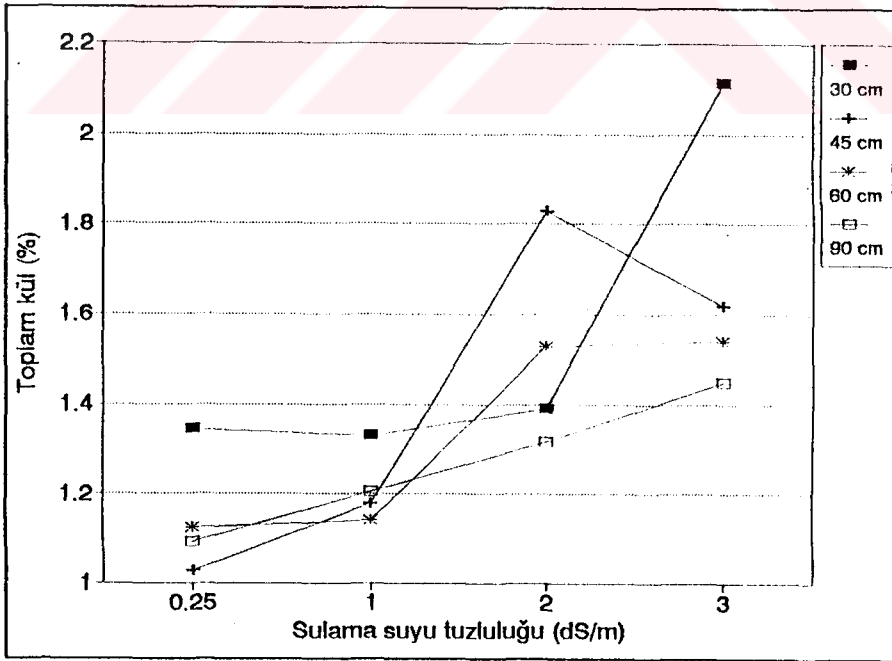
Çizelge 4.48. Dal örneklerinde kuru madde miktarı varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	32.435	10.812	2.59	0.070
T	3	34.112	11.371	2.72	0.061
D x T	9	28.895	3.211	0.77	0.645
Hata	32	133.601	4.175		
Genel	47	229.043			

Dal örneklerinde belirlenen toplam kül miktarı değerleri Çizelge 4.49'da, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-dal toplam kül miktarı ilişkisi ise Şekil 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.49. Dal örneklerinde belirlenen toplam kül miktarı değerleri (%)

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	1.351	0.776	1.266	1.375
	1.460	1.277	1.052	0.929
	1.221	1.029	1.052	0.972
Ort.	1.344	1.027	1.123	1.092
T ₂	1.368	0.980	1.140	1.155
	1.109	1.362	1.321	1.308
	1.517	1.194	0.964	1.156
Ort.	1.331	1.179	1.142	1.207
T ₃	1.189	1.769	1.546	1.003
	1.279	1.584	0.939	1.626
	1.710	2.128	2.098	1.324
Ort.	1.392	1.827	1.528	1.318
T ₄	1.581	1.224	1.913	1.249
	1.949	1.999	1.284	1.547
	2.814	1.630	1.422	1.551
Ort.	2.115	1.618	1.540	1.449



Şekil 4.15. Farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-dal toplam kül miktarı ilişkisi

Gerek Çizelge 4.49, gerekse Şekil 4.15'in incelenmesinden, sulama suyu tuzluluğunun dallardaki kül miktarını etkilediği görülmektedir. Varyans analizi sonucunda bu etkinin % 1 önemlilikte olduğu belirlenmiştir(Çizelge 4.50). Önemli bulunan sulama suyu tuzluluğu faktörü için yapılan Duncan gruplandırması Çizelge 4.51'de verilmiştir.

Çizelge 4.50. Dal örneklerinde toplam kül değerleri varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	0.5194	0.1731	1.79	0.169
T	3	2.2814	0.7605	7.86**	0.000
D x T	9	0.9641	0.1071	1.11	0.386
Hata	32	3.0962	0.0968		
Genel	47	6.8611			

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.51. Dal örneklerinde toplam kül değerleri için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması

Konular	Dalda toplam kül (%)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
T ₄	1.69	A	A
T ₃	1.52	A	AB
T ₂	1.22	B	BC
T ₁	1.15	B	C

Çizelge 4.51'de verilen gruplandırmaya göre, en yüksek dal toplam kül değeri T₄ konusunda (% 1.69), en düşük değer ise T₁ konusunda (% 1.15) elde edilmiştir. Gruplandırmada T₄-T₂, T₄-T₁, T₃-T₂ ve T₃-T₁ konuları arasındaki farklılık % 5'e, T₄-T₂, T₄-T₁ ve T₃-T₁ konuları arasındaki farklılık ise % 1'e göre önemli bulunmuştur. 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

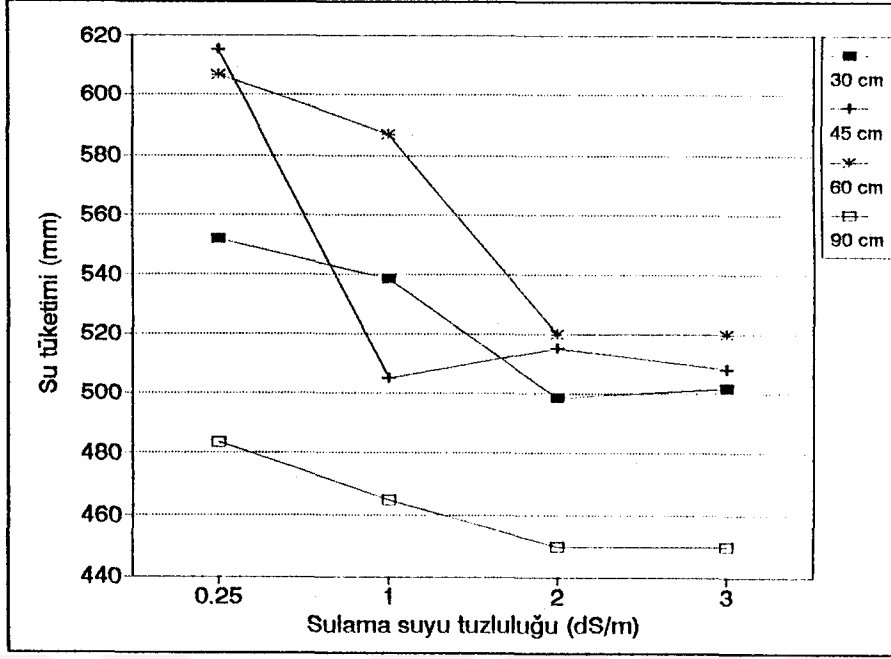
Denemenin her iki yılında da fidelerin lizimetrelerle dikiminden itibaren çiçeklenme dönemine kadar bitki gelişimini sağlayacak normal düzeyde homojen bir su uygulaması yapılmıştır. Bitkilerin çiçeklenme döneminden itibaren farklı kalitede sulama suyu ve farklı derinliklerde tabansuyu konuları uygulanmaya başlanmıştır.

Bitkilerin çiçeklenme döneminden itibaren tükettikleri su miktarı, tüm yetiştirme periyodu boyunca ölçülmüş ve bu değerler mm olarak kaydedilmiştir. Araştırmanın birinci yılı için elde edilen su tüketimi değerleri konulara göre Çizelge 4.52’de, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-bitki su tüketimi ilişkisi ise Şekil 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.52 ve Şekil 4.16’dan görüldüğü gibi tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu bitki su tüketimini etkilemektedir. Bu etki hem tabansuyu derinliği, hem de sulama suyu tuzluluğu açısından % 1 önemlilikte bulunmuştur(Çizelge 4.53). Önemli bulunan bu faktörler için Duncan gruplandırmaları Çizelge 4.54’de verilmiştir.

Çizelge 4.52. Araştırmada 1992 yılında ölçülen su tüketimi değerleri (mm)

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	555	615	640	480
	575	625	580	480
	525	605	600	490
Ort.	551.7	615.0	606.7	483.3
T ₂	605	515	580	470
	505	485	560	465
	505	515	620	460
Ort.	538.3	505.0	586.7	465.0
T ₃	515	565	600	450
	455	545	480	450
	525	435	480	450
Ort.	498.3	515.0	520.0	450.0
T ₄	495	495	540	450
	525	495	520	450
	485	535	500	450
Ort.	501.7	508.3	520.0	450.0



Şekil 4.16. Araştırmada 1992 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-bitki su tüketimi ilişkisi

Çizelge 4.53. Araştırmanın birinci yılında ölçülen su tüketimi değerleri varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	60964	20321	17.30**	0.000
T	3	38081	12694	10.81**	0.000
D x T	9	13992	1555	1.32	0.264
Hata	32	37583	1174		
Genel	47	150620			

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.54. Su tüketimi değerleri için tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması

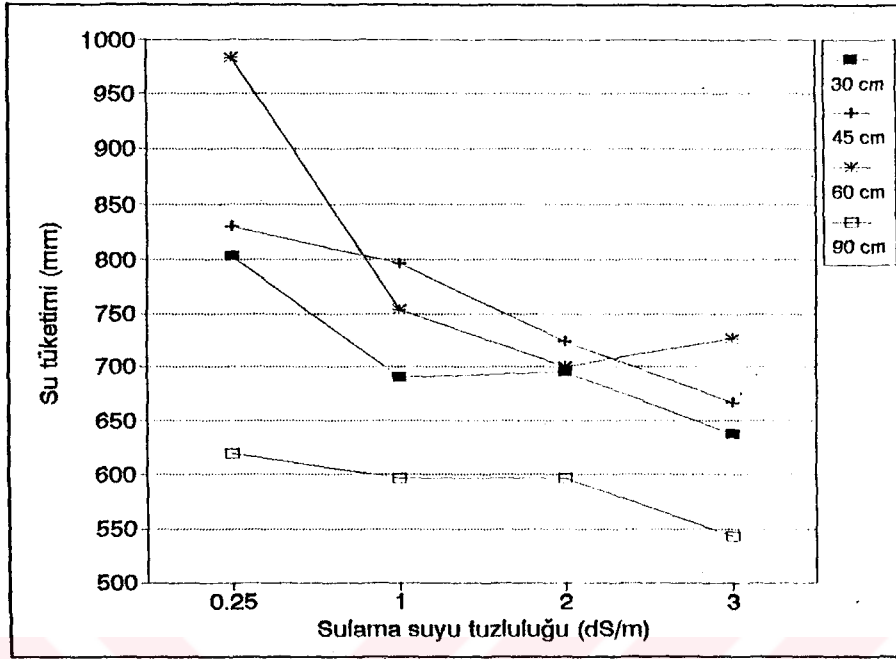
Konular	Su tüketimi (mm)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
D ₃	558.3	A	A
D ₂	535.8	AB	A
D ₁	522.5	B	A
D ₄	462.1	C	B
T ₁	562.4	A	A
T ₂	523.8	B	B
T ₃	495.8	B	B
T ₄	495	B	B

Çizelge 4.54'de verilen gruplandırmaya göre, en fazla su tüketimi D_3 konusunda (558.3 mm), en düşük su tüketimi ise tabansuyu bulunmayan D_4 konusunda elde edilmiştir. Gruplandırmada D_3-D_1 , D_3-D_4 , D_2-D_4 ve D_1-D_4 konuları arasındaki farklılık % 5'e, D_3-D_4 , D_2-D_4 ve D_1-D_4 konuları arasındaki farklılık ise % 1'e göre önemli bulunmuştur. Çizelgenin sulama suyu tuzluluğu kısmında ise en fazla su tüketimi T_1 konusunda (564.2 mm), en düşük su tüketimi de T_4 konusunda (495.0 mm) elde edilmiştir. Gruplandırmada T_1-T_2 , T_1-T_3 ve T_1-T_4 konuları arasındaki farklılık % 1'e göre önemli bulunmuştur. Varyans analizi ve Duncan gruplandırmalarından, tabansuyu bulunan konularda bitki su tüketiminin arttığı, buna karşılık sulama suyu tuzluluğunun artmasının su tüketimini azalttığı sonuçları ortaya çıkmaktadır. Torres and Hanks (1989) yaptıkları çalışmada aynı sonucu ortaya çıkarmışlardır.

Araştırmanın ikinci yılı için elde edilen su tüketimi değerleri Çizelge 4.55'de, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-bitki su tüketimi ilişkisi ise Şekil 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.55. Araştırmada 1993 yılında ölçülen su tüketimi değerleri (mm)

Konular	D_1	D_2	D_3	D_4
T_1	780	930	980	630
	760	800	1070	600
	870	760	900	630
Ort.	803.3	830.0	983.3	620.0
T_2	770	790	660	620
	660	830	770	620
	640	770	830	550
Ort.	690.0	796.7	753.3	596.7
T_3	715	810	700	630
	750	680	680	570
	620	680	720	590
Ort.	695.0	723.3	700.0	596.7
T_4	640	600	700	590
	590	680	730	550
	680	720	750	490
Ort.	636.7	666.7	726.7	543.3



Şekil 4.17. Araştırmada 1993 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-bitki su tüketimi ilişkisi

Elde edilen değerlerin varyans analizi sonunda tabansuyu derinliği, sulama suyu tuzluluğu interaksionu % 5'e göre önemli bulunmuştur (Çizelge 4.56). İnteraksiyona ilişkin Duncan gruplandırması Çizelge 4.57'de verilmiştir.

Çizelge 4.56. Araştırmanın ikinci yılında ölçülen su tüketimi değerleri varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	277193	92398	27.28**	0.000
T	3	183068	61023	18.02**	0.000
D x T	9	71380	7931	2.34*	0.037
Hata	32	108383	3387		
Genel	47	640024			

(*) % 5 önemlilik düzeyini göstermektedir

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.57'de belli bir tabansuyu düzeyi için sulama suyu tuzluluğu değişimine karşılık gelen Duncan grupları görülmektedir. Çizelgeye göre, D_1 ve D_3 konuları dikkate alındığında T_1-T_2 , T_1-T_3 ve T_1-T_4 konuları arasındaki farklılıklar, D_2 konusu dikkate alındığında T_1-T_3 , T_1-T_4 ve T_2-T_4 konuları arasındaki farklılıklar % 5'e göre önemli bulunmuş, D_4 konusu için ise tuzluluklar arası farklılık önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.57. Su tüketimi değerleri için, tabansuyu derinliği seviyelerinde, sulama suyu tuzluluğu ve sulama suyu seviyelerinde, tabansuyu derinliği değerlerinin % 5'e göre Duncan gruplandırmaları

		Tabansuyu derinliği (cm)			
		D ₁ =30	D ₂ =45	D ₃ =60	D ₄ =90
Sulama suyu tuzluluğu (dS/m)	T ₁ =0.25	A 803.3	A 830.0	A 983.3	A 620.0
	T ₂ =1	B 690.0	AB 796.7	B 753.3	A 596.7
	T ₃ =2	B 695.0	BC 723.3	B 700.0	A 596.7
	T ₄ =3	B 636.7	C 666.7	B 726.7	A 543.3
		Sulama suyu tuzluluğu (dS/m)			
		T ₁ =0.25	T ₂ =1	T ₃ =2	T ₄ =3
Tabansuyu derinliği (cm)	D ₁ =30	B 803.3	BC 690.0	A 695.0	AB 636.7
	D ₂ =45	B 830.0	A 796.7	A 723.3	A 666.7
	D ₃ =60	A 983.3	AB 753.3	A 700.0	A 726.7
	D ₄ =90	C 620.0	C 596.7	B 596.7	B 543.3

Çizelgenin sulama suyu tuzluluğu kısmında belli bir sulama suyu tuzluluğu konusu için, tabansuyu derinliği değişimine karşılık gelen Duncan grupları görülmektedir. Çizelgeye göre, T₁ konusu dikkate alındığında D₁-D₃, D₁-D₄, D₂-D₃, D₂-D₄ ve D₃-D₄ konuları arasındaki farklılıklar, T₂ konusu dikkate alındığında D₁-D₂, D₂-D₄ ve D₃-D₄ konuları arasındaki farklılıklar, T₃ konusu dikkate alındığında D₁-D₄, D₂-D₄ ve D₃-D₄ konuları arasındaki farklılıklar, T₄ konusu dikkate alındığında ise D₂-D₄ ve D₃-D₄ konuları arasındaki farklılıklar % 5'e göre önemli bulunmuştur. Çizelgeye göre, en yüksek su tüketimi T₁-D₃ konusunda (983.3 mm), en düşük su tüketimi ise T₄-D₄ konusunda (543.3 mm) elde edilmiştir.

Araştırmada elde edilen birinci ve ikinci yıl su tüketimi değerlerine göre birleştirilerek yapılan ve Çizelge 4.58'de verilen varyans analizinde tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğunun, su tüketimine % 1 önemlilikte etki ettiği görülmektedir. Önemli bulunan bu faktörler için yapılan Duncan gruplandırmaları Çizelge 4.59'da verilmiştir.

Çizelge 4.58. Araştırmanın her iki yılında elde edilen su tüketimi değerlerinin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Yıl	1	870204	870204	267.72**	0.000
D	3	295522	99507	30.61**	0.000
T	3	192159	64053	19.71**	0.000
D x T	9	43184	4798	1.48	0.171
Hata	79	256779	3250		
Genel	95	1660849			

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.59. İki yıllık su tüketimi değerleri için tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları

Konular	Su tüketimi (mm)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
D ₃	674.6	A	A
D ₂	645.0	AB	AB
D ₁	614.4	B	B
D ₄	525.6	C	C
T ₁	686.7	A	A
T ₂	616.5	B	B
T ₃	587.3	BC	BC
T ₄	569.2	C	C

Tabansuyu derinliği Duncan gruplandırmasına göre en yüksek su tüketimi değeri D₃ konusunda (674.6 mm), en düşük su tüketimi değeri de D₄ konusunda (525.6 mm) elde edilmiştir. Tabansuyu bulunan ve bulunmayan konuları karşılaştırdığımızda, kök bölgesi hacmi en küçük olan D₁ konusunda bile su tüketimi, tabansuyu bulunmayan D₄ konusundan yüksek çıkmıştır. Bu durum kök bölgesinde bulunan yüksek tabansuyunun, yüzeyden olan buharlaşmayı artırması nedeniyle, toplam su tüketimini artırdığını açıkça göstermektedir. Shih and Asce (1983) yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Gruplandırmada D₃-D₁, D₃-D₄, D₂-D₄ ve D₁-D₄ konuları arasındaki farklılık % 1'e göre önemli bulunmuştur.

Sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmasına göre en yüksek su tüketimi T₁ konusunda (686.7 mm), en düşük su tüketimi değeri ise T₄ konusunda (569.2 mm) elde edilmiştir. Gruplandırmada T₁-T₂, T₁-T₃, T₁-T₄ ve T₂-T₄ konuları arasındaki farklılık % 1'e göre önemli bulunmuştur. Buna göre; sulama suyu tuzluluğunun artması ile bitki su tüketimi azalmaktadır (Saleh and Troeh 1982). Sulama suyu tuzluluğunun artması ile bitki su tüketiminde görülen azalma, fizyolojik kuraklık nedeniyle bitkinin suyu almada karşılaştığı zorluklardan dolayı ortaya çıkmaktadır (Ayyıldız 1990).

4.6. Sulama Suyu ve Toprakların Deneme Öncesi Analiz Bulguları

Araştırmada kullanılan 4 farklı kalitedeki sulama sularından, bitki yetiştirme periyodu boyunca dört defa örnek alınmış ve analizleri yapılmıştır. Denemede kullanılan sulama sularının analiz sonuçları Çizelge 4.60'da verilmiştir.

Araştırmada sodyumluluk zararı ele alınmamıştır. Bu nedenle şehir şebekesi suyunda olduğu gibi, yapay olarak hazırlanan sularda da SAR değeri düşük tutulmaya çalışılmıştır. A.B.D. Tuzluluk Laboratuvarı sınıflandırma sistemine göre, araştırmada kullanılan sulama sularına ilişkin konular sırasıyla; T₁ konusu:C1S1, T₂ konusu:C3S1, T₃ konusu:C3S1 ve T₄ konusu:C4S1 sulama suyu kalite sınıflarında yer almıştır (Ayyıldız 1990).

Çizelge 4.60. Araştırmada kullanılan sulama sularının kimyasal analiz sonuçları

Tuzluluk konular	pH	ECss (dS/m)	Kasyonlar (me/l)				Anyonlar (me/l)					SAR
			Na	K	Ca+Mg	Toplam	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	Toplam	
T ₁	7.80	0.250	0.36	0.07	2.15	2.58	0.00	0.77	0.25	1.56	2.58	0.35
	7.60	0.280	0.34	0.04	2.50	2.88	0.00	0.96	1.00	0.92	2.88	0.30
	7.60	0.270	0.40	0.07	2.15	2.62	0.00	0.96	0.35	1.31	2.62	0.39
	7.40	0.250	0.38	0.09	2.00	2.47	0.00	0.96	1.25	0.26	2.47	0.38
Ort.	7.60	0.263	0.37	0.07	2.20	2.64	0.00	0.91	0.71	1.01	2.63	0.36
T ₂	7.80	1.050	2.80	0.12	7.74	10.66	0.00	0.77	8.50	1.39	10.66	1.42
	7.70	1.150	2.88	0.09	8.50	11.47	0.00	0.48	10.00	0.99	11.47	1.40
	8.20	1.300	2.58	0.09	10.32	12.99	0.00	0.48	10.00	2.51	12.99	1.14
	7.80	1.000	2.36	0.12	8.00	10.48	0.00	0.96	7.50	2.02	10.48	1.18
Ort.	7.88	1.125	2.66	0.11	8.64	11.41	0.00	0.67	9.00	1.73	11.40	1.29
T ₃	7.82	2.100	5.25	0.16	15.91	21.32	0.00	0.67	17.50	3.15	21.32	1.86
	7.80	2.000	5.25	0.14	12.35	17.74	0.00	0.96	12.50	4.28	17.74	2.11
	8.00	2.300	3.65	0.14	19.50	23.29	0.00	0.67	15.00	7.62	23.29	1.17
	8.05	1.950	4.00	0.18	15.00	19.18	0.00	1.45	12.50	5.23	19.18	1.46
Ort.	7.92	2.088	4.54	0.16	15.69	20.39	0.00	0.94	14.38	5.07	20.39	1.65
T ₄	8.00	3.150	6.60	0.21	24.94	31.75	0.00	0.58	25.00	6.17	31.75	1.87
	8.10	3.100	7.35	0.21	11.00	18.56	0.00	0.96	17.50	0.10	18.56	3.13
	8.10	3.400	4.75	0.16	29.54	34.45	0.00	0.77	20.00	13.68	34.45	1.24
	7.95	3.100	5.10	0.26	25.00	30.37	0.00	0.48	17.50	12.39	30.37	1.44
Ort.	8.04	3.188	5.95	0.21	22.62	28.78	0.00	0.70	20.00	8.09	28.79	1.92

Araştırmada bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılan lizimetrelerdeki deneme topraklarının kimyasal, fiziksel ve verimlilik analizleri yapılmıştır. Bu analizlere ilişkin sonuçlar Çizelge 4.61’de verilmiştir.

Çizelge 4.61. Deneme topraklarının kimyasal, fiziksel ve verimlilik analiz sonuçları

Saturasyon yüzdesi	31.99	Tarla kapasitesi (%)	14.9
EC _e (dS/m)	1.053	Solma noktası (%)	7.5
Ca ⁺⁺ (me/l)	7.00	Kum yüzdesi	67.5
Mg ⁺⁺ (me/l)	2.18	Silt yüzdesi	18.3
Na ⁺ (me/l)	3.80	Kil yüzdesi	14.2
K ⁺ (me/l)	0.18	Bünye sınıfı	SL
Σ Kasyon (me/l)	13.16	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	1.52
CO ₃ ⁻ (me/l)	0.00	Çamurda pH	8.09
HCO ₃ ⁻ (me/l)	3.00	Toplam tuz (%)	0.046
Cl ⁻ (me/l)	2.75	Kireç, CaCO ₃ (%)	9.3
SO ₄ ⁻ (me/l)	7.41	Fosfor, P ₂ O ₅ (kg/da)	0.75
Σ Anyon (me/l)	13.16	Potasyum, K ₂ O	22.8
KDK (me/100g)	11.35	Organik madde (%)	1.75
DSY (%)	5.90		

Deneme toprakları analiz sonuçlarında görüldüğü gibi, toprakların saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği yaklaşık 1 dS/m, bünyesi kumlu-tın ve hacim ağırlığı 1.52 g/cm³ olarak belirlenmiştir.

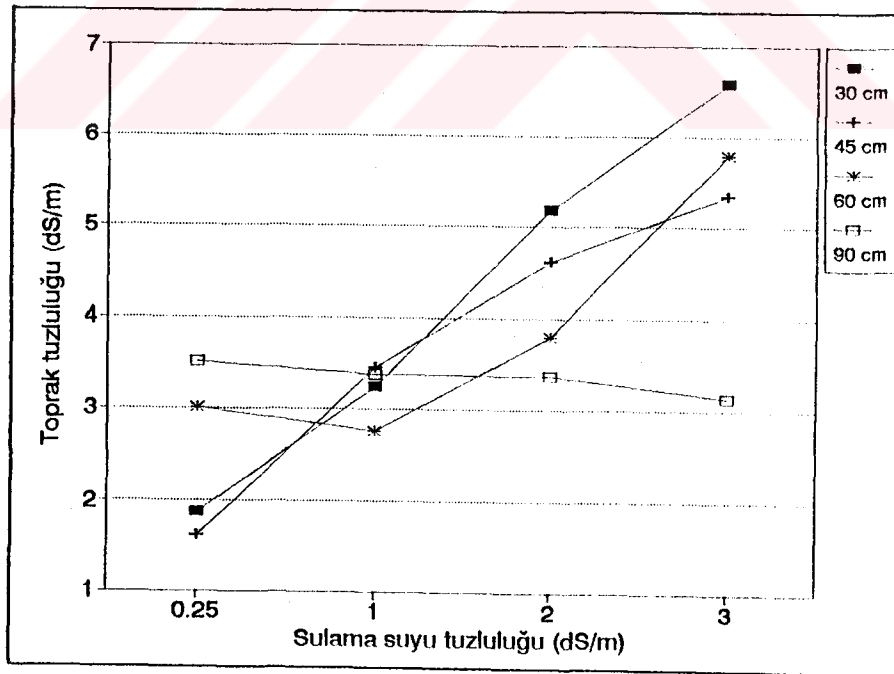
4.7. Toprak Tuzluluk Analizi Bulguları

Bu bölümde, tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğunun topraklarda yaptığı etkiler incelenmiştir. Bu amaçla, toprakların saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği ve sulama suyu ile toprağa verilen tuzların hasat döneminde toprakta bulunan miktarları, ortalama değerler olarak her iki yıl için belirlenmiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Araştırmada 1992 yılı için elde edilen toprak saturasyon eriyiği elektriksel iletkenlik değerleri, ortalama değerler olarak Çizelge 4.62'de, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-toprak tuzluluğu ilişkisi ise Şekil 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.62. Araştırmada 1992 yılında belirlenen toprak tuzluluğu değerleri (dS/m)

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	1.87	1.61	3.01	3.51
T ₂	3.23	3.45	2.76	3.38
T ₃	5.18	4.60	3.79	3.37
T ₄	6.58	5.34	5.79	3.13



Şekil 4.18. Araştırmada 1992 yılı için farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-toprak tuzluluğu ilişkisi

Birinci yılda elde edilen elektriksel iletkenlik değerlerine göre yapılan varyans analizinde, sulama suyu tuzluluğunun toprak tuzluluğuna % 5 önemlilikte etki ettiği belirlenmiştir(Çizelge 4.63). Önemli bulunan bu faktörün Duncan gruplandırması ise Çizelge 4.64'de verilmiştir.

Çizelge 4.63. Araştırmada 1992 yılında belirlenen toprak tuzluluğu değerlerinin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	1.524	0.508	0.47	0.711
T	3	16.91	5.637	5.22*	0.023
Hata	9	9.728	1.081		
Genel	15	28.162			

(*) % 5 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.64. Araştırmada 1992 yılında belirlenen toprak tuzluluğu için sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırması

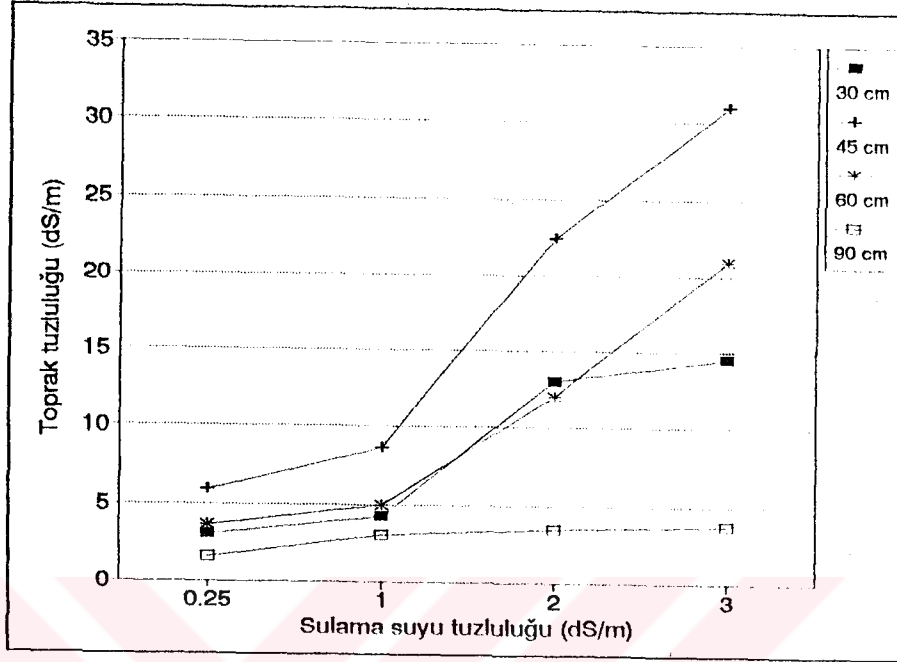
Konular	Toprak tuzluluğu (dS/m)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
T ₄	5.22	A	A
T ₃	4.24	AB	A
T ₂	3.21	BC	A
T ₁	2.50	C	A

Çizelge 4.64'deki gruplandırmaya göre, toprak saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği değeri en yüksek T₄ konusunda (5.22 dS/m), en düşük T₁ konusunda (2.5 dS/m) bulunmuştur. Gruplandırmaya göre, % 1 seviyesinde konular arasında bir farklılık görülmezken, T₄-T₂, T₄-T₁ ve T₃-T₁ konuları arasındaki farklılık % 5'e göre önemli bulunmuştur. Gruplandırmadan görüldüğü gibi sulama suyu tuzluluğunun artmasına paralel olarak toprak tuzluluğu da artmaktadır.

Araştırmada ikinci yıl elde edilen toprak tuzluluğu değerleri Çizelge 4.65'de, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-toprak tuzluluğu ilişkisi ise şekil 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.65. Araştırmanın ikinci yılında belirlenen toprak tuzluluğu değerleri

Konular	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
T ₁	3.00	5.90	3.60	1.60
T ₂	4.25	8.60	5.00	3.00
T ₃	13.00	22.50	12.00	3.50
T ₄	14.50	31.00	21.00	3.70



Şekil 4.19. Araştırmada 1993 yılında farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-toprak tuzluluğu ilişkisi

İkinci yılda elde edilen elektriksel iletkenlik değerlerine göre yapılan varyans analizinde toprak tuzluluğuna tabansuyu derinliğinin % 5 önemlilikte, sulama suyu tuzluluğunun ise % 1 önemlilikte etki ettiği belirlenmiştir(Çizelge 4.66). Önemli bulunan bu faktörler için yapılan Duncan gruplandırmaları Çizelge 4.67’de verilmiştir.

Çizelge 4.66. Araştırmanın ikinci yılında belirlenen toprak tuzluluğu değerlerinin varyans analizi

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
D	3	401.41	133.8	6.00*	0.016
T	3	516.72	172.24	7.72**	0.007
Hata	9	200.74	22.3		
Genel	15	1118.87			

(*) % 5 önemlilik düzeyini göstermektedir

(**) % 1 önemlilik düzeyini göstermektedir

Çizelge 4.67. İkinci yılda belirlenen toprak tuzluluğu için tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu Duncan gruplandırmaları

Konular	Toprak tuzluluğu (dS/m)	Gruplar % 5	Gruplar % 1
D ₂	17.00	A	A
D ₃	10.40	AB	A
D ₁	8.69	B	A
D ₄	2.95	B	A
T ₄	17.55	A	A
T ₃	12.75	AB	AB
T ₂	5.22	BC	B
T ₁	3.53	C	B

Çizelge 4.67'deki tabansuyu derinliği gruplandırmasına göre, en yüksek tuzluluk D₂ konusunda (17 dS/m), en düşük tuzluluk ise D₄ konusunda (2.95 dS/m) elde edilmiştir. Gruplandırmada D₂-D₁ ve D₂-D₄ konuları arasındaki farklılıklar % 5'e göre önemli bulunmuştur.

Sulama suyu gruplandırmasına göre, toprak tuzluluğu, en yüksek T₄ konusunda (17.55 dS/m), en düşük T₁ konusunda (3.53 dS/m) bulunmuştur. Gruplandırmada T₄-T₂, T₄-T₁ ve T₃-T₁ konuları arasındaki farklılık % 5, T₄-T₂ ve T₄-T₁ konuları arasındaki farklılık ise % 1'e göre önemli bulunmuştur. Her iki yılın değerleri de incelendiğinde; sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak toprak tuzluluğunun arttığı, yüksek tabansuyu seviyesinin de bu tuzlulaşmayı desteklediği görülmüştür(Bajwa et al 1986).

Araştırmanın her iki yılında da hasat döneminde topraklardan alınan örnekler üzerinde, sulama suyu ile toprağa verilen Ca+Mg, Na ve Cl iyonlarının miktarları belirlenmiştir. Araştırmanın birinci yılı için elde edilen değerler Çizelge 4.68'de, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-Ca+Mg, Na ve Cl iyonları içerikleri ilişkisi ise Şekil 4.20'de verilmiştir.

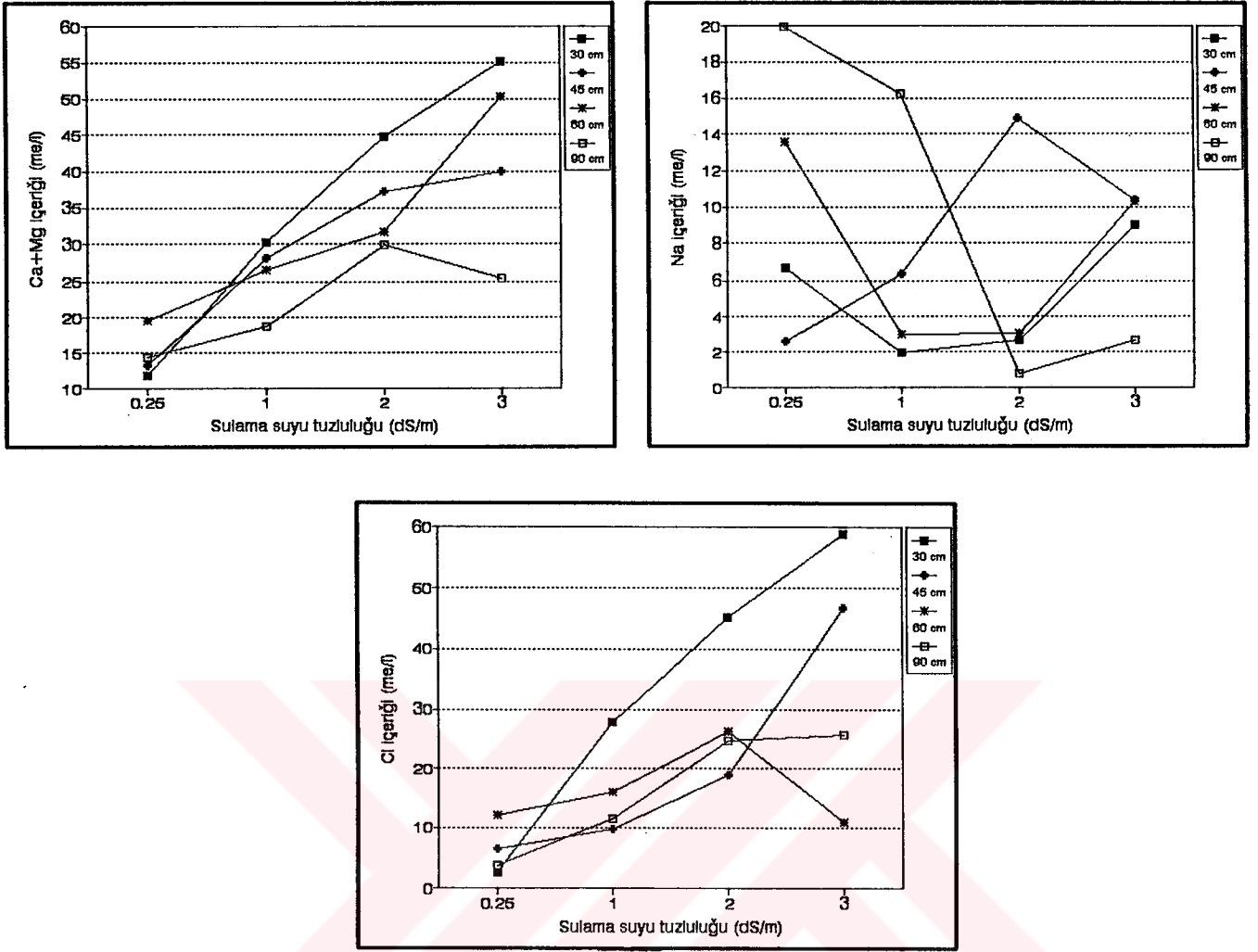
Çizelge 4.68. Araştırmanın birinci yılında topraklarda Ca+Mg, Na ve Cl içerikleri (me/l)

Konular	Ca+Mg	Na	Cl
D ₁ T ₁	11.91	6.70	2.50
D ₁ T ₂	30.30	1.97	27.83
D ₁ T ₃	44.65	2.67	45.21
D ₁ T ₄	55.15	8.97	58.78
D ₂ T ₁	13.20	2.60	6.50
D ₂ T ₂	28.07	6.37	9.83
D ₂ T ₃	37.11	14.83	18.83
D ₂ T ₄	39.95	10.37	46.75
D ₃ T ₁	19.58	13.58	12.17
D ₃ T ₂	26.55	2.97	15.81
D ₃ T ₃	31.65	3.05	26.15
D ₃ T ₄	50.19	10.32	10.83
D ₄ T ₁	14.44	19.88	3.67
D ₄ T ₂	18.80	16.23	11.40
D ₄ T ₃	29.81	0.78	24.67
D ₄ T ₄	25.38	2.67	25.61

Araştırmanın ikinci yılında hasattan sonra lizimetrelerden alınan toprak örneklerinin saturasyon eriyiğinde yapılan analizler sonunda belirlenen Ca+Mg, Na ve Cl içerikleri Çizelge 4.69'da, farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu-Ca+Mg, Na ve Cl iyonları içeriği ilişkisi ise Şekil 4.21'de verilmiştir.

Ca+Mg içeriği açısından her iki yılın değerleri incelendiğinde; sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak Ca+Mg içeriğinin arttığı, yüksek tabansuyu seviyesinin de bu artışı desteklediği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Değişik kalitedeki sulama sularının hazırlanmasında kalsiyum, magnezyum ve klor iyonları, sodyum iyonuna göre çok daha fazla kullanıldığından, topraktaki tuzlulaşmaya asıl neden bu iyonlar olmuştur. Bu nedenle toprak tuzluluğu ile toprakların Ca+Mg içeriğine ait sonuçlar arasında önemli benzerlikler görülmektedir.

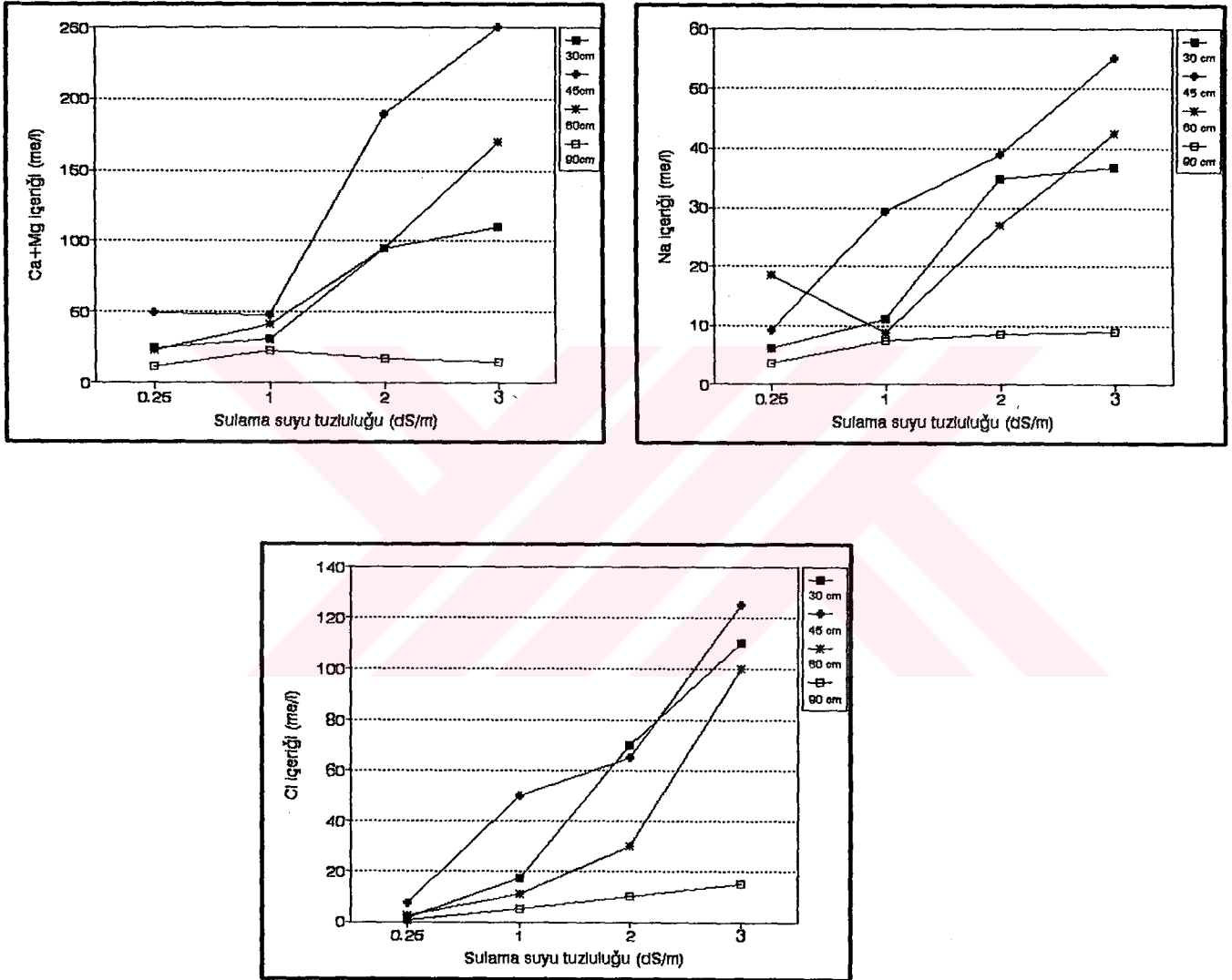


Şekil 4.20. Araştırmada 1992 yılında farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu- Ca+Mg, Na ve Cl iyonları içeriği ilişkisi

Çizelge 4.69. Araştırmada 1993 yılında topraklarda Ca+Mg, Na ve Cl içerikleri (me/l)

Konular	Ca+Mg	Na	Cl
D ₁ T ₁	24.10	6.00	1.50
D ₁ T ₂	31.28	11.05	17.50
D ₁ T ₃	94.60	35.00	70.00
D ₁ T ₄	109.65	36.75	110.00
D ₂ T ₁	49.88	9.20	7.50
D ₂ T ₂	47.73	29.25	50.00
D ₂ T ₃	189.20	39.00	65.00
D ₂ T ₄	249.40	55.00	125.00
D ₃ T ₁	22.52	18.50	2.50
D ₃ T ₂	41.58	8.80	11.25
D ₃ T ₃	94.60	27.00	30.00
D ₃ T ₄	170.00	52.50	100.00
D ₄ T ₁	11.70	3.60	0.50
D ₄ T ₂	22.50	7.50	5.00
D ₄ T ₃	17.50	8.50	10.00
D ₄ T ₄	15.00	9.00	15.00

T_1 konusundaki suyun sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) küçük bir değerde olduğu için diğer konulardaki sularda da bu değer küçük tutulmaya çalışılmıştır. Bu nedenle, hazırlanan sulama sularında çok az miktarda sodyum kullanılmıştır. Sodyumun sulama sularına az miktarda katılması, toprakta sodyum birikiminin az olmasına ve konular arasında da oldukça küçük farklılıkların oluşmasına neden olmuştur.



Şekil 4.21. Araştırmada 1993 yılında farklı tabansuyu derinliklerinde sulama suyu tuzluluğu- Ca+Mg, Na ve Cl iyonları içeriği ilişkisi

Her iki yıla ilişkin 4.68 ve 4.69 nolu çizelgeler incelendiğinde; sulama suyu tuzluluğundaki artışa paralel olarak toprağın Na içeriğinin arttığı, tabansuyu derinliğinin yüzeye yaklaştığı durumlarda bu artışın daha da fazla olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Araştırmada kullanılan sulama sularının tuzlulaştırılmasında CaCl_2 , MgCl_2 ve NaCl kullanıldığı için toprağa sulama suyu ile aşırı miktarda Cl iyonu verilmiştir. Toprakta Cl iyonunun birikimini incelemek için alınan toprak örneklerinin her iki yıldaki analizleri sonucunda, sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak Cl içeriğinin arttığı, tabansuyu derinliğinin yüzeye yaklaştığı durumlarda bu artışın daha da fazla olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

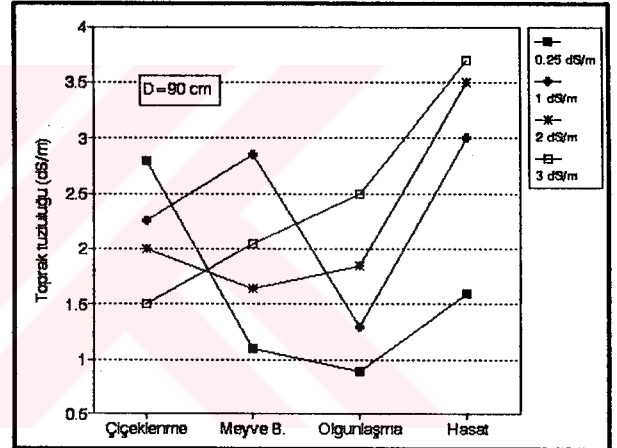
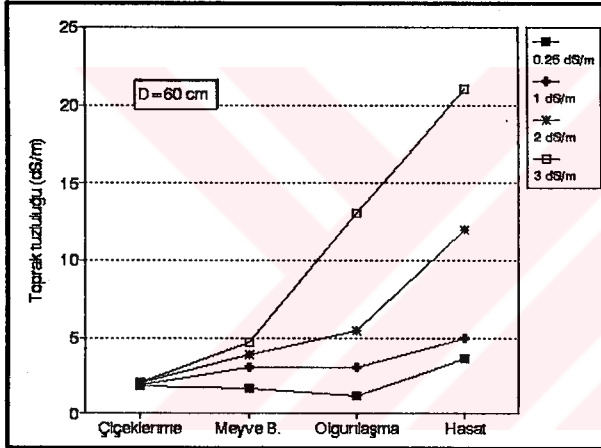
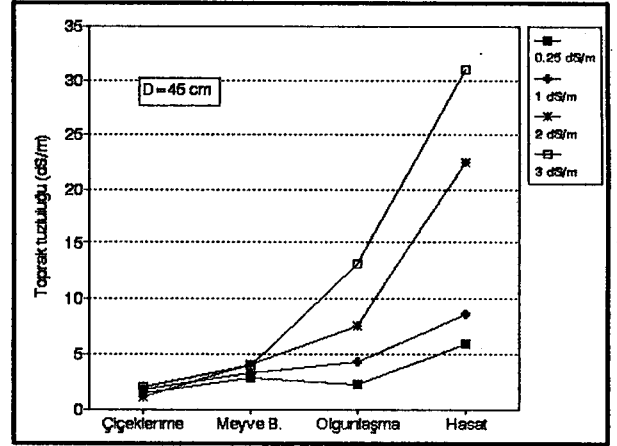
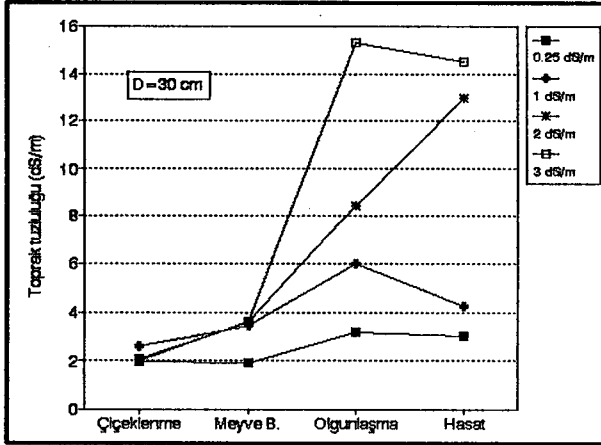
4.7.1. Topraklarda Tuz Birikimi

Araştırmada konulara göre, topraklarda biriken tuz miktarının belirlenmesi amacıyla, çiçeklenme, meyve bağlama, olgunlaşma ve hasat dönemlerinde toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinden çıkarılan eriyik üzerinde elektriksel iletkenlik belirlenmiş ve sulama sularının hazırlanmasında kullanılan tuzların analizleri yapılmıştır.

Toprak örneklerinde bitki gelişme dönemlerine göre her bir konu için belirlenen elektriksel iletkenlik değerleri Çizelge 4.70'de verilmiştir. Çizelgedeki değerlerin daha iyi anlaşılabilmesi için, her bir tabansuyu derinliği konusu için elde edilen elektriksel iletkenlik değerleri Şekil 4.22'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.70. Tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu konuları için bitki gelişme dönemlerine göre elde edilen toprak tuzluluk değerleri (dS/m)

Konular	Çiçeklenme	Meyve bağlama	Olgunlaşma	Hasat
D ₁ T ₁	2.0	1.9	3.2	3.0
D ₁ T ₂	2.6	3.5	6.0	4.3
D ₁ T ₃	2.0	3.6	8.4	13.0
D ₁ T ₄	2.1	3.6	15.3	14.5
D ₂ T ₁	1.5	2.8	2.2	5.9
D ₂ T ₂	1.8	3.3	4.3	8.6
D ₂ T ₃	1.0	4.1	7.6	22.5
D ₂ T ₄	2.0	4.0	13.1	31.0
D ₃ T ₁	1.8	1.7	1.2	3.6
D ₃ T ₂	2.0	3.1	3.1	5.0
D ₃ T ₃	2.1	3.9	5.5	12.0
D ₃ T ₄	2.1	4.7	13.0	21.0
D ₄ T ₁	2.8	1.1	0.9	1.6
D ₄ T ₂	2.3	2.9	1.3	3.0
D ₄ T ₃	2.0	1.7	1.9	3.5
D ₄ T ₄	1.5	2.1	2.5	3.7



Şekil 4.22. Tabansuyu derinliğinin $D_1=30$, $D_2=45$, $D_3=60$ ve $D_4=90$ cm olduğu konular için sulama suyu kalitelerine bağlı toprak tuzluluğu değerlerinin bitki gelişme dönemlerine göre değişimi

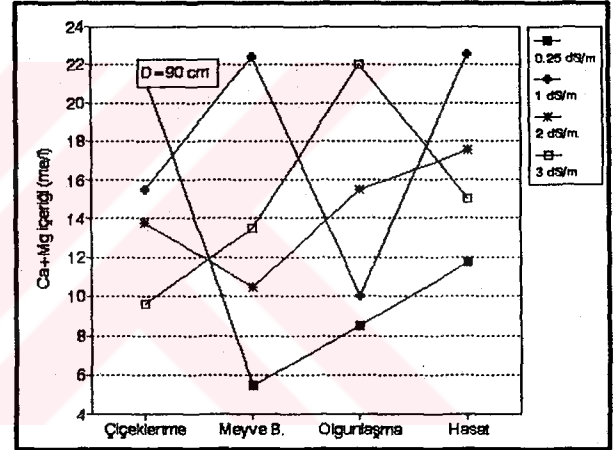
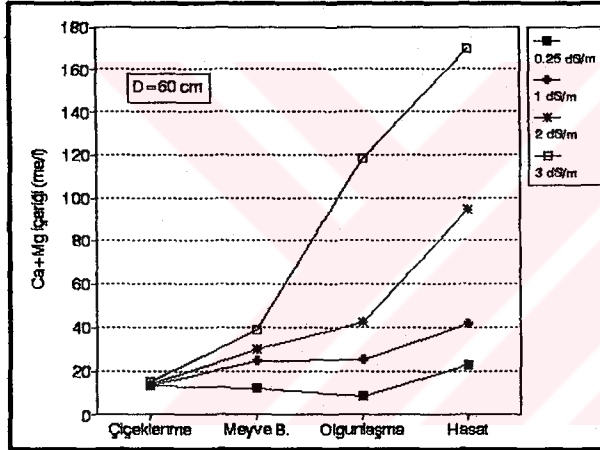
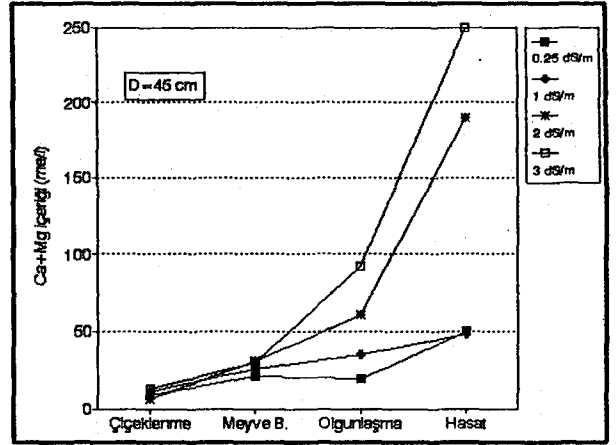
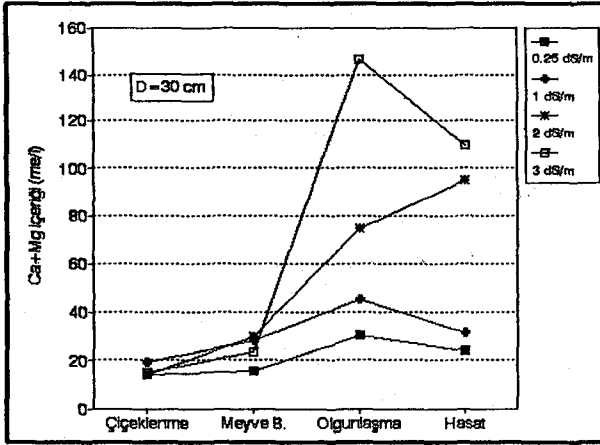
Şekil 4.22'de görüldüğü gibi, sulama suyu tuzluluğunun artması toprak tuzluluğunu artırmıştır. Tabansuyu derinliğinin toprak tuz birikimine etkisi, her bir derinlik için grafiklerin düşey eksenlerinin incelenmesiyle anlaşılmaktadır. Buna göre, tabansuyu bulunan konularda toprakta tuz birikimi açık bir şekilde görülmesine karşın, tabansuyu bulunmayan konuda toprak tuzlulukları arasındaki farklılık fazla belirgin değildir. Genel bir ifadeyle sulama suyu tuzluluğu, toprak tuzluluğunu artırmıştır. Ayrıca tabansuyu düzeyinin toprak yüzeyine yaklaşması sonucunda toprak tuzluluğu artmıştır.

Toprak örneklerinde dönemlere göre her bir konu için belirlenen Ca+Mg içerikleri Çizelge 4.71'de verilmiştir. Çizelgedeki değerlerin daha iyi anlaşılabilmesi için her bir tabansuyu derinliği konusu kıyas alınarak hazırlanan grafikler Şekil 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.71. Tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu konularına göre farklı bitki gelişme dönemlerinde elde edilen toprak Ca+Mg içeriği değerleri (me/l)

Konular	Çiçeklenme	Meyve bağlama	Olgunlaşma	Hasat
D ₁ T ₁	13.76	15.40	30.00	24.10
D ₁ T ₂	18.92	28.10	45.00	31.28
D ₁ T ₃	13.76	29.70	75.00	94.60
D ₁ T ₄	14.62	23.50	146.80	109.65
D ₂ T ₁	8.60	21.00	19.00	49.88
D ₂ T ₂	11.18	26.00	35.00	47.73
D ₂ T ₃	6.20	30.50	60.50	189.20
D ₂ T ₄	12.76	29.80	92.50	249.40
D ₃ T ₁	12.76	11.80	8.50	22.52
D ₃ T ₂	13.10	24.50	25.00	41.58
D ₃ T ₃	13.62	30.00	42.50	94.60
D ₃ T ₄	14.87	38.70	118.00	170.00
D ₄ T ₁	21.36	5.50	8.50	11.70
D ₄ T ₂	15.48	22.40	10.00	22.50
D ₄ T ₃	13.76	10.50	15.50	17.50
D ₄ T ₄	9.59	13.50	22.00	15.00

Şekil 4.23'de görüldüğü gibi, sulama suyu tuzluluğunun artması toprakta Ca+Mg miktarını artırmıştır. Tabansuyu derinliğinin toprağın Ca+Mg içeriğine etkili olduğu, her bir derinlik için verilen grafiklerden anlaşılmaktadır. Ayrıca tabansuyu bulunan her üç konuda da Ca+Mg içeriği, tabansuyu bulunmayan konuya göre daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 4.23. Tabansuyu derinliğinin $D_1=30$, $D_2=45$, $D_3=60$ ve $D_4=90$ cm olduğu konular için sulama suyu kalitelerine bağlı toprak Ca+Mg içeriğinin bitki gelişme dönemlerine göre değişimi

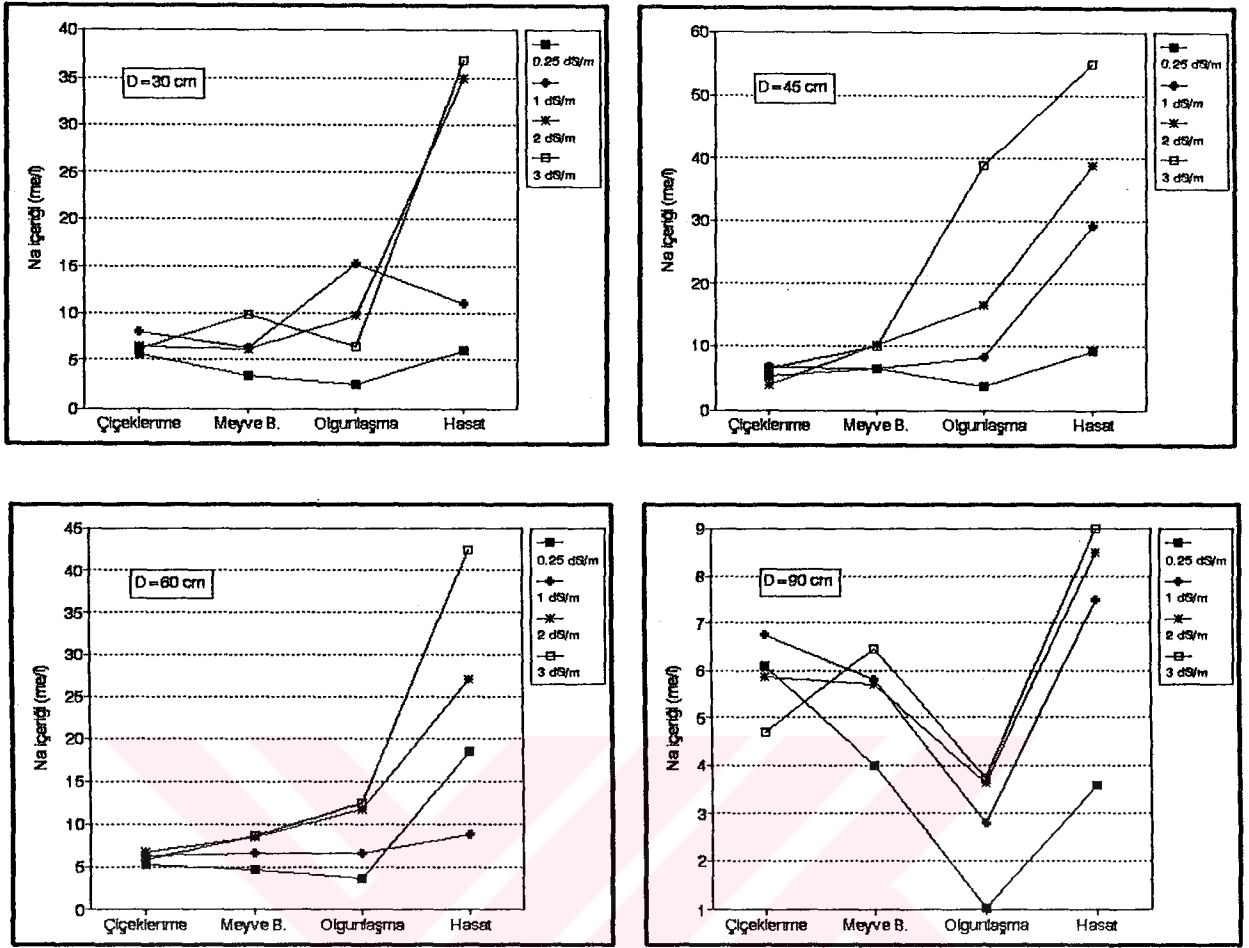
Toprak örneklerinde bitki gelişme dönemlerine göre her bir konu için belirlenen Na içerikleri Çizelge 4.72'de verilmiştir. Çizelgedeki değerlerin tabansuyu derinlik konuları için hazırlanan grafikleri Şekil 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.72. Tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu konularına göre toprakların farklı bitki gelişme dönemlerinde elde edilen Na içeriği değerleri (me/l)

Konular	Çiçeklenme	Meyve bağlama	Olgunlaşma	Hasat
D ₁ T ₁	5.62	3.40	2.40	6.00
D ₁ T ₂	8.00	6.27	15.25	11.05
D ₁ T ₃	6.30	6.10	9.70	35.00
D ₁ T ₄	6.15	9.85	6.30	36.75
D ₂ T ₁	5.25	6.50	3.55	9.20
D ₂ T ₂	6.60	6.35	8.15	29.25
D ₂ T ₃	3.80	10.15	16.50	39.00
D ₂ T ₄	6.35	9.85	39.00	55.00
D ₃ T ₁	5.25	4.55	3.60	18.50
D ₃ T ₂	6.30	6.55	6.60	8.80
D ₃ T ₃	6.75	8.50	11.80	27.00
D ₃ T ₄	5.85	8.70	12.50	42.50
D ₄ T ₁	6.10	4.00	1.03	3.60
D ₄ T ₂	6.75	5.80	2.80	7.50
D ₄ T ₃	5.85	5.70	3.65	8.50
D ₄ T ₄	4.70	6.45	3.75	9.00

Şekil 4.24’de topraktaki Na birikimi incelendiğinde, sulama suyu tuzluluğu ve tabansuyu derinliğinin etkisi Ca+Mg birikimine benzerlik göstermektedir. Fakat etkiler Ca+Mg birikimindeki kadar belirgin değildir. Bunun başlıca nedeni, sulama sularını hazırlarken kullanılan Na miktarının, Ca ve Mg miktarlarına göre daha az kullanılmasıdır.

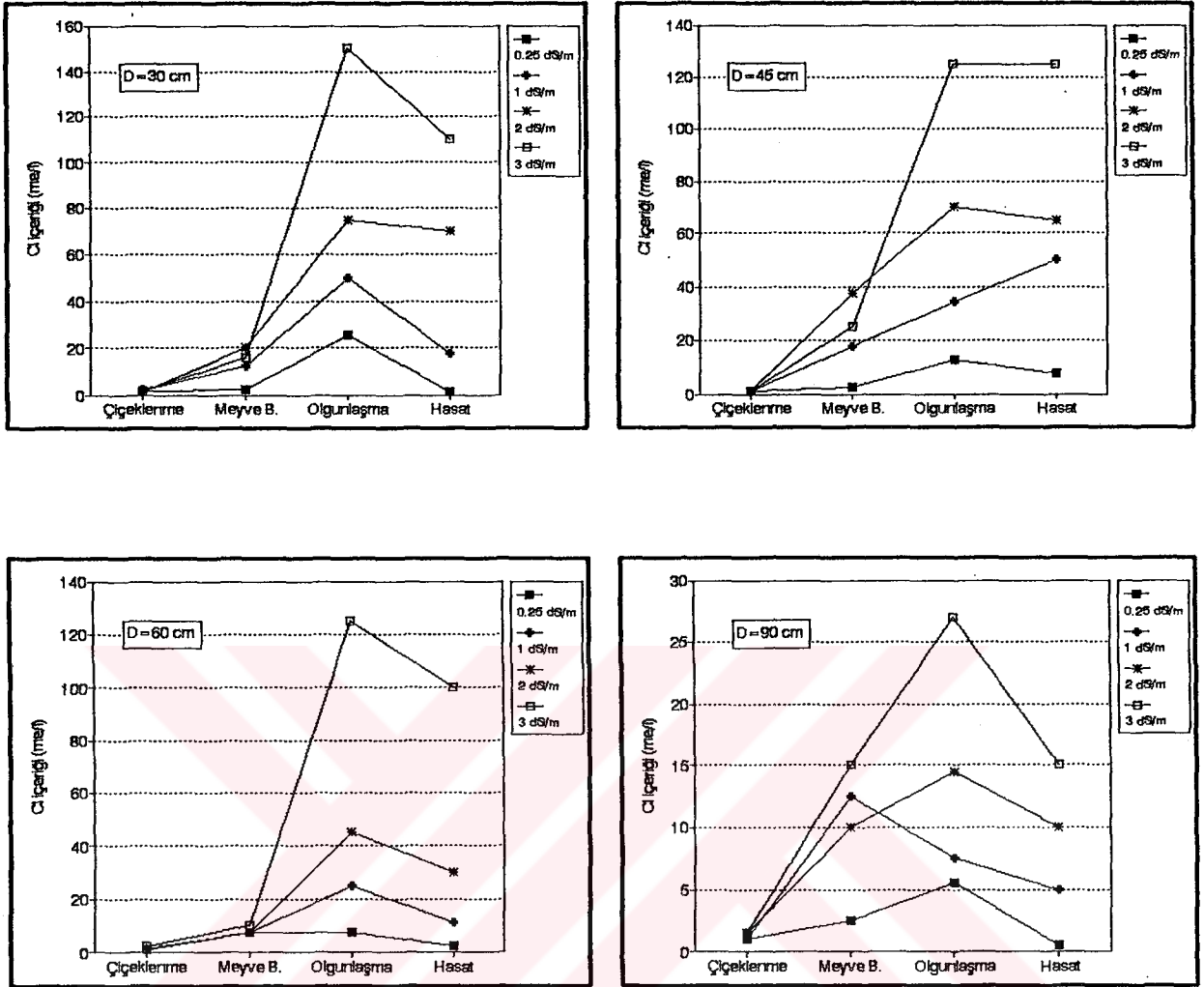
Araştırmada, her konudan bitki gelişme dönemlerine göre alınan toprak örneklerinde belirlenen Cl içeriği Çizelge 4.73’de verilmiştir. Çizelgedeki değerlerin her tabansuyu derinliği için hazırlanan grafikleri Şekil 4.25’de verilmiştir.



Şekil 4.24. Tabansuyu derinliği $D_1=30$, $D_2=45$, $D_3=60$ ve $D_4=90$ cm olduğu konular için sulama suyu tuzluluğuna bağlı toprak Na içeriği değerlerinin dönemlere göre değişimi

Çizelge 4.73. Tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluğu konularına göre toprakların farklı gelişme dönemlerinde elde edilen Cl içeriği değerleri (me/l)

Konular	Çiçeklenme	Meyve bağlama	Olgunlaşma	Hasat
D_1T_1	2.00	2.50	25.50	1.50
D_1T_2	2.50	12.50	50.00	17.50
D_1T_3	1.50	20.00	75.00	70.00
D_1T_4	2.00	16.25	150.00	110.00
D_2T_1	1.00	2.50	12.50	7.50
D_2T_2	1.00	17.50	34.50	50.00
D_2T_3	1.00	37.50	70.00	65.00
D_2T_4	1.00	25.00	125.00	125.00
D_3T_1	1.00	7.50	7.50	2.50
D_3T_2	1.00	7.50	25.00	11.25
D_3T_3	1.50	7.50	45.00	30.00
D_3T_4	2.50	10.00	125.00	100.00
D_4T_1	1.00	2.50	5.60	0.50
D_4T_2	1.00	12.50	7.50	5.00
D_4T_3	1.50	10.00	14.50	10.00
D_4T_4	1.50	15.00	27.00	15.00



Şekil 4.25. Tabansuyu derinliği $D_1=30$, $D_2=45$, $D_3=60$ ve $D_4=90$ cm olduğu konular için sulama suyu tuzluluğuna bağlı topraktaki Cl içeriklerinin bitki gelişme dönemlerine göre değişimi

Şekil 4.25’de görüldüğü gibi, sulama suyu tuzluluğunun artması, toprakta Cl miktarını artırmıştır. Tabansuyu derinliğinin toprağın Cl içeriğine etkisi tüm grafiklerin incelenmesinden açıkça görülmektedir. Buna göre tabansuyu bulunan her üç konuda da topraktaki Cl içeriği tabansuyu bulunmayan konuya göre daha yüksek bulunmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde; yapay olarak oluşturulmuş farklı tabansuyu düzeyleri ile farklı seviyelerdeki sulama suyu tuzluluğunun, lizimetrelerde yetiştirilen dolma biber verimi ile toprak tuzluluğuna olan etkisini araştırmak üzere iki yıl süreyle yürütülen çalışmada elde edilen sonuçlar özetlenmiş ve sonuçların genel tartışması yapılarak bazı öneriler getirilmiştir.

5.1. Biber Verime İlişkin Sonuçlar

Araştırmanın her iki yılına ait biber verimine ilişkin sonuçlar şu şekilde özetlenebilir;

a. Tabansuyu derinliği açısından en yüksek verim tabansuyunun bulunmadığı konuda elde edilmiştir. Tabansuyu bulunan konulardan elde edilen sonuçlar, tabansuyu seviyesinin toprak yüzeyine yaklaştıkça verimde azalmaya neden olduğunu göstermektedir. Tabansuyu derinliği açısından her iki yılın ortalama verim değerleri büyükten küçüğe doğru D_4 , D_3 , D_2 ve D_1 konularında sırasıyla 1157, 1136, 1031 ve 932.6 g/liz olarak bulunmuştur.

b. Sulama suyu tuzluluğu açısından en yüksek verim, A.B.D. Tuzluluk Laboratuvarı sınıflandırma sistemine göre birinci sınıf sulama suyu olan Ankara şehir şebekesi suyunun kullanıldığı T_1 konusunda elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun artması, verimde önemli düzeyde azalmalara neden olmuştur. Sulama suyu tuzluluğu açısından her iki yılın ortalama verim değerleri büyükten küçüğe doğru T_1 , T_2 , T_3 ve T_4 konularında sırasıyla 1321, 1090, 933.5 ve 912.3 g/liz olarak bulunmuştur.

c. Araştırmada elde edilen verim değerlerinin, şahit konu olan D_4T_1 konusunda elde edilen verime oranlanarak bulunan oransal verim değerlerine göre, en fazla verim azalması % 43.1 olarak D_1T_3 konusunda gözlenirken, tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu yönünden en olumsuz koşullara sahip D_1T_4 konusunda % 40.4 kadar verim azalması olmuştur.

5.2. Bitki Özelliklerine İlişkin Sonuçlar

Tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu faktörleri, biber bitkisinin bazı özelliklerine çeşitli etkilerde bulunmuştur. Bu etkilerin tartışması aşağıda verilmiştir.

a. Tabansuyu derinliğinin artması biber köklerinin daha derinlere ilerlemesine imkan sağlamış ve kök derinliği, tabansuyu derinliğinin artışına paralel olarak artmıştır. Bitkilerin toprak altı organlarının iyi gelişmesi, toprak üstü organlarının gelişimini de desteklemiştir. Dolayısıyla tabansuyu derinliğinin artmasıyla bitki boyu da artmıştır. Araştırmada, tabansuyu derinliğine göre kök derinliği ve bitki boyu yönünden konular büyükten küçüğe doğru D_4 , D_3 , D_2 ve D_1

şeklinde sıralanmıştır. Bu konulara karşılık gelen kök derinlikleri sırasıyla 73.6, 55.3, 41.8 ve 28.9 cm, bitki boyları ise 92.4, 91.4, 88.3 ve 83.5 cm olarak elde edilmiştir. Tabansuyu derinliğinin değişmesi meyve boyunu ve çapını etkilememiştir.

b. Araştırmada sulama suyu tuzluluğu meyve boyunu etkilerken meyve çapına herhangi bir etkide bulunmamıştır. Sulama suyu tuzluluğu arttıkça, meyvelerin boylarında azalmalar görülmüştür. Meyve boyu değerleri büyükten küçüğe doğru T_1 , T_2 , T_3 ve T_4 konularında sırasıyla 59.9, 58.5, 56.6 ve 53.7 mm olarak bulunmuştur. Sulama suyu tuzluluğu bitki kök derinliğine herhangi bir etkide bulunmazken, bitki boyunu etkilemiş, ancak bu etki tabansuyunun etkisi kadar belirgin olmamıştır. Sulama suyu tuzluluğu yaş meyvelerde kuru madde miktarını etkilemiştir. Tuzluluğun artması toprakta ozmotik potansiyeli artırmış ve bitkinin su alımı azalmıştır. Su alımı azalan bitkinin organlarındaki su oranı da düşmüş, dolayısıyla kuru madde miktarı artmıştır. Meyvedeki kuru madde miktarı ortalama olarak büyükten küçüğe doğru T_4 , T_3 , T_2 ve T_1 konularında sırasıyla % 8.01, % 7.75, % 7.10 ve % 6.68 olarak belirlenmiştir.

Sulama suyu tuzluluğunun artması toprakta bazı mineral maddelerin konsantrasyonunun artmasına da neden olmuştur. Bitki, kökleriyle toprak suyunu alırken bu mineral maddeler de bitki bünyesine girmekte ve özellikle transpirasyonun en fazla olduğu yapraklarda birikmektedir. Sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla yapraklarda ve meyvede biriken mineral madde miktarları artmıştır. Araştırmada mineral madde içeriğinin göstergesi olarak toplam kül değerleri dikkate alınmıştır. Toplam kül değerleri, büyükten küçüğe doğru T_4 , T_3 , T_2 ve T_1 konularında sırasıyla, yapraklarda % 4.11, % 3.44, % 2.99 ve % 2.95, meyvelerde ise % 0.43, % 0.35, % 0.33 ve % 0.28 olarak bulunmuştur.

5.3. Su Tüketimine İlişkin Sonuçlar

a. Bitkinin kullandığı su ile topraktaki buharlaşmanın toplamı olan bitki su tüketimi, toprak yüzeyinden olan buharlaşmanın daha fazla olması nedeniyle tabansuyu bulunan konularda, tabansuyu bulunmayan konuya göre daha yüksek bulunmuştur. Tabansuyu bulunan konular arasındaki farklılık ise su tüketiminin iki bileşeninin ayrı ayrı incelenmesiyle değerlendirilmelidir. Kuramsal temeller ve kaynak araştırması bölümünde bazı araştırma sonuçlarında da belirtildiği gibi, tabansuyu seviyesi yüzeye yaklaştıkça buharlaşmanın arttığı bilinmektedir. Halbuki araştırmada, tabansuyunun toprak yüzeyinden olan derinliğinin artmasıyla su tüketiminin arttığı belirlenmiştir. Bu durum su tüketiminin ikinci bileşeni olan bitkinin su alımı ve tüketiminin, tabansuyu derinliğinin artması ile arttığını göstermektedir. Bitki kök derinliğinin, tabansuyu derinliği ile orantılı olarak artması, tabansuyu derinliğinin artması ile bitki köklerinin daha iyi geliştiğini

göstermektedir. Daha iyi gelişen köklerde su alımının yüksek olması doğal bir sonuçtur. Sonuç olarak D_1 konusunda buharlaşma D_3 konusuna göre fazla olmasına karşılık, topraktan bitkinin su alımı D_3 konusunda çok daha fazla olmuş ve toplam su tüketimi de D_3 konusunda yüksek bulunmuştur. Buna göre tabansuyu derinliği açısından her iki yılın ortalama su tüketimi değerleri büyükten küçüğe doğru D_3 , D_2 , D_1 ve D_4 konularında sırasıyla 674.6, 645.0, 614.4 ve 525.6 mm olarak bulunmuştur.

b. Sulama suyu tuzluluğu açısından en yüksek su tüketimi, birinci sınıf sulama suyunun kullanıldığı T_1 konusunda elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun artması ile topraktaki tuzluluk artmış, toprak suyundaki ozmotik potansiyel yükselmiş, buna bağlı olarak bitkilerin su alımı azalmış ve sonuçta bitkilerin su tüketimi değeri düşmüştür. Sulama suyu tuzluluğu açısından her iki yılın ortalama su tüketimi değerleri büyükten küçüğe doğru T_1 , T_2 , T_3 ve T_4 konularında sırasıyla 686.7, 616.5, 587.3 ve 569.2 mm olarak belirlenmiştir.

5.4. Toprak Tuzluluğuna İlişkin Sonuçlar

Tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğunun, toprak tuzluluğuna yaptığı etkilere ait sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

a. Toprak tuzluluğunun tabansuyu derinliğine göre değişimi incelendiğinde, tabansuyu olan konularda tuzluluğun, tabansuyu olmayan konuya göre çok daha yüksek bulunduğu görülmektedir. Bu durum, tabansuyundan kapılar yükselmeye yüzeye kadar çıkan tuzlu suyun, tuzu burada biriktirerek toprakta tuzluluğu artırmasından kaynaklanmaktadır.

b. Sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu karşılıklı incelendiğinde; toprak tuzluluğunun, uygulanan sulama suyu tuzluluğuna paralel olarak arttığı görülmektedir. Farklı kalitelere sulama suları hazırlanırken $CaCl_2$, $MgCl_2$ ve $NaCl$ kullanılmıştır. Kullanılan bu tuzların sulama suyu ile toprağa verilmesi toprakta Ca , Mg , Na ve Cl miktarında değişmelere neden olmuştur. Toprağın Ca , Mg , Na ve Cl içeriklerine ilişkin konulara göre elde edilen bulgular, toprakta bu dört iyonun içeriklerinin de sulama suyu tuzluluğu ile arttığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

5.5. Öneriler

Yüksek tabansuyu yada kötü kalitede sulama suyu kullanılmasına ilişkin sorunlardan birinin veya her ikisinin birlikte bulunduğu koşullarda yapılacak olan bitki yetiştiriciliğinden elde edilecek verim, birinci derecede çiftçiyi ilgilendirirken, dolaylı olarak o bölgede sulama ve drenaj yatırımları yapan kuruluşları ilgilendirmektedir. Çünkü, yapılacak olan bir yatırımın karlılığı, o bölgede yatırımdan önce alınan ve yatırımdan sonra alınacak olan verimler arasındaki farklılıkla doğrudan ilişkilidir.

Bu araştırmada elde edilen sonuçlar, dolma biberi için tabansuyu düzeyi-verim ve sulama suyu tuzluluğu-verim ilişkilerini göstermektedir. Bu nedenle benzer şartlara sahip alanlarda gerek proje karlılığının belirlenmesinde, gerekse diğer tabansuyu derinliği ve sulama suyu tuzluluğu-verim ilişkilerine dayalı çalışmalar için bu araştırmanın sonuçları kullanılabilir.

Ülkemizde tabansuyu düzeyi-verim ilişkisi ile sulama suyu kalitesi-verim ilişkilerine dayalı çalışmalar çok yetersizdir. Bu nedenle her bölgede, özellikle fazla miktarda yetiştirilen bitkiler için benzer çalışmaların yapılması gerekmektedir. Günümüzde çeşitli yörelerde atık suların kullanılmasının bir zorunluluk haline geldiği ülkemizde, bu suların, bitki verimini, bitki gelişimini, toprak özelliklerini ve hatta çevreyi nasıl etkilediğinin bilinmesi gerekmektedir. Dolayısıyla bu tür çalışmalara önem verilmelidir.

Araştırmadan elde edilen bazı sonuçlara göre, dolma biberi yetiştiriciliği açısından konu ile ilgili şu öneriler getirilebilir.

Dikimden itibaren hiç olmazsa çiçeklenme periyodu sonuna kadar, bitkilerin kök boğazı kısmı toprakla doldurulmalı ve kök çürüklüğünün engellenmesi amacıyla kök boğazı ve gövde, sulama suyu ile temas ettirilmemelidir. Özellikle serada yapılan yetiştiriciliklerde tarımsal mücadeleye önem verilmeli ve sık sık bitkiler zararlılara karşı kontrol edilmelidir. Tabansuyu düzeyinin yüksek olması, bitkinin hem köklerinin hem de toprak üstü organlarının iyi gelişmesini engellediğinden ve verimde önemli miktarda azalmalara neden olduğundan, tabansuyu düzeyinin en az 60 cm derinlikte olmasına çalışılmalıdır. Ayrıca biber bitkisi mantar hastalıklarına karşı dayanıksız olduğundan, özellikle yüksek tabansuyu bulunan şartlarda tabansuyu düzeyinin düşürülmesine çalışılmalı, eğer bu mümkün olmuyorsa mantar hastalıklarına karşı kök bölgesi etkili bir şekilde ilaçlanmalıdır. Sulama suyu tuzluluğunun yüksek olması, dolma biberinde, verimde azalma, meyvede küçülme, meyvede kartlık, meyve renginde koyulaşma ve kızarma, meyve kabuğunda kalınlaşma gibi istenmeyen durumları ortaya çıkardığından, yetiştiricilikte mümkün olduğunca iyi kalitede su kullanılmalıdır. Farklı kalitelerde alternatif su kaynakları (kanal suyu, yeraltı suyu v.b.) söz konusu olduğunda, bu suların ekonomikliği değerlendirilirken su creti yanında, bitki verimine olan etkileri de düşünülerek ekonomik analiz yapılmalı ve mümkün olduğunca iyi kaliteli su kullanımı için çalışılmalıdır. Alternatif su kaynaklarının olduğu koşullarda su kalitesi-verim ilişkisinde optimum noktanın bulunması açısından, bitkinin farklı gelişme periyodlarında, farklı kalitede uygulanan sulama sularının verime etkisinin incelendiği araştırmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- AKALAN, İ.1983. Toprak Bilgisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:878, Ders Kitabı:243, s.1-346, Ankara.
- 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.
- ANONYMOUS, 1973. Beta Sebze Tohumları Kataloğu. Beta Ziraat ve Tic. A.Ş. Dönmez Ofset Matbaası, Ankara.
- ANONYMOUS, 1986. Drainage Design Factors. FAO Irr. and Drain. Paper No:38, s.1-52, Rome.
- ANONYMOUS, 1993. Türkiye İstatistik Yıllığı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası, Yayın No:1405, Ankara.
- AVCI, K. ve MAVİ, A.1987. Lizimetrelerde buğday için drenaj kriterlerinin tespiti. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Samsun Araştırma Enstitüsü 1986 Araştırma Raporları, Genel Yayın No:42, Rapor Seri No:37, Samsun.
- AYERS, R.S. and WESTCOT, D.W.1989. Water quality for agriculture. FAO Irr. and Drain Paper No:29, p.1-174, Rome.
- AYYILDIZ, M.1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları:1196, Ders Kitabı:344, s.1-282, Ankara.
- BAHÇECİ, İ.1982a. Aslım tuzlu-ıslak topraklarında yetişebilen bazı çayır ve mera bitkileri için optimum tabansuyu düzeyinin saptanması. T.C. Köyşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Araştırma Raporu, Genel Yayın No:76, Rapor Yayın No:62, Konya.
- BAHÇECİ, İ.1982b. Konya ovası ana tahliye kanalı suyunun toprak üzerine etkisi. T.C. Köyşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Araştırma Raporu. Genel Yayın No:76, Rapor Yayın No:62, Konya.
- BAHÇECİ, İ.1992. Lizimetrelerde drenaj kriterlerinin saptanması. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı, Konya Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Araştırma Raporları 1991, Genel Yayın No:151, Rapor Seri No:124, Konya.

- BAJWA, M.S., JOSAN, A.S., HIRA, G.S. and SINGH, N.T.1986. Effect of sustained saline irrigation on soil salinity and crop yields. *Irrig. Sci.* 7(1): 27-35.
- BALABAN, A.,GÜNGÖR, Y., ERÖZEL, Z., YILDIRIM, O. ve TOKGÖZ, M.A.1989. Bazı kültür bitkilerinde tabansuyu düzeyi-verim ilişkileri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:1119, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler:610, 1-28, Ankara.
- BALCI, A.1973. Drenaj ihtiyacı gösteren tarım arazilerindeki fazla suyun belirtileri, nedenleri ve zararları. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:204, Bornova.
- BENZ, L.C., REICHMAN, G.A., DOERING, E.J. and FOLLETT, R.F.1978. Water table depth and irrigation effects on applied-water-use efficiencies of three crops. *Transactions of the ASAE*, Vol 21 SW No:1-6, 723-728.
- BEYAZGÜL, M., GİRGİN, A. ve BAŞ, S.1993. Lizimetrelerde pamuk için drenaj kriterlerinin saptanması. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Menemen Araştırma Enstitüsü, Araştırma Raporları1992, Genel Yayın No:188, Rapor Seri No:123, Menemen.
- 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.
- BRADFORD, S., LETEY, J. and CARDON, G.E.1991. Simulated crop production under saline high water table conditions. *Irrig. Sci.* 12(2):73-77.
- CAMPBELL, W.F., WAGENET, R.J. and RODRIGUEZ, R.R.1986. Salinity, water management and fertility interactions on yield and nitrogen fixation in snap-beans. *Irrig. Sci.* 7(3): 195-203.
- CANNELL, R.Q. and BELFORD, R.K.1982. Crop growth after transient waterlogging. *Advances in Drainage*. Am. Soc. Agr. Eng., p:163-170, Chicago, Illinois.
- CARTER, E.1987. Subsurface drainage increases sugarcane yields and stand longevity. *Drainage Design and Management*, Am. Soc. Agr. Eng.,p:159-167,USA.
- CASTLE, D.A., McCUNNALL, J. and TRING, I.M.1984. *Field Drainage Principles and Practices*. Batsford Academic and Educational Ltd., p.1-250, London.

- ÇELİK, S.1991. Tokat ve Amasya Yörelerinde Biber Tarımı.Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Tokat Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No:113, Çiftçi Yayın No:18, Tokat.
- DINAR, A., LETEY, J. and WAUX, H.J.1986. Optimal ratios of saline and nonsaline irrigation waters for crop production. Soil Sci. Soc. Am. J., Vol 50(2):440-443.
- DOERING, E.J., BENZ, L.C. and REICHMAN, G.A.1982. Shallow-water-table consept for drainage design in semiarid and subhumid regions. Advances in Drainage. Am. Soc. Agr.Eng.,p:34-41. Chicago, Illinois.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O. ve GÜRBÜZ, F.1987. Araştırma ve Deneme Metodları. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları:1021,Ders Kitabı:295, s.1-381, Ankara.
- EHLIG, C.F., GARDNER, W.R. and CLARK, M.1968. Effect of soil salinity on water potentials and transpiration in pepper. Agronomy Journal, Vol.60: 249-253.
- EKİNCİ, S.1972. Özel Sebzecilik. Ahmet Sait Matbaası, s.1-302, İstanbul.
- ERÖZEL, Z. E.1993. Sulama Suyu Kalitesinin Kuru Fasulye Verimine Etkisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:1333, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler No:738, s.1-49, Ankara.
- FEIJTEL, T.C., MOORE, P.A., McKEE, K. and MENDELSSOHN, I.1989. Salinity and flooding level as determinants of soil solution composition and nutrient content in panicum hemitomum. Plant and Soil, Vol 114(2): 197-203.
- FRENKEL,H.1984. Reassessment of water quality criteria for irrigation. Soil Salinity Under Irrigation, Springer Verlag, p.143-172, Germany.
- GEOHRING, L.D. and STEENHUIS, T.S.1987. Crop response to different drainage intensity. Drainage Design and Management, Am. Soc. Agr. Eng., p: 149-158.USA.
- GHAVAMI, M.1976. Banana plant response to water table levels. Transactions of the ASAE, Vol 19(4): 675-677.
- GÜNAY, A.1981. Serler. Özel Sebze Yetiştiriciliği, Cilt II. Çağ Matbaası, s.1-323, Ankara.
- GÜNGÖR, H.1985. Lizimetreler. Topraksu Araştırma Ana Projesi, No:433, Topraksu Araştırma Enstitüsü 5.1.2.Nolu ek talimat, Eskişehir.

- GÜNGÖR, Y. ve ERÖZEL, A.Z. 1994. Drenaj ve Arazi Islahı. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları no:1341, Ders Kitabı no:389, Ankara.
- HASSAN, F.A. and GHAI BEH, A. 1977. Evaporation and salt movement in soils in the presence of water table. Soil Sci. Soc. Am. J., Vol 41(3): 470-478.
- HOFFMAN, G.J., PRICHARD, T.L., MAAS, E.V. and MEYER, J.L. 1986. Irrigation water quality options for corn on saline, organic soils. Irrig. Sci. 7(4): 265-275.
- HOFFMAN, G.J., SHANNON, M.C., MAAS, E.V. and GRASS, L. 1988. Rubber production of salt-stressed guayule at various plant populations. Irrig. Sci., 9(3):213-226.
- HOFFMAN, G.J., CATLIN, P.B., MEAD, R.M., JOHNSON, R.S., FRANCOIS, L.E. and GOLDHAMER, D. 1989. Yield and foliar injury responses of mature plum trees to salinity. Irrig. Sci., 10(3):215-229.
- HOWEL, T.A., HATFIELD, J.L., RHOADES, J.D. and MERON, M. 1984. Response of cotton water stress indicators to soil salinity. Irrig. Sci. 5(1): 25-36.
- KACAR, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:453, Uygulama Kılavuzu:155, s.1-646, Ankara.
- KANBER, R., YÜKSEK, G., EYLEN, M. ve DEMİRÖZ, C. 1980. Kahramanmaraş koşullarında phytophthora capsici leonian ile bulaşık alanlarda azot miktarı ve sulama suyunun kırmızı biberin verim ve su tüketimine etkisi. T.C. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Tarsus Bölge Toprak Su Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:105, Rapor Yayın No:55, Tarsus.
- KECK, T.J., WAGENET, R.J., CAMPBELL, W.F. and KNIGHTON, R.E. 1984. Effects of water and salt stress on growth and acetylene reduction in alfalfa. Soil Sci. Soc. Am. J., 48(6): 1310-1316.
- LAL, R.K. 1985. Effect of salinity applied at different stages of growth on seed yield and its constituents in field peas. Indian J. of Agronomy. Vol 30(3): 296-299.
- MAAS, E.V., DONOVAN, T.J. and FRANCOIS, L.E. 1988. Salt tolerance of irrigated guayule. Irrig. Sci., 9(3):199-211.
- MEEK, B.D., OWEN-BARTLETT, E.C., STOLZY, L.H. and LABANAUSKAS, C.K. 1980. Cotton yield and nutrient uptake in relation to water table depth. Soil Sci. Soc. Am. J., Vol 42(2):301-305.

- MEIRI, A. and PLAUT, Z.1985. Crop production and management under saline conditions. *Plant and Soil* 89: 253-271.
- MITCHELL, J.P., SHENNAN, C., GRATTAN, S.R. and MAY, D.M.1991. Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. *J. Amer. Soc. Sci.*, 116 (2):215-221.
- 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): 159-170.
- MİYAMOTO, S., PIELA, K. and PETTICREW, J.1986. Seedling mortality of several crops induced by root, stem or leaf exposure to salts. *Irrig. Sci.* 7(2): 97-106.
- MIYAMOTO, S., RILEY, T., GOBRAN, G. and PETTICREW, J.1986. Effects of saline water irrigation on soil salinity, pecan tree growth and nut production. *Irrig. Sci.* 7(2): 83-95.
- NERSON, H. and PARIS, H.S.1984. Effects of salinity on germination, seedling growth, and yield of melons. *Irrig. Sci.* 5(4): 265-273.
- NWADUKWE, P.O., ABDULMUMIN, S., ARORA, Y. and IKE, I.F.1989. Effects of irrigation frequency and water table depths on root growth and yield of tomato in a tropical soil. *Agric. Water Management*, 16(3): 241-249.
- 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.
- OYLUKAN, Ş. ve KUŞAKSIZOĞLU, N.1974. Çeşitli bitkilerin su altında kalmalarının verime etkisi. T.C. Köyışleri Bakanlığı, Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No:120, Rapor Serisi No:83, Eskişehir.
- 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.
- RHOADES, J.D.1972. Quality of water for irrigation. *Soil Sci.* 113:277-284.
- RHOADES, J.D., KANDIAH, A. and MASHALI, A.M.1992. The Use of Saline Waters for Crop Production. *FAO Irr. and Drain. Paper No:48*, p.1-133, Rome.

- SAATÇILAR, M.1989. Lizimetrelerde değişik tabansuyu tuz konsantrasyonu ve düzeylerinin pamuk gelişimine, verimine ve topraktaki tuz içeriğine etkisi. T.C. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı Menemen Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:153, Rapor Serisi No:97, Menemen.
- 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.
- SHALHEVET, J. and HSIAO, C.1986. Salinity and drought. *Irrig. Sci.* 7(4): 249-264.
- SHIH, S.F. and ASCE, M.1983. Soil surface evaporation and water table depths. *J. of Irr. and Drain. Eng.*, Vol 109(4):366-376.
- SMEDEMA, L.K. and RYCROFT, D.W.1983. Land Drainage. Planning and design of agricultural drainage systems. Batsford Academic and Educational Ltd., p.1-376, London.
- SÖNMEZ, N. ve AYYILDIZ, M.1964. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Teşhis ve Islahları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 229, Ankara.
- SUBBA, R.N., SUBBAIAH, G.V. and RAMAIAH, B.1987. Effect of saline water irrigation on tomato yield and soil properties. *Journal of the Indian Society of Coastal Agricultural Research*, 5(2):407-409.
- TORRES, J.S. and HANKS, R.J.1989. Modeling water table contribution to crop evapotranspiration. *Irrig. Sci.* 10(4): 265-279.
- VAN HOORN, J.W. and VAN ALPEN, J.G.1990. Salinity Control. Salinity Control, Salt Balance and Leaching Requirement of Irrigated Soils. 29th International Course on Land Drainage, Lecture notes, Wageningen.
- VINTEN, A., SHALHEVET, J., MEIRI, A. and PERETZ, J. 1986. Water and leaching requirements of industrial tomatoes irrigated with brackish water. *Irrig. Sci.* 7(1): 13-25.
- WARRICK, A.W.1989. Generalized results from crop yield model with saline waters. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 53:1641-1645.
- WEST, D.W., HOFFMAN, G.J. and FISHER, M.J.1986. Photosynthesis, leaf conductance, and water relations of cowpea under saline conditions. *Irrig. Sci.* 7(3): 183-193.
- YEŞİL SOY, M.Ş. ve GÜZELİŞ, İ.1966. Toprakta özgül ağırlık ve hacim ağırlığı tayin metodları. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Teknik Yayınları, Sayı:15, Ankara.

- YILDIRIM, B.1985.** Lizimetrelerde değişik tabansuyu seviyelerinin şeker pancarı gelişim ve verimine etkisi. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Eskişehir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:194, Rapor Serisi No:145, Eskişehir.
- YILDIRIM, B.1989.** Lizimetrelerde değişik tabansuyu seviyelerinin yoncanın gelişimine ve verimine etkisi. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Eskişehir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:210, Rapor Seri No: 160, Eskişehir.
- YILMAZ, T.1975.** Aşım merasında tuzluluk-tabansuyu seviyeleri ile vejetasyon ilişkileri. Köy İşleri Bakanlığı Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 34, Rapor Serisi No: 21, Konya.



ÖZGEÇMİŞ

1965 yılında Ankara'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ankara'da Atatürk İlkokulu, Cebeci Ertuğrul Gazi İlkokulu, Kurtuluş Orta Okulu ve Keçiören Fatih Sultan Mehmet Lisesi'nde tamamladı. 1982 yılında yüksek öğrenimine başladığı A.Ü. Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümünü Haziran 1986 döneminde bitirdi. Aynı yıl açılan araştırma görevlisi sınavını kazanarak A.Ü. Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümüne atandı. 1986 - 87 öğretim yılında İngilizce hazırlık kursuna devam etti. Ekim 1987 ve Temmuz 1989 tarihleri arasında A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kültürteknik Anabilimdalında Yüksek Lisans eğitimi yaptı ve "A.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Topraklarının Tuzlulaşma Süresi ve Yıkama İhtiyacının Saptanması " isimli tezini verdi. 1989 yılında Doktora öğrenimine başladı. 30 Eylül 1990 - 24 Temmuz 1991 tarihleri arasında İtalya'da sulama konusunda eğitim aldı. Halen A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.