

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Alper BAYDAR

**DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN FARKLI
FERTİGASYON EKİPMANLARI İLE SU KISINTISI
UYGULAMALARININ DOMATES BİTKİSİ ÜZERİNDEKİ
ETKİLERİ**

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ADANA, 2020

Canım Kızıma ve Babama.....



ÖZ

DOKTORA TEZİ

DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN FARKLI FERTİGASYON EKİPMANLARI İLE SU KISINTISI UYGULAMALARININ DOMATES BİTKİSİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

ALPER BAYDAR

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Danışman	:Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜ Yıl 2020, Sayfa 144
Jüri	:Prof. Dr. Bülent ÖZEKİCİ :Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN :Prof. Dr. Cafer GENÇOĞLAN :Prof. Dr. Harun KAMAN

Bu çalışma ülkemizde Çukurova Bölgesi'nde domates yetiştiriciliğinde damla sulama sistemlerinde yoğun olarak kullanılan fertigasyon ekipmanları ile su kısıntısı koşullarının etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla 2014 – 2015 yılları arasında Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Lokasyonu'nda yürütölmüştür. Araştırmada F1 enjeksiyon pompası, F2 ventüri enjektörü ve F3 basınç farkı yöntemi ana konuları, I₁₀₀ tam sulama ve I₇₀ – I₅₀ kısıntılı sulama konuları ise alt konuları oluşturmaktadır. Çalışma tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlı yürütölmüştür. Araştırmanın her iki yılında da F1 enjeksiyon pompası ve I₁₀₀ tam sulama konusunda domates bitkisi verimi 2014 yılında 4875 kg da⁻¹ 2015 yılında ise 5106 kg da⁻¹ olarak en yüksek değerleri vermiştir. F1 enjeksiyon pompası konusu diğer iki fertigasyon konularına göre sulama süresince sistemde gübre konsantrasyonunu tamamen bitki kök bölgesine iletirken, F2 ventüri yöntemi gübrenin tamamını iletememiştir. Domates bitkisinde en yüksek verim ve diğer kalite bileşenleri I₁₀₀ tam sulama konusunda belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fertigasyon, domates, damla sulama, kısıntılı sulama

ABSTRACT

PhD THESIS

THE EFFECTS OF DIFFERENT FERTIGATION EQUIPMENTS USED IN DRIP IRRIGATION AND DEFICIT IRRIGATION APPLICATIONS ON TOMATO

Alper BAYDAR

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF AGRICULTURAL STRUCTURES AND
IRRIGATION

Supervisor	:Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜ Year 2020, Pages 144
Jury	:Prof. Dr. Bülent Özekici :Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN :Prof. Dr. Cafer GENÇOĞLAN :Prof. Dr. Harun KAMAN

This study was carried out to determine the effects of fertigation equipments under deficit irrigation conditions on tomato plant in the experiment fields of Alata Horticultural Research Station, Tarsus Soil and Water Resources Location during 2014-2015. In the study F1 injection pump, F2 venturi injector and F3 pressure diversity treatments are in main plots, I_{100} full irrigation and $I_{70} - I_{50}$ deficit irrigation treatments as the sub-main plots were created. The experiment was carried out in randomized block in split-split plot design with three replications. The highest tomato yield was obtained 4875 kg da^{-1} in 2014 and 5106 kg da^{-1} in 2015. According the other two fertigation treatments, F1 injection pump transmitted all fertilizer concentrate to crop roots during irrigation while F2 venturi injector couldn't transmit all fertilizer amount. It is determined that the highest yield and other quality parameters were in I_{100} full irrigation treatments.

Key Words: Fertigation, tomato, drip irrigation, deficit irrigation

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Damla sulama sistemlerinde fertigasyon teknikleri teknolojinin gelişmesi ile birlikte günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fertigasyon yönteminde gübrenin bitki kök bölgesinde homojen bir şekilde eş dağılım sağlaması sistemin başarısı açısından önemlidir. Fertigasyon tekniklerinde farklı ekipmanlar kullanılmakta olup çalışma ilkeleri ve performansları açısından yeterli çalışmalar ülkemizde bulunmamaktadır. Her ekipmanın gübre konsantrasyonunu belirleme ve bitki kök bölgesine iletme şekilleri farklılıklar göstermektedir.

Son yıllarda gelecekte beklenen olası iklim değişikliğinin özellikle Çukurova Bölgesi'nde su kaynaklarında azalmalar yaratabileceği konusunda tahminler yapılmaktadır. Bu anlamda tarımsal üretimde daha az miktarda sulama suyu kullanarak alınabilecek en yüksek verimin belirlenmesine dair kısıntılı sulama teknikleri giderek önemini artırmaktadır. Damla sulama yöntemi, suyun doğrudan bitki kök bölgesine verilmesini sağlayan, daha az miktarda su kullanımı ile optimum verim almayı hedefleyen basınçlı sulama sistemi olup ülkemizde giderek yaygınlaşmaktadır.

Yaptığımız bu çalışma ile damla sulama yönteminde gübrelemenin fertigasyon tekniği ile yapılırken ekipmanların performansını belirleyerek, daha az su kullanarak en iyi verimi alabilmek amacıyla domates bitkisinde etkileri incelenmiştir.

Sistem içerisinde gübre konsantrasyonlarının zamansal dağılımını belirlemek amacıyla, sulama sürelerinin başında, sonunda ve ortasında sulama suyundan alınan örneklerde laboratuvar ortamında Kjeldahl toplam azot yöntemi ile NO_3 miktarları tespit edilmiştir. Tüm fertigasyon konularında sulama konularına göre NO_3 konsantrasyonları araştırmanın 2014 yılında $2.59 - 52.41 \text{ mg L}^{-1}$ 2015 yılında ise $8.31 - 77.97 \text{ mg L}^{-1}$ değerleri arasında değişmiştir. Araştırmanın her iki yılında da F1 (enjeksiyon pompası) konusunda gübrelerin tamamı bitki kök

bölgesine iletilirken F2 (ventüri yöntemi) ve F3 (basınç farkı) konusunda aynı başarı tespit edilememiştir.

Sulama suyu miktarları 2014 ve 2015 yıllarında $I_{100} - I_{70}$ ve I_{50} konularında sırası ile 397.9, 303.4, 240.4 mm ve 409.0, 304.3, 234.5 mm olarak belirlenmiştir. Kısıntılı sulama koşullarında sulama suyu miktarlarının azaldığı belirlenmiştir.

Mevsimlik bitki su tüketimleri sulama konularına göre araştırmanın ilk yılında 441.4 – 584.9 mm arasında, 2015 yılında ise 359.0 – 524.5 mm arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çalışmanın iki yılında da verim değerlerinde; fertigasyon, sulama ve sulama*fertigasyon etkileşimleri istatistiksel olarak %99 güvenle önemli bulunmuştur. En yüksek verim değerleri her iki yılda da F1 I_{100} tam sulama konusunda sırası ile 4875 – 5106 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. En düşük verim değerleri ise yine her iki yılda 2803 – 3189 kg da⁻¹ olarak F2 I_{50} konusundan elde edilmiştir.

Araştırmada WUE ve IWUE konulara göre belirlenmiştir. Her iki yılda da genel olarak su kısıntısı koşullarında daha yüksek değerler elde edilmiştir. 2014 yılında WUE değerleri 5.7 – 8.6 kg m⁻³ değerleri arasında IWUE değerleri ise 6.1 – 15.6 kg m⁻³ şeklinde belirlenmiştir. 2015 yılında ise WUE değerleri 7.4 – 10.9 kg m⁻³ IWUE değerleri ise 9.5 – 16.8 kg m⁻³ arasında belirlenmiştir.

Araştırmada her iki yılda da yaprak alan indeksi, bitki boyu ve kuru madde miktarları sulama suyu miktarı arttıkça yükselmiş olup en yüksek değerler I_{100} tam sulama konusu ve F1 enjeksiyon pompası konusundan elde edilmiştir. F2 ventüri yönteminde ise anılan parametrelerde en düşük değerler saptanmıştır.

Meyve kalite parametreleri olarak meyve sayısı, meyve ağırlığı ve meyve hacmi değerlerinde istatistiksel olarak farklılıklar bulunurken meyvede pH ve vitamin C değerlerinde istatistiksel olarak farklılıklar görülmemiştir.

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak yaptığım bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde engin bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, yardımcı olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜ'ye sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamı zenginleştiren ve görüşlerini benimle paylaşan değerli hocalarım Prof. Dr. Bülent ÖZEKİCİ, Prof. Dr. H. YILDIZ DAŞGAN, Prof. Dr. Cafer GENÇOĞLAN, Prof. Dr. Harun KAMAN ve Prof. Dr. Rıza KANBER'e teşekkür ederim.

Çalışmanın yürütülmesini sağlayan, gerektiğinde personel desteği veren ve projenin yürütüldüğü arazinin tesis edilmesini sağlayan, çalışmakta olduğum Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ve Enstitü Müdürü Doç Dr. Davut Keleş'e teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmam süresince birlikte çalıştığım değerli arkadaşlarım Dr. Mete ÖZFİDANER, Dr. Yeşim BOZKURT ÇOLAK ve Dr. Engin GÖNEN'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmaya başladığım ilk günden itibaren her türlü manevi destekleri ile yanımda olan ailem Fatma Zeliha BAYDAR, Levent BAYDAR ve yakın zamanda aramızdan ayrılrsa da her zaman kalbimde olan babam Orhan BAYDAR'a ve biricik dünyalar güzeli kızım Bade BAYDAR'a fedakarlıkları için en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVIII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Domates ve Sulama Uygulamaları ile İlgili Çalışmalar.....	5
2.2. Verim ve Kalite Parametreleri ile İlgili Çalışmalar	8
2.3. Fertigasyon ile İlgili Çalışmalar.....	11
3. MATERYAL VE METOD	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Araştırma Yerinin Tanımı.....	17
3.1.2. İklim Özellikleri.....	17
3.1.3. Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri.....	18
3.1.4. Araştırmada Kullanılan Domates Çeşidi ve Özellikleri.....	19
3.1.5. Araştırma Kullanılan Su Kaynağı ve Özellikleri	20
3.1.6. Fertigasyon Yönteminde Kullanılan Ekipmanlar	20
3.1.7. Damla Sulama Sistemi	24
3.2. Metod	26
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi	26
3.2.2. Araştırma Konuları	27
3.2.3. Uygulanan Sulama Suyu Miktarı	28
3.2.4. Toprak Suyu Gözlemleri	29

3.2.5. Deneme Deseni.....	30
3.2.6. Bitki Su Tüketiminin Hesaplanması.....	31
3.2.7. Su Kullanma Randımanı ve Sulama Suyu Kullanma Randımanı.....	32
3.2.8. Toprak İşleme ve Dikim İşlemleri.....	33
3.2.9. Zirai Mücadele ve Bakım İşlemleri	35
3.2.10. Gelişme Dönemlerinin Belirlenmesi	37
3.2.11. Gübreleme İşlemleri	37
3.2.12. Sulama Suyu Örnekleri ve Analizler	38
3.2.13. Bitkilerde Yapılan Gözlem ve Analizler	39
3.2.13.1. Fenolojik Gözlemler	39
3.2.13.2. Meyve Kalite Parametreleri Analizleri	39
3.2.13.3. Verim ve Bileşenleri	40
3.2.14. İstatistiksel Analiz	41
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	43
4.1. Bulgular.....	43
4.1.1. Fertigasyon Uygulamalarına İlişkin Bulgular	43
4.1.2. Sulama Suyunda Azot Analizine İlişkin Bulgular	46
4.1.2.1. Fertigasyon Konuları ve Gübre Konsantrasyonuna İlişkin Bulgular.....	46
4.1.2.2. Fertigasyon ve Sulama Konularında Gübre Konsantrasyonuna İlişkin Bulgular	48
4.1.3. Sulamaya İlişkin Bulgular	56
4.1.4. Toprak Su İçeriğine İlişkin Bulgular.....	58
4.1.5. Bitki Su Tüketimi (ET) Değerlerine İlişkin Bulgular	60
4.1.5.1. Mevsimlik Bitki Su Tüketimi (ET).....	60
4.1.5.2. Mevsimlik Bitki Su Tüketimi (ET) - Kuru Madde Miktarı (Biyokütle) İlişkisi.....	62
4.1.5.3. Mevsimlik Bitki Su Tüketimi (ET) – Verim (Y) İlişkisi	64
4.1.6. Verim	66

4.1.6.1. Sulama Suyu – Verim (Y) İlişkisi	70
4.1.7. Su Kullanma Randımanı (WUE) ve Sulama Suyu Kullanma Randımanı (IWUE).....	72
4.1.8. Bitki Boyu Bulguları	75
4.1.9. Yaprak Alan İndeksi Bulguları.....	82
4.1.10. Kuru Madde Miktarı (Biyokütle) Bulguları.....	89
4.1.11. Gelişme Dönemleri Bulguları	96
4.1.12. Meyve Kalite Parametreleri Bulguları	98
4.1.12.1. Meyve Sayısı	98
4.1.12.2. Meyve Ağırlığı.....	100
4.1.12.3. Meyve Hacmi.....	103
4.1.12.4. Meyve Çapı.....	105
4.1.12.5. Meyve Boyu.....	106
4.1.12.6. Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM)	108
4.1.12.7. Meyve Suyunda EC	110
4.1.12.8. Meyve Suyunda pH	112
4.1.12.9. Meyvede Asitlik.....	113
4.1.12.10. Vitamin C.....	115
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	119
5.1. Sonuçlar	119
5.2. Öneriler	122
KAYNAKLAR	125
ÖZGEÇMİŞ	131
EKLER.....	133



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. ABKAEM Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Lokasyonu Meteoroloji İstasyonu 1950 – 2015 uzun yıllık ve 2014 - 2015 yılı iklim verileri.	18
Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri	19
Çizelge 3.3. Deneme alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri	19
Çizelge 3.4. Araştırmada kullanılan sulama suyu analiz sonuçları.....	20
Çizelge 4.1. Konulara uygulanan saf gübre miktarları, kg da ⁻¹ (2014).....	44
Çizelge 4.2. Konulara uygulanan saf gübre miktarları, kg da ⁻¹ (2015).....	45
Çizelge 4.3. Fertigasyon konularında farklı sulama düzelerinde uygulanan sulama suyu miktarları, mm (2014).....	57
Çizelge 4.4. Fertigasyon konularında farklı sulama düzeylerinde uygulanan sulama suyu miktarları, mm (2015).....	57
Çizelge 4.5. Fertigasyon konularına ilişkin sulama suyu miktarı yağış, nem ve ET değerleri, 2014	61
Çizelge 4.6. Fertigasyon konularına ilişkin sulama suyu miktarı yağış, nem ve ET değerleri, 2015	62
Çizelge 4.7. Fertigasyon konularının ortalama toplam domates verimleri, kg da ⁻¹ (2014).....	67
Çizelge 4.8. Fertigasyon ve sulama konularının verime ilişkin LSD gruplandırması, kg da ⁻¹ (2014).....	67
Çizelge 4.9. Fertigasyon konularının ortalama toplam domates verimleri, kg da ⁻¹ (2015).....	68
Çizelge 4.10. Fertigasyon ve sulama konularının verime ilişkin LSD gruplandırması, kg da ⁻¹ (2015).....	69
Çizelge 4.11. Konulara ilişkin WUE değerleri LSD gruplandırması, kg m ⁻³ (2014).....	72

Çizelge 4.12. Konulara ilişkin IWUE değerleri LSD gruplandırması, kg m ⁻³ (2014).....	73
Çizelge 4.13. Konulara ilişkin WUE değerleri LSD gruplandırması, kg m ⁻³ (2015).....	74
Çizelge 4.14. Konulara ilişkin IWUE değerleri LSD gruplandırması, kg m ⁻³ (2015).....	74
Çizelge 4.15. Fertigasyon konularına ilişkin son hasattaki bitki boyları, cm (2014).....	77
Çizelge 4.16. Fertigasyon ve sulama konuları ortalama bitki boyu LSD gruplandırması, cm (2014).....	78
Çizelge 4.17. Fertigasyon konularına ilişkin son hasattaki bitki boyları, cm (2015).....	80
Çizelge 4.18. Fertigasyon ve sulama konuları ortalama bitki boyu LSD gruplandırması, cm (2015).....	81
Çizelge 4.19. Fertigasyon ve sulama konularının kuru madde miktarına ilişkin LSD gruplandırması, kg da ⁻¹ (2014)	91
Çizelge 4.20. Fertigasyon ve sulama konularının kuru madde miktarına ilişkin LSD gruplandırması, kg da ⁻¹ (2015)	94
Çizelge 4.21. Fertigasyon ve sulama konularının meyve sayısına ilişkin LSD gruplandırması, adet bitki ⁻¹ (2014)	99
Çizelge 4.22. Fertigasyon ve sulama konularının meyve sayısına ilişkin LSD gruplandırması, adet bitki ⁻¹ (2015)	100
Çizelge 4.23. Fertigasyon ve sulama konularının meyve ağırlığına ilişkin LSD gruplandırması, g meyve ⁻¹ (2014).....	101
Çizelge 4.24. Fertigasyon ve sulama konularının meyve ağırlığına ilişkin LSD gruplandırması, g meyve ⁻¹ (2015).....	102
Çizelge 4.25. Fertigasyon ve sulama konularının meyve hacmine ilişkin LSD gruplandırması, cm ³ meyve ⁻¹ (2014).....	103

Çizelge 4.26. Fertigasyon ve sulama konularının meyve hacmine ilişkin LSD gruplandırması, cm ³ meyve ⁻¹ (2015).....	104
Çizelge 4.27. Fertigasyon ve sulama konularının meyve çapına ilişkin LSD gruplandırması, mm (2014)	105
Çizelge 4.28. Fertigasyon ve sulama konularının meyve çapına ilişkin LSD gruplandırması, mm (2015)	106
Çizelge 4.29. Fertigasyon ve sulama konularının meyve boyuna ilişkin LSD gruplandırması, mm (2014)	107
Çizelge 4.30. Fertigasyon ve sulama konularının meyve boyuna ilişkin LSD gruplandırması, mm (2015)	108
Çizelge 4.31. Fertigasyon ve sulama konularının suda çözünebilir kuru maddeye ilişkin LSD gruplandırması, % (2014).....	109
Çizelge 4.32. Fertigasyon ve sulama konularının suda çözünebilir kuru maddeye ilişkin LSD gruplandırması, % (2015).....	110
Çizelge 4.33. Fertigasyon ve sulama konularının meyvede EC ilişkin LSD gruplandırması, dS m ⁻¹ (2014).....	111
Çizelge 4.34. Fertigasyon ve sulama konularının meyvede EC ilişkin LSD gruplandırması, dS m ⁻¹ (2015).....	112
Çizelge 4.35. Fertigasyon ve sulama konularının meyvede pH ilişkin LSD gruplandırması (2014)	112
Çizelge 4.36. Fertigasyon ve sulama konularının meyvede pH ilişkin LSD gruplandırması (2015)	113
Çizelge 4.37. Fertigasyon ve sulama konularının meyvede asitliğe ilişkin LSD gruplandırması, % (2014).....	114
Çizelge 4.38. Fertigasyon ve sulama konularının meyvede asitliğe ilişkin LSD gruplandırması, % (2015).....	115
Çizelge 4.39. Fertigasyon ve sulama konularının vitamin C değerlerine ilişkin LSD gruplandırması, mg 100 g ⁻¹ (2014).....	116

Çizelge 4.40. Fertigasyon ve sulama konularının vitamin C değerlerine ilişkin LSD gruplandırması, mg 100 g ⁻¹ (2015).....	116
---	-----



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Enjeksiyon pompası genel görünümü	21
Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan enjeksiyon pompası sistemi	21
Şekil 3.3. Ventüri enjektörü genel görünümü.....	22
Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan ventüri tipi gübre enjektörü.....	23
Şekil 3.5. Basınç farkı sistemi genel görünümü	23
Şekil 3.6. Araştırmada kullanılan basınç farkı sistemi	24
Şekil 3.7. Lateraller genel görünümü	25
Şekil 3.8. Fertigasyon konularına ait parsel vanaları ve damla sulama sisteminin uygulanması.....	26
Şekil 3.9. Bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinin alınması	27
Şekil 3.10. Deneme alanı toprakları için nötronmetre kalibrasyon eğrisi.....	30
Şekil 3.11. Deneme parselleri yerleşim planı.....	31
Şekil 3.12. Dikim öncesi toprak işleme	34
Şekil 3.13. Fidelerin araziye dikilmesi.....	35
Şekil 3.14. Dikim öncesi Metalaxyl-M+Fludioxanil uygulaması	36
Şekil 3.15. Zirai mücadele ve bakım işlemleri.....	37
Şekil 3.16. Kjeldahl toplam azot tayini.....	38
Şekil 4.1. Fertigasyon konuları ve NO ₃ miktarlarının zamansal değişimi, (2014)47	
Şekil 4.2. Fertigasyon konuları ve NO ₃ miktarlarının zamansal değişimi, (2015)48	
Şekil 4.3. F1 (enjeksiyon pompası) ve sulama konularında NO ₃ miktarlarının zamansal değişimi, (2014).....	49
Şekil 4.4. F2 (ventüri) ve sulama konularında NO ₃ miktarlarının zamansal değişimi, (2014).....	50
Şekil 4.5. F3 (basınç farkı) ve sulama konularında NO ₃ miktarlarının zamansal değişimi, (2014).....	51
Şekil 4.6. F1 (enjeksiyon pompası) ve sulama konularında NO ₃ miktarlarının zamansal değişimi, (2015).....	53

Şekil 4.7. F2 (ventüri) ve sulama konularında NO3 miktarlarının zamansal değişimi, (2015).....	54
Şekil 4.8. F3 (basınç farkı) ve sulama konularında NO3 miktarlarının zamansal değişimi, (2015).....	55
Şekil 4.9. Sulama öncesi toprak su içeriğinin zamana göre değişimi, (2014)	59
Şekil 4.10. Sulama öncesi toprak su içeriğinin zamana göre değişimi, (2015).....	60
Şekil 4.11. Fertigasyon konularında mevsimlik bitki su tüketimi ile kuru madde miktarı arasındaki ilişki (2014)	63
Şekil 4.12. Fertigasyon konularında mevsimlik bitki su tüketimi ile kuru madde miktarı arasındaki ilişki (2015)	64
Şekil 4.13. Fertigasyon konularında mevsimlik bitki su tüketimi ile verim arasındaki ilişki (2014)	65
Şekil 4.14. Fertigasyon konularında mevsimlik bitki su tüketimi ile verim arasındaki ilişki (2015)	65
Şekil 4.15. Fertigasyon konularında sulama suyu miktarı ile verim arasındaki ilişki (2014)	71
Şekil 4.16. Fertigasyon konularında sulama suyu miktarı ile verim arasındaki ilişki (2015)	71
Şekil 4.17. Enjeksiyon pompası (F1) konusunda bitki boylarının zamansal değişimi, (2014).....	76
Şekil 4.18. Ventüri (F2) konusunda bitki boylarının zamansal değişimi, (2014) ...	76
Şekil 4.19. Basınç farkı (F3) konusunda bitki boylarının zamansal değişimi, (2014)	77
Şekil 4.20. Enjeksiyon pompası (F1) konusunda bitki boylarının zamansal değişimi, (2015).....	79
Şekil 4.21. Ventüri (F2) konusunda bitki boylarının zamansal değişimi, (2015) ...	79
Şekil 4.22. Basınç farkı (F3) konusunda bitki boylarının zamansal değişimi, (2015)	80

Şekil 4.23. Enjeksiyon pompası (F1) konusunda yaprak alan indeksi değerlerinin zamansal değişimi, (2014).....	83
Şekil 4.24. Ventüri (F2) konusunda yaprak alan indeksi değerlerinin zamansal değişimi, (2014).....	83
Şekil 4.25. Basınç farkı (F3) konusunda yaprak alan indeksi değerlerinin zamansal değişimi, (2014).....	84
Şekil 4.26. Konulara ait maksimum yaprak alan indeksi değerleri, (2014)	85
Şekil 4.27. Enjeksiyon pompası (F1) konusunda yaprak alan indeksi değerlerinin zamansal değişimi, (2015).....	86
Şekil 4.28. Ventüri (F2) konusunda yaprak alan indeksi değerlerinin zamansal değişimi, (2015).....	86
Şekil 4.29. Basınç farkı (F3) konusunda yaprak alan indeksi değerlerinin zamansal değişimi, (2015).....	87
Şekil 4.30. Konulara ait maksimum yaprak alan indeksi değerleri, (2015)	88
Şekil 4.31. Enjeksiyon pompası (F1) konusunda kuru madde miktarlarının zamansal değişimi, (2014).....	89
Şekil 4.32. Ventüri (F2) konusunda kuru madde miktarlarının zamansal değişimi, (2014)	90
Şekil 4.33. Basınç farkı (F3) konusunda kuru madde miktarlarının zamansal değişimi, (2014).....	90
Şekil 4.34. Konulara ait kuru madde miktarı değerleri, (2014)	92
Şekil 4.35. Enjeksiyon pompası (F1) konusunda göre kuru madde miktarlarının zamansal değişimi, (2015).....	93
Şekil 4.36. Ventüri konusunda (F2) kuru madde miktarlarının zamansal değişimi, (2015)	93
Şekil 4.37. Basınç farkı (F3) konusunda sulama düzeylerine göre kuru madde miktarlarının zamansal değişimi, (2015).....	94
Şekil 4.38. Konulara ait kuru madde miktarı değerleri, (2015)	95
Şekil 4.39. Domates bitkisinin gelişme dönemleri, (2014).....	97

Şekil 4.40. Domates bitkisinin gelişme dönemleri, (2015).....98



SİMGELER VE KISALTMALAR

ABKAEM	: Alata Bahçe Kùltùrleri Araştırma Enstitùsù Mùdùrlùğù
ET	: Bitki Su Tùketimi
I	: Uygulanan sulama suyu miktarı
IWUE	: Sulama Suyu Kullanım Randımanı
SÇKM	: Suda özùnebilir Kuru Madde
WUE	: Su Kullanım Randımanı
LAI	: Yaprak Alan İndeksi
F1	: Enjeksiyon pompası konusu
F2	: Ventùri konusu
F3	: Basınç Farkı konusu
I ₁₀₀	: Tam sulama konusu
I ₇₀	: Tam sulama konusuna uygulanan sulama suyu miktarının %70'inin verildiğì konu
I ₇₅₀	: Tam sulama konusuna uygulanan sulama suyu miktarının %50'sinin verildiğì konu
DSG	: Dikimden sonraki gùn sayısı
A	: Parsel alanı
P	: Islatılan alan yüzdesi
Δs	: Toprak profilindeki nem değışimi
Y	: Verim
HP	: Beygir gücü
MSS	: Metre su sütunu
CR	: Sayım oranı
Pv	: Hacimsel su içeriğì
Cr	: Kılcal yükseliş
Pe	: Etkili yağış
Dp	: Derine sızma kayıpları

Rf : Yüzey akış kayıpları
Y : Verim
SD : Serbestlik derecesi
CV : Varyasyon katsayısı



1.GİRİŞ

Kuraklık, tarım alanlarında bitki gelişimini sınırlayan ve bitkisel üretimi azaltan en önemli çevresel faktörlerden birisidir. Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü bölgelerde yetişen domates bitkisinde özellikle iklim değişikliğinin olası etkileri de göz önüne alındığında yüksek düzeyde buharlaşma ve buna karşın bu buharlaşmayı karşılayacak su kaynaklarının yetersizliği bitkinin su stresi ile karşılaşmasına neden olmaktadır.

Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) özel raporuna göre sıcaklık artışlarının günümüz koşullarında 1,5°C’de olması gerekirken yapılan araştırmalara göre sera gazı emisyonlarının sıcaklık artışının daha fazla olmasına neden olabileceği ve acilen önlemler alınması gerektiğini belirtilmiştir (IPCC, 1996). Oldukça hassas bir iklime sahip olan Akdeniz bölgesinin olası iklimsel değişikliklerden olumsuz etkilenmesi beklenmektedir. Bu durum su kaynaklarının daha etkin kullanılması, bitki besleme gibi kültürel işlemlerin daha az kayıpla ve en yüksek yarar ile kullanılması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır.

Su kaynaklarının kısıtlı olduğu yörelerde suyun etkin kullanılması sağlayacak kısıntılı sulama teknikleri üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Su kaynaklarının kısıtlı ya da pahalı olduğu alanlarda damla sulama uygulanması ekonomik yönden karlı olmakla beraber üniform su dağılımı ve kimyasalların kullanımı bakımından da avantajlıdır. Gelecek yıllarda iklim değişikliğinin su kaynakları üzerinde oluşturabileceği olumsuz etkiler göz önüne alındığında, su kaynaklarından daha etkin bir biçimde yararlanabilmek için bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyun bir kısmından kısıntıya gidilerek daha fazla alanda sulama yapılabilmesi önemli bir rol oynamaktadır.

Özellikle artan nüfusa bağlı olarak insanların suya olan ihtiyacının giderek artması ve tarımsal üretim açısından daha kaliteli ürünlerin temin edilebilmesi büyük önem taşımaktadır. Su kaynaklarının daha etkin kullanılabilmesi amacıyla kayıpların en aza indirildiği basınçlı sulama sistemleri her geçen gün daha önemli

hale gelirken, fertigasyon gibi gübrenin sulama suyu ile birlikte verilmesi, daha az iş gücü, daha az enerji kullanımı gibi avantajları da bulunmaktadır. Sürdürülebilir tarım açısından basınçlı sulama sistemlerinde suyun ve gübrenin en az kayıp ve doğru miktarlarda bitkiye iletilmesi üzerinde çalışılması gereken konuların başında yer almaktadır.

Günümüzde teknolojinin de ilerlemesi ile modern sulama sistemleri ve buna bağlı olarak bitki besin elementlerinin doğru zaman ve miktarda bitkiye iletilmesi olanakları da gelişmektedir.

Çeşitli yöntemlerle bitki besin maddeleri (gübreler) toprağa verilebilmektedir. Bu yöntemlerden birisi de, gübrenin su ile taşınarak toprağa uygulanmasıdır. Fertigasyon basit bir tanımlamayla bitki besin maddelerinin sulama sistemleri vasıtasıyla sulama suyu ile birlikte toprağa veya bitki kök bölgesine uygulanmasıdır.

Damla sulama sistemleri de, gübrenin su ile birlikte toprağa verilebildiği sulama sistemlerinden birisidir. Bu sistemler için özel olarak üretilmiş olan gübreler, damla sulama sistemi içinde yer alan çeşitli tip ve yapıdaki gübre uygulama ekipmanları yardımıyla toprağa verilmektedirler.

Damla sulama sistemi gibi enerji tasarrufu sağlayan modern teknolojilerin kullanılması ile mevcut su kaynaklarının optimum kullanımı sağlanabilir. Yeni sulama teknolojileri, yüksek verimli çeşitlerle uygun gübre kullanımı, su programları ile verim ve kalite kriterleri de önemli artışlar sağlayacaktır. Damla sulama sistemlerinde su uygulama randımanlarının %90-95'e varması, bitkilerin su kullanım randımanını arttırması sürdürülebilir tarım için temel koşullardan biri olarak ele alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

FAO verilerine göre domates yaklaşık 182 milyon ton üretim ile dünyadan en çok üretilen yaş sebze olarak bilinmektedir. Ülkemiz yaklaşık 12 milyon ton domates üretimi ile dünyada Çin ve Hindistan'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2019). Ülkemizde domates üretimi, toplam sebze üretimim yaklaşık %50'sini kapsamakta olup Akdeniz Bölgesi toplam domates üretimin

yaklaşık %35'ini oluşturmaktadır.

Domates bitkisi insan beslenmesi açısından vazgeçilmez olması, sanayi ve birçok alanda tüketilmesi açısından en önemli sebzelerden birisidir. Türkiye'de üretilen domatesin yaklaşık %20-30'u gıda sanayinde işlenmekte, kalan miktar taze tüketime gitmektedir. İşlenen toplam miktarın %80'i salça, %15'i konserve domates üretimi için kalan kısım ise ketçap, domates suyu vb. domates ürünlerinin imalatı için kullanılmaktadır (Sarışağı, 2009).

Ülkemizde son yıllarda damla sulama sistemi, kuruluş maliyetinin yüksek olmasına rağmen, işletme giderlerinin düşük, işçiliğin kolay, su tasarrufu sağlaması gibi üstünlükleri nedeniyle büyük bir gelişme göstermiştir. Ayrıca bu sistem ile sulamanın yanında bitkilerin gereksinim duyduğu bitki besin maddeleri de, istenilen miktar ve zamanda eşdeğer bir şekilde toprağa verilebilmektedir.

Bu nedenle günümüzde kimyasalların sulama sistemleri ile uygulanması modern sulu tarımda yaygın hale gelmiştir. Buna bağlı olarak, son yıllarda fertigasyon konusundaki pratik uygulama ve araştırmalar da hızla artmıştır. Fertigasyon yöntemi ile gübrenin bitkilere verilmesinde farklı ekipmanlar bulunmasına rağmen hangi ekipmanın kullanılması konusunda yeterli çalışmalar bulunmamaktadır. Tarımsal sürdürülebilirlik açısından kullanılacak olan en uygun gübreleme ekipmanının belirlenmesi ve buna uygun teknolojilerin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Yaptığımız bu çalışma ile Dünya'da en fazla üretilen ve insan beslenmesi için önemli bir yere sahip olan domates bitkisinde, mevcut su kaynaklarının gelecekteki olumsuz etkileri göz önünde bulundurularak optimum su kullanımının yanı sıra en doğru fertigasyon tekniği uygulamalarının etkilerini belirleyebilmek ve en iyi gübre dağılımını sağlayabilmek için kullanılacak ekipmanların tanımlanması amaçlanmıştır. Bu çalışmada, üç farklı fertigasyon uygulamasında kullanılan ekipmanların, ülkemiz için önemli bir yere sahip olan domates bitkisi üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri belirlenerek ortaya konulması ve çiftçilerin damla sulama yönteminde en etkin olan gübre uygulama ekipmanlarına yönelmesi

sağlanabilecektir. Damla sulama sisteminde, gübrelerin sulanan alanın tümünde üniform olarak dağılabilmesini sağlayan en uygun fertigasyon ekipmanının belirlenmesi ile daha etkin domates üretiminin yapılması ve tez çalışmasından elde edilen sonuçların fertigasyon uygulamalarında teknik problemlerin ortadan kaldırılması ile en doğru gübre kullanımının sağlanması hakkında öneriler sunulmuştur. Bunun yanında iklimsel değişiklikler göz önünde bulunduğunda optimum su kullanımı ve kısıntılı sulama stratejileri ile geleceğe yönelik planların oluşturulması sağlanmıştır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Domates ve Sulama Uygulamaları ile İlgili Çalışmalar

Çebi ve ark (2018), farklı sulama suyu düzeylerinin serada yetiştirilen domates bitkisinin verimi üzerine yaptıkları araştırmada, üç farklı sulama suyu seviyesini 4 farklı sulama suyu tuzluluğu (T1: 0.38 dS m⁻¹, T2: 1.10 dS m⁻¹, T3: 2.50 dS m⁻¹, T4: 5.00 dS m⁻¹) ile birlikte denemişlerdir. 60 cm toprak derinliğinde ki suyun tarla kapasitesine getirildiği konuyu tam sulama (S2:%100) olarak kabul ettikleri çalışmada, en yüksek bitki su tüketimi değerini T₁S₃ konusunda, en düşük bitki su tüketimini ise T₄S₁ konusunda belirlemişlerdir. En yüksek verimleri ile sırası ile T₁S₂, T₂S₂ ve T₁S₃ konularda belirlerken en düşük verimi ise T₄S₁ uygulamasından elde etmişlerdir.

Çetin ve ark (2002), A sınıfı Buharlaştırma Kabı'ndan yararlanarak domates bitkisinde sulama programını belirledikleri araştırmada 2, 4 ve 6 gün sulama aralıkları ile 0.50, 0.75, 1.00 ve 1.25 buharlaşma katsayılarını kullanarak sulama suyu uygulamışlardır. Araştırmanın ilk yılı değerlerine göre en yüksek sulama suyu miktarını 6 gün sulama aralığı ve 1.25 kp_c konusunda 670 mm olarak ve en düşük sulama suyu miktarını ise 2 gün sulama aralığı 0.50 kp_c konusundan elde etmişlerdir. En yüksek meyve verimini 4 gün sulama aralığı ve 0.50 kp_c konusunda, en düşük meyve verimini ise 2 gün sulama aralığı kp_c 1.00 konusunda belirlemişlerdir. En yüksek mevsimsel bitki su tüketimi değerini 4 gün sulama aralığı kp_c 1.25 konusunda en düşük olarak ise 6 gün sulama aralığı kp_c 0.50 konusunda tespit etmişlerdir.

Gürbüz (2001), farklı sulama yöntemleri ile sulama suyu düzeylerinin domates bitkisi üzerinde ki etkilerini incelediği araştırmada, damla ve karık sulama olmak üzere iki sulama yöntemi ile açık su yüzeyinden meydana gelen yığışımli buharlaşma miktarlarını (k₁:0.35 – k₂:0.70 – k₃:1.05 ve k₄:1.40) kp değerlerini esas almışlardır. Çalışma sonucuna göre en yüksek domates verimini damla sulama ve

k_4 konusunda $3538.4 \text{ kg da}^{-1}$ en düşük verimi ise $2093.8 \text{ kg da}^{-1}$ olarak karık sulama ve k_1 konusundan elde etmişlerdir.

Özbahçe ve ark (2012), domates bitkisinde toprak nemi takibi ile en uygun pan katsayısını belirledikleri çalışmada dört farklı sulama düzeyi (I_1 : tam sulama, I_2 : %25, I_3 : %50 ve I_4 : %75) dikkate alınmıştır. I_1 tam sulama konusunu 0-60 cm toprak nemi her hafta tarla kapasitesine getirilmiştir. 2 yıl sürdürdükleri çalışmada en iyi pazarlanabilir verimi $71.05 - 73.35 \text{ t ha}^{-1}$ olarak I_1 konusundan elde etmişlerdir. Domates bitkisi için Konya ekolojik koşullarında en uygun k_{pc} katsayısını ilk yıl 1.20 ve ikinci yıl 1.25 olarak tespit etmişlerdir.

Kırnak ve Kaya (2004), damla sulama yöntemi ile domateste en uygun sulama aralığı ve sulama suyu miktarının belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada sulama suyu miktarını A Sınıfı Buharlaşma Kabı ile belirledikleri yığışımlı buharlaşma değerleri ile belirlemişlerdir. I_1 :4 ve I_2 :8 gün olmak üzere iki farklı sulama aralığı ve üç farklı pan katsayısı (k_{pc1} : 1.00, k_{pc2} : 0.80 ve k_{pc3} : 0.60) şeklinde olmak üzere sulama konuları oluşturulmuştur. Domates bitkisi için en iyi sulama aralığını 4 gün ve sulama suyu miktarı hesabında ise k_{pc2} : 0.8 katsayısının alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kırda ve ark (2004), serada yetiştirilen domates bitkisinde geleneksel su kısıntısı ile kısmi kök kuruluğu koşullarında verim değerlerini inceledikleri çalışmada en yüksek biyokütle değerini tam sulama konusunda 259.6 kg da^{-1} olarak tespit etmişlerdir. En düşük biyokütle değerini ise I50 konusunda 197.7 kg da^{-1} olduğunu belirlemişlerdir. Bahar ayında ekilen domates bitkisinde en yüksek verimi 110.9 t ha^{-1} tam sulama konusunda en düşük verimi ise 80 t ha^{-1} kısmi kök kuruluğu konusunda elde etmişlerdir. Sulama suyu miktarını tam sulama konusunda 345 mm ve ET değerini ise 375 mm olarak tespit etmişlerdir. Sulama suyu miktarı ve ET değerleri kısıntılı sulama konularında sırası ile 173 ve 275 mm olduğunu bildirmişlerdir. En yüksek sulama suyu kullanım etkinliğini ise 465.5 kg ha^{-1} olarak PRD konusunda tespit etmişlerdir.

Özbahçe ve Tarı (2009), Konya ilinde salçalık domates bitkisinde yaptıkları çalışmada, 25 - 50 ve 75 cm olmak üzere farklı damlatıcı aralıklarının etkilerini I_{100} tam sulama ve $I_{70} - I_{50}$ ve I_{25} olmak üzere su kısıntısı alt konularında, domates bitkisinde toplam meyve verimi, salça verimi ile bazı kalite parametrelerini incelemişlerdir. Araştırmada en yüksek toplam meyve verimi ile salçalık meyve verimi değerleri aralıklarını sırası ile 51.8 – 52.4 t ha⁻¹ ve 47.2 – 49.3 t ha⁻¹ şeklinde tespit etmişlerdir. Ortalama meyve ağırlığı, SÇKM ve meyve çapı değerlerinin ise konulara göre değişmediği sonucuna varmışlardır. 25 cm damlatıcı aralığı konusunda sulama suyu miktarı ile bitki su tüketimi değerlerini sırası ile 250 – 376 mm ve 414 – 425 mm olarak bildirmişlerdir.

Mahajan ve Singh (2006), sera koşullarında yetiştirilen domates bitkisinin sulama ve fertigasyona olan tepkisini incelemişlerdir. İki farklı Epan katsayısı ve üç farklı azot seviyelerini (%100 - %125 - %150) ele aldıkları çalışmada 0.5 x Epan ve %100 azot dozu konusunda domates veriminin %59.5 arttığını ayrıca %48.1 oranında sulama suyu tasarrufu sağladığını bildirmişlerdir.

Singandhupe ve ark (2003), domates bitkisinde üre gübresini karık sulama ve damla sulama koşulları altında incelemişlerdir. Gübreyi damla sulamada 8 parça halinde ve karık sulamada 2 parça halinde uygulamış ve sonuç olarak %3.7 - %12.5 arasında daha fazla meyve verimi ile %31 - %37 su tasarrufu sağladıklarını bildirmişlerdir. Damla sulama ile karık sulamaya göre topraktan yaklaşık %8 - 11 daha fazla azot kaldırıldığı sonucuna varmışlardır. En yüksek azot dozu olan 120 kg N ha⁻¹ seviyesinde 1995 ve 1996 yıllarında sırası ile toprak kaldırılan toplam ortalama azot miktarlarını 64.5 kg ha⁻¹ ve 104.7 kg ha⁻¹ olarak elde etmişlerdir.

Kaman ve ark (2017), yaptıkları araştırmada farklı sulama suyu tuzluluğunun domateste yaprak alan indeksi ve kuru madde üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla 4 farklı sulama suyu tuzluluğu ile 4 farklı sulama suyu miktarlarını dikkate almışlardır. Sulama suyu tuzluluğu konularını sırası ile $T_1: 0.7$ dS m⁻¹ , $T_2: 1.5$ dS m⁻¹ , $T_3: 3.0$ dS m⁻¹ ve $T_4: 6.0$ dS m⁻¹ şeklinde belirlemişlerdir.

Sulama konularını ise A Sınıfı Buharlaştırma Kabı'ndaki miktarlara göre S_1 kısıntı yapılmaksızın bitkinin her iki tarafına verilen sulama suyu miktarı, S_2 ; S_1 konusuna uygulanan suyun %65'inin bitkinin her iki tarafına verildiği sulama suyu miktarı, S_3 ; S_1 konusunda uygulanan suyun %65'inin kökün bir tarafına uygulandığı konu ve S_4 ise S_1 konusuna uygulanan suyun %65'inin kökün her iki tarafına köklerin bir yarısı sürekli kuru bırakılırken diğer kısmının ıslatıldığı konudur. Araştırma sonucuna göre en yüksek yaprak alan indeksi değerini T_1S_1 konusunda elde etmişlerdir. Kuru madde miktarı olarak ise T_1S_4 konusunda 959.95 g m^{-2} olarak belirlemişlerdir.

Çetin ve ark (2008), domates bitkisinde bitki gelişme dönemlerine göre değişen K_p katsayısı ve bitki örtü yüzdesi konularına göre verim değerlerini incelemişlerdir. En yüksek verim değerini 134.8 t ha^{-1} ve bitki su tüketimi değerini 515 mm olarak bitki gelişme dönemine göre değişen E_p değeri (I_2) ve K_2 (örtü yüzdesine göre değişen ıslatma alanı) konusundan elde etmişlerdir. Bitki gelişme dönemlerine göre belirlenen örtü yüzdesi ve dikim zamanlarının domates bitkisinde verim ve sulama suyu kullanım etkinliğini artırabileceği sonucuna varmışlardır.

2.2. Verim ve Kalite Parametreleri ile İlgili Çalışmalar

Hanson ve May (2004), yüzey altı damla sulamanın domates bitkisinde verim, toprak tuzluluğu ve taban suyu seviyesini inceledikleri çalışmada yağmurlama sulama ile damla sulama yöntemini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucuna göre iyi yönetilen damla sulama sisteminin kök bölgesi altında derine sızma kayıplarını düşürdüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca damla sulama ile yağmurlama sulama sistemine göre yaklaşık $1210 - 2261 \text{ kg da}^{-1}$ daha fazla verim olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca %5 önem seviyesinde uyguladıkları t-testi sonucuna göre farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir.

Shrivastava ve ark (1994), damla sulama ve malç uygulamasının domates bitkisi verimi üzerinde ki etkisini inceledikleri çalışmada damla sulama yönteminde $0.4 - 0.6$ ve 0.8 olmak üzere üç farklı pan katsayısı ile farklı

malzemelerden üretilmiş malç malzemelerini karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucuna göre şeker kamışından üretilmiş malç ile 0.4 pan katsayısının domateste en yüksek verimi sağladığını ve yaklaşık %44 su tasarrufuna neden olduğu sonucuna varmışlardır.

Noyan ve ark (2001), fertigasyon yöntemiyle azotlu gübrenin sırk domateste verim ve kalite üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmada, A Sınıfı Buharlaştırma Kabı'ndan birikimli buharlaşmaları dikkate alarak damla sulama ile fertigasyon yöntemini kullanmışlar ve buharlaşma miktarının tamamının net sulama suyu olarak verilmesini ayrıca azot miktarının 56 mg N L⁻¹ olmasını öngörmüşlerdir.

Patane ve ark (2011), Akdeniz Bölgesinde koşullarında domates bitkisinde su kısıntısı konularının etkilerini biyokütle, verim ve meyve kalite parametreleri üzerine etkilerini inceledikleri araştırmada yağışa dayalı, tam sulama ve bitki büyüme dönemlerinde su kısıntısı konularını ele almışlardır. 2001 yılında 10 ve 2002 yılında 11 sulama yapıldığını bildirmişlerdir. Tam sulama konularında sulama suyu miktarlarını 2001 ve 2002 yılında 377.6 ve 380.8 mm olarak tespit etmişlerdir. Su kısıntısı uyguladıkları konularda ise 197.3 ve 211.1 mm olarak belirlemişlerdir. Asitlik, SÇKM ve vitamin c değerlerinin su kısıntısı koşullarında arttığını belirlemişlerdir.

Hebbar ve ark (2004), fertigasyon uygulamaları ile farklı gübre seviyelerinin etkilerini domates bitkisinde verim ve gübre kullanım etkinliği üzerine etkilerini verimli kırmızı kumlu topraklarda damla sulama ve karık sulama yöntemleri ile denemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre toplam kuru madde üretimi ve yaprak alan indeksi değerleri damla sulama yöntemi ile karık sulama yöntemine göre sırası ile 165.8 g – 3.12, 140.2 g – 2.25 olarak belirlemişlerdir. Damla sulama yöntemi ile karık sulama yöntemine göre yaklaşık %19.9 verim artışı olduğu sonucuna varılmıştır.

Nangare ve ark (2016), su kısıntısı etkilerinin domates bitkisinin meyve verimi ve kalitesi üzerine yaptıkları çalışmada toplam meyve verimini tam sulama konusunda 90.7 t ha^{-1} olarak ve su kısıntısı arttıkça verimde azalmalar olduğunu belirtmişlerdir. Tam sulama konusunda 90.7 cm olarak en yüksek bitki boyu değerini elde etmişlerdir. Kısıntılı sulama koşullarında asitlik ve SÇKM değerlerinin arttığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Tam sulama konusunda sulama suyu miktarı 464 mm olarak belirlenirken su kısıntısı uygulanan 0.8 ET_c ve 0.6 ET_c konularında sırası ile 395 ve 325 mm olarak belirlenmiştir.

Topçu ve ark (2007), serada yetiştirilen domates bitkisinde A Sınıfı Buharlaştırma Kabı'ndan oluşan buharlaşmaları dikkate alarak belirledikleri tam sulama konusu ile %50 kısmi kök kuruluğu ve %50 su kısıntısı koşullarının etkilerini incelemişlerdir. Toplam verim değerlerini; tam sulama, kısmi kök kuruluğu ve su kısıntısı koşullarında sırası ile $145.4 - 114.6$ ve 103.4 t ha^{-1} olarak elde etmişlerdir. Sulama suyu miktarları sırası ile $314 - 162 - 162 \text{ mm}$, bitki su tüketimi değerleri sırası ile $330 - 200 - 213 \text{ mm}$ ve sulama suyu kullanım etkinliği değerleri ise $463.7 - 708.0$ ve 641.5 kg ha^{-1} olarak belirlemişlerdir. Ortalama meyve ağırlığı, SÇKM, asitlik ve meyvede pH değerlerinde istatistiki olarak farklılıklar olmadığını sadece meyve hacmi değerlerinde %5 önem seviyesinde farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir.

Sibomana ve ark (2013), su stresinin domates bitkisinde büyüme ve verim ilişkilerini araştırdıkları çalışmada en düşük bitki boyu değerini %40 su stresi uygulanan konuda 65.1 cm olarak belirlemişlerdir. Yine %40 su stresi konusunda meyve sayısını en düşük 34.5 meyve bitki⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Shennan ve ark (1991), domates bitkisinde su kısıntısı koşullarında verim ve kalite özelliklerini inceledikleri araştırmada hasattan önce %50 - 70 şeklinde su kısıntısı konuları uygulamışlardır. En yüksek verim değerini kontrol konusunda 90.2 t ha^{-1} ve %50 ve 70 konularında sırası ile $80.2 - 64.0 \text{ t ha}^{-1}$ olarak tespit

etmişlerdir. Su kısıntısı koşulları arttıkça daha yüksek SÇKM değerleri elde edildiğini belirlemişlerdir.

Zotarelli ve ark (2009), domates bitkisinde azot uygulama hızı ve sulama programının verim ve su kullanım etkinliği üzerinde ki etkilerini yüzey damla ve yüzey altı damla sulama ve toprakta ki nem sensörleri yardımı ile yapılan sulama konularında incelemişlerdir. Araştırmanın üç yılında da yüzey altı damla sulama konusunda, yüzey üstü damla sulama konularına göre daha yüksek kuru madde miktarları elde etmişlerdir. Araştırmanın 2005 yılında yüzey üstü ve yüzey altı damla sulama konularında kuru madde miktarları sırası ile 279 – 318 kg da⁻¹, 2006 – 2007 yıllarında ise sırası ile 502 – 474 ve 554 – 504 kg da⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Zhang ve ark (2016), su stresi koşullarında domates bitkisinin verim, kalite ve su kullanım etkinliğine olan etkilerini incelemişlerdir. Tam sulama ve %40 –60 –70 ve 80 ET_c değerlerine göre yapılan sulama konuları ele alınmıştır. Araştırmanın 2013 ve 2014 yıllarında en yüksek verim değerlerini %80 ET_c konusunda 70 – 81 t ha⁻¹ olduğunu, su kısıntısı arttıkça SÇKM ve vitamin c değerlerinin de arttığını bildirmişlerdir. En yüksek gerçek ET değerini tam sulama konusunda 2013 ve 2014 yıllarında sırası ile 296 – 323 mm ve en düşük değerleri ise 209 – 188 mm olduğu sonucuna varmışlardır. Su kullanım etkinliği değerlerini ise 2013 ve 2014 yıllarında en yüksek sırası ile %80 ET_c konusunda 29.4 – 27.2 kg m⁻³ olarak tespit etmişlerdir.

2.3. Fertigasyon ile İlgili Çalışmalar

Li ve ark (2006a), fertigasyon uygulamalarında kullanılan basınç tanklarının hidrolik performanslarını inceledikleri çalışmada 10 - 30 ve 65 lt hacminde 3 gübre tankı ile 10 - 21.5 ve 23.5 mm ebatlarında enjeksiyon orifislerini laboratuvar koşullarında incelemişlerdir. 2 - 26 kg arasında değişen gübre konsantrasyonları ile enjeksiyon hızları 0.05 ve 0.30 MPa basınç şartları altında izlenmiştir. Tüm uygulamalarda potasyum sülfat (K₂SO₄) gübresi kullanılmış ve elektriksel iletkenlik değerleri ölçülmüştür. Enjeksiyon akış hızının orifis ebatları

artıkça yükseldiğini, gübre konsantrasyonu varyasyon katsayısının orifis ebatı ve gübre tanklarının hacmi ile değiştiğini belirlemişlerdir.

Üzen ve Çetin (2017), farklı lateral aralığı ve azotun farklı fertigasyon sıklığı şartlarında pamuk bitkisinin lif verimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. L1: 0.70 m, L2: 1.40 m şeklinde lateral aralığı ile F1: 5 günde bir azot uygulaması, F2: 10 günde bir azot uygulaması, F3: azotun 1/4'ünü ilk sulama ile ilk çiçeklenme arasında, 2/4'ünü ilk çiçeklenme ve ilk koza oluşumu sırasında, 1/4'ünü ise ilk koza oluşumu ve son sulama arasında olacak şekilde konular oluşturulmuştur. Araştırma sonucuna göre en yüksek ortalama lif verimini 1855 kg ha⁻¹ olarak L₂F₂ konusunda elde etmişlerdir. Azot uygulama sıklığı arttıkça bitkilerdeki N içeriğinin de arttığını ve maksimum azot kullanım etkinliğini F2 konusunda belirlemişlerdir.

Bağatur (2018), yaptığı çalışmada sulama suyuna venturi kullanarak verilen hava kabarcıklarının çözülmüş oksijen miktarının artıracağını ve bu durumun daha iyi kök gelişimi sağlayacağını belirterek sulama suyuna hava girişini sağlamıştır. Venturi uygulaması ile yapılan çalışmada soğan bitkisinde büyüme hızının yaklaşık %27 artırılabilceği sonucuna varılmıştır.

Demir ve Gönülol (1995), yaptıkları bildiride ventüri ve enjeksiyon sistemlerinin damla sulama sistemlerinde kullanıldığını, ventüri yönteminde gübre konsantrasyonunda dalgalanmalar olduğunu, enjektör sisteminde ise sulama boyunca gübre konsantrasyonunun sabit kaldığını belirtmişlerdir. Dağıtıcı sistemde ise gübre konsantrasyonunun giderek arttığını belirli süre sonunda ise seyrelmeden ötürü azaldığını açıklamışlardır.

Fan ve ark (2017), fertigasyonda üniformiteyi belirlemek amacıyla ventüri, basınç tankı ve suyla destekli pompa sistemlerini 0.10 – 0.15 ve 0.20 MPa basınç farkı ile iki farklı lateral düzeni ile arazi koşullarında değerlendirmişlerdir. Her üç enjektör sisteminde suyun üniformitesinde bir farklılık bulunamazken farklı lateral düzenlerinde %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Basınç tankı ventüri ve enjeksiyon pompasına göre daha düşük su ve gübre dağılımı gösterdiği

araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Dikey lateral düzeni diğer lateral düzeninde göre daha düşük fertigasyon üniformitesi göstermiş olup basınç tankı sisteminin diğerlerine göre daha yüksek fertigasyon üniformitesi sağlayabileceği sonucuna varmışlardır.

Li ve ark (2006b), arazi koşullarında fertigasyon üniformitesini belirlemek amacı ile farklı enjeksiyon türleri ve damlatıcıların üretim farklılıklarını su uygulama dağılımı, gübre üniformitesi ve çözelti konsantrasyonu olarak mikro sulama sistemlerinde araştırmışlardır. Genel olarak kullanılan 3 farklı enjektör tipi olarak ventüri, su destekli pompa sistemi ve basınç tankı 3 farklı damlatıcı ile değerlendirilmiştir. Basınç tankı yöntemi diğer iki yöntemle göre su ve gübre uygulama sırasında daha yüksek varyasyon katsayısı göstermiştir. Araştırmacılar bunun nedeni olarak basınç tankının gübreyi zamanla daha düşük hızla ilettiğini belirtmişlerdir. Üniform bir fertigasyon dağılımının elde edilebilmesi için ejektörün gübreyi sabit hızla iletmesi gerektiği belirlenmiştir.

Li ve ark (2017), damla halinde ve negatif basınç halinde uygulanan fertigasyon tekniklerinin toprak - su dinamiği ve su kullanım etkinliğine olan etkilerini sera koşullarında yetiştirilen domates bitkisinde araştırmışlardır. Damla fertigasyon tekniği ile sulanan domates bitkisinde, negatif basınç halinde sulanana göre daha yüksek ET değerleri elde edildiği halde aralarında önemli bir fark olmadığı sonucuna varmışlardır. Ayrıca negatif basınç farkı ile uygulanan fertigasyon yönteminde, damla fertigasyon sistemine göre daha fazla su tasarrufu edilebileceğini belirtmişlerdir.

Sun ve Niu (2012), ventüri yönteminde yapısal parametrelerin hidrolik performansa etkilerini inceledikleri araştırmada 50 mm giriş çapına sahip olan ventüri tüpünde hesaplanabilir akış dinamiği yöntemi ile boğaz uzunluğu, konsantrasyon hızı gibi yapısal parametreler çıkış hızı ve minimum basınç gibi hidrolik performans değerleri farklı giriş ve çıkış basıncı koşullarında incelenmiştir. Ventüri boğaz giriş çeperinde minimum basınç belirlenmiş ve minimum basınç ile

giriş ve çıkış basınç farkları arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Ventüri performansını etkileyen en önemli faktörün boğazda ki konsantrasyon hızı olduğu sonucuna varmışlardır. Ventüri enjektörü dizayn edilirken konsantrasyon hızının, yük kaybı ve gübreleme hızına uygun olarak dikkate alınması gerektiğini iletmışlerdir.

Bracy ve ark (2003), sera koşullarında yaptıkları araştırmada dört farklı enjektör türü ile üç farklı gübreleme konularını ele almışlardır. 12 m uzunluğunda lateral hattı ve 10 damlatıcıda yaptıkları denemede kalsiyum nitrat, amonyum nitrat ve sıvı 10N-10P-10K gübrelerini ventüri, enjeksiyon pompası, gübre tankı ve sabit deneysel enjektör kullanılmıştır. Sabit enjektör ve ventüri ile daha iyi gübre dağılımı tespit edilmiştir. Pompa enjektöründe ise gübrenin hızlı şekilde bittiği ve sabit enjektör sisteminde ise 2 saat sonunda gübrenin tükendiği ve dolayısı ile üniform olmayan bir gübre dağılımı olduğu sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar test edilen enjektörlerin sistemin su akış hızına göre doğru seçilen enjektör ebatlarının olması durumunda üniform bir gübre dağılımı olabileceğini belirtmişlerdir.

Cook ve Sanders (1991), damla yöntemi ile sulanan domatesta azot uygulama frekansı üzerine yaptıkları çalışmada, damla sulamanın domates bitkisinin azot alımı için etkin bir yol olduğunu belirlemişlerdir. Meyve sayılarının azot uygulaması ile değişmediği fakat meyve boylarının azot miktarının artması ile doğru orantılı olarak arttığını belirlemişlerdir.

Ay ve Karayel (2006), fertigasyonla serada temel ve sulu gübrelerin domates bitkisinin gelişme, verim ve meyve kalitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, seraya 15 ton da⁻¹ ahır gübresi verip, ticari organik gübreleri temel gübre olarak uygulamadan, dikimden sonra sulu gübre uygulamasıyla 4.47 kg bitki⁻¹ veya 8.3 ton da⁻¹ domates almak mümkündür. Temel gübre olarak ticari organik gübrelerin uygulanmasının verim ve kaliteye olumlu bir etkisi görülmemiştir.

Kırda ve ark (2003), Fertigasyon tekniği ile serada yetiştirilen domatesin, kök bölgesi toprak suyu tansiyonuna verim tepkisi ve azotlu gübre alımını incelemişlerdir. Toprak suyu tansiyonunun tüm mevsim boyunca düşük değerlerde tutulduğu (≤ 50 kPa) konu altında azotlu gübre kullanma randımanı, mevsim ortasına kadar tansiyonun yüksek tutulduğu (≤ 70 kPa) konuya kıyasla %22,4 daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Maksimum domates verimi için N konsantrasyonunun 120 mg N L^{-1} civarında olması gerektiği araştırmacılar tarafından öngörülmüştür.

Savvas ve ark (2004), topraksız kültür kurulumunda en önemli unsurun fertigasyon ünitesi olduğunu ve su ile besin maddelerinin dengeli bir şekilde verilmesinin zorunlu olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar fertigasyon ünitesinde iki farklı gübreleme tankının kullanılması gerektiği, birinci tankta Ca, NH_4 ve Fe bulunurken, ikinci tankta sülfat ve fosfatların bulunması gerektiğine dikkat çekmişlerdir. Ayrıca bitkiye verilen besin çözeltisinin pH ve EC değerlerinin de sürekli kontrol edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Shedeed ve ark (2009), damla sulama ve karık sulama yönteminde gübreleme hızı ve yönteminin domates bitkisinde verim ve gelişimine olan etkisini incelemişlerdir. Damla sulama, karık sulama ve fertigasyon yöntemleri olarak ise $\frac{1}{2}$ toprağa – $\frac{1}{2}$ fertigasyon ile, $\frac{1}{4}$ toprağa – $\frac{3}{4}$ fertigasyon ile ve gübrenin tamamını fertigasyon ile uyguladıkları konuları ele almışlardır. En yüksek meyve verimini tam fertigasyon konusunda 58.76 t ha^{-1} olarak belirlemiş bahsi geçen fertigasyon yöntemlerinde ise sırası ile $48.18 - 54.16 \text{ t ha}^{-1}$ olduğunu belirtmişlerdir. Ortalama meyve ağırlığı değeri ise tam fertigasyon konusunda diğer fertigasyon konularına göre daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır.

Badr ve El-Yazied (2007), domates bitkisinde fertigasyon oranlarının etkilerini 2 farklı azot uygulaması ve 4 farklı fertigasyon sıklığı ile yüzey altı damla sulama sisteminde incelemişlerdir. 1 – 3 ve 7 günlük sulama aralıklarında domates verimi değerlerini sırası ile $67.75, 65.13$ ve 63.29 t ha^{-1} olarak belirlemişlerdir.

Tanaskovik ve ark (2011), domates bitkisinde T_1 konusu günlük ET değerine göre 2 günde bir sulama ve fertigasyon, T_2 konusu aynı şekilde 4 günde bir T_3 konusu 6 günde bir T_4 konusu 4 günde bir sulama fakat geleneksel gübreleme ve T_5 konusunu 7 günde bir geleneksel gübreleme şeklinde verim ve WUE değerlerini incelemişlerdir. En yüksek verim değerini 118.1 t ha^{-1} T_1 konusunda, en düşük verim değerini ise 84.97 t ha^{-1} T_5 konusunda tespit etmişlerdir. Ortalama meyve ağırlığı değerini en yüksek T_2 konusunda 219.77 g ve en yüksek WUE değerini 2.34 kg m^{-3} T_1 konusunda belirlemişlerdir.

Papadopoulos (2000), azot gübresini geleneksel olarak toprağa ve fertigasyon uygulaması ile vererek farklarını inceledikleri araştırmada fertigasyon ile azot gübrelemesinde, geleneksel toprağa verilen gübreleme yöntemine göre %50 daha yüksek verim elde ettiklerini bildirmişlerdir. Aynı şekilde fertigasyon yöntemi ile yaptıkları fosfor gübrelemesinde %25 daha yüksek verim değeri elde etmişlerdir.

Neto ve ark (2014), topraksız domates yetiştiriciliğinde otomatik kontrol sistemi ile fertigasyon yöntemi üzerine araştırma yapmışlardır. Bahsi geçen kontrol sistemini Penman-Monteith yöntemi ile evaporasyon kestirimi ve elektriksel iletkenlik hesaplamaları ile fertigasyon sisteminin performansını belirlemişlerdir. Verim değerini 4.74 kg m^{-2} , SÇKM değerini 4.50 ve su kullanım etkinliği değerini 17.94 kg m^{-3} olarak tespit etmişlerdir. Anılan değerleri diğer araştırmalar ile ilişkilendirildiğinde kabul edilebilir olduğu sonucuna varmışlardır.

3. MATERYAL VE METOD**3.1. Materyal****3.1.1. Araştırma Yerinin Tanımı**

Araştırma, Aşağı Seyhan Ovası ve Tarsus'un güneyinde yer alan Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Koordinatörlüğü merkez arazisinde yürütölmüştür. Bu istasyon Alifakı köyü yolunun 4. km' sinde kurulu 36°55' kuzey enlemi 34°55' doğu boylamında olup, denizden yüksekliğı 12 m' dir.

3.1.2. İklim Özellikleri

Araştırmanın yürütöldüğü bölgede tipik Akdeniz iklimi görölmektedir. Tarsus Araştırma Enstitüsü verilerine göre, yörenin uzun yıllık (1950-2015) yağış ortalaması 601.8 mm'dir. Yılın en yağışlı geçen ayları Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, en kurak ayları ise Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül'dür. Toplam yağışın %54'ü kış aylarında düşmektedir. Yağışın büyük bir bölümü yağmur şeklindedir. Bölgede uzun yıllık sıcaklık ortalaması 18.1°C'dir. En sıcak ay ortalaması Temmuz'da 26.8°C, en soğuk ay ortalaması Ocak'ta 9.8°C'dir. Uzun yıllar ölçümlerine göre oransal nem ortalaması %70.4, yıllık buharlaşma ise 1479.9 mm'dir. En fazla buharlaşma 216.7 mm ile Temmuz ayında olmaktadır. ABKAEM (Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü) Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Şubesi Meteoroloji İstasyonu uzun yıllık ve 2014-2015 yılı iklim verileri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. ABKAEM Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Lokasyonu Meteoroloji İstasyonu 1950 – 2015 uzun yıllık ve 2014 - 2015 yılı iklim verileri

YIL	İklim Parametreleri	AYLAR					
		Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
2015	Maksimum Sıcaklık, °C	20.4	21.0	27.6	29.3	32.5	34.6
	Minimum Sıcaklık, °C	9.0	12.1	15.2	19.1	23.2	23.6
	Ortalama Sıcaklık, °C	14.0	15.5	21.2	23.9	27.1	28.7
	Yağış, mm	70.2	8.0	30.4	1.3	1.4	8.2
	Buharlaşma, mm	83.9	110.0	158.8	177.7	202.1	210.7
	Oransal Nem, %	63.3	62.7	65.3	70.5	71.5	64.4
2014	Maksimum Sıcaklık, °C	21.2	24.5	26.5	29.5	31.7	33.4
	Minimum Sıcaklık, °C	9.0	12.1	15.2	19.1	23.2	23.6
	Ortalama Sıcaklık, °C	14.8	18.1	20.6	24.0	27.2	27.9
	Yağış, mm	67.7	13.9	42.9	57.2	0.6	5.0
	Buharlaşma, mm	100	134.5	160.7	185.8	201.9	178.3
	Oransal Nem, %	63.1	64.4	70.0	70.4	73.2	72.7
1950-2015	Maksimum Sıcaklık, °C	30.8	36.8	40.3	34.1	40.1	40.0
	Minimum Sıcaklık, °C	5.4	0.8	4.0	17.0	12.0	14.0
	Ortalama Sıcaklık, °C	12.7	16.8	20.9	24.5	26.8	27.1
	Yağış, mm	58.9	39.8	30.3	11.1	3.6	2.2
	Buharlaşma, mm	88.9	119.7	167.7	199.5	216.7	197.7
	Oransal Nem, %	70.0	71.4	70.9	71.8	75.3	75.0

3.1.3. Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri

Deneme alanının farklı noktalarından alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinin analizi sonucunda toprağın bazı fiziksel (bünye, hacim ağırlığı, su

tutma kapasitesi) ve kimyasal özellikleri (tuzluluk, anyonlar ve katyonlar, pH, organik madde, kullanılabilir P_2O_5 ve K_2O) belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 3.2. ve Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

Anılan çizelgelerde görüldüğü gibi katmanlara göre toprağın pH'sı. 7.91 - 8.11; EC içeriği 0.914 - 1.028 dS m^{-1} ; hacim ağırlığı 1.30 - 1.42 g cm^{-3} ; tarla kapasitesi 29.64 – 30.70 g g^{-1} . solma noktası ise 12.71 – 19.75 g g^{-1} arasında değişmektedir. Deneme alanı topraklarının profil boyunca 0 - 30 cm kil, diğer katmanların siltli kil olduğu ve 60 cm profil derinliğindeki kullanılabilir su miktarı 201 mm olarak hesaplanmıştır. Tarla kapasitesi ve solma noktası su içerikleri ise derinlik olarak 245 mm ve 157 mm olarak belirlenmiştir. Ayrıca 3 farklı derinlikten (0 - 30, 30 - 60, ve 60 - 90 cm) bozulmamış toprak örnekleri alınarak yapılan hacim ağırlığı değerleri de her bir derinlik için ortalama 1.37 g cm^{-3} olarak elde edilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye	Tarla Kapasitesi (g g^{-1})	Solma Noktası (g g^{-1})	Hacim Ağırlığı (g cm^{-3})
0-30	20.2	41.9	37.9	C	30.70	19.75	1.30
30-60	15.9	42.0	42.1	SC	29.97	19.12	1.40
60-90	11.7	44.1	44.3	SC	29.64	12.71	1.42

Çizelge 3.3. Deneme alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	EC (dS m^{-1})	pH	Kireç % $CaCO_3$	Yarayışlı		Organik Madde (%)
				P_2O_5 (kg da^{-1})	K_2O (kg da^{-1})	
0-30	0.914	7.91	21.78	1.9	134.32	1.80
30-60	0.976	7.97	28.30	0.9	68.49	1.06
60-90	1.028	8.08	24.80	0.5	43.01	0.77

3.1.4. Araştırmada Kullanılan Domates Çeşidi ve Özellikleri

Son yıllarda yaygın olarak görülen domates sarı yaprak kıvrıcıklığı virüsü (TYLCV) ve fusarium hastalığına dayanıklı Marmara F1 salçalık domates (*Solanum lycopersicum*) fidesi araştırmada kullanılmıştır. Yaprakları meyveyi çok

iyi örten bir çeşit olup meyve ağırlığı genel olarak 250-280 g arasında değişen ve görünüm olarak hafif basık olan bir çeşittir.

3.1.5. Araştırma Kullanılan Su Kaynağı ve  zellikleri

Kullanılan sulama suyu olarak deneme alanında bulunan kuyu suyundan yararlanılmıştır. Kuyudan alınan sulama suyu  rnekleri USSSL (1954)'de verilen esaslardan abak ve çizelgelerden yararlanarak laboratuvarda analiz edilmiş ve sonuçlar  izelge 3.4'de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda denemede kullanılan sulama suyu sınıfı A₁T₃ olarak belirlenmiştir. Araştırmada kuyu içerisinde bulunan 30 kw h⁻¹ güce sahip, manometrik yükseklik değeri Hm: 50 mss ve debi değeri Q: 60 t h⁻¹ olan dalgıç pompadan yararlanılmıştır.

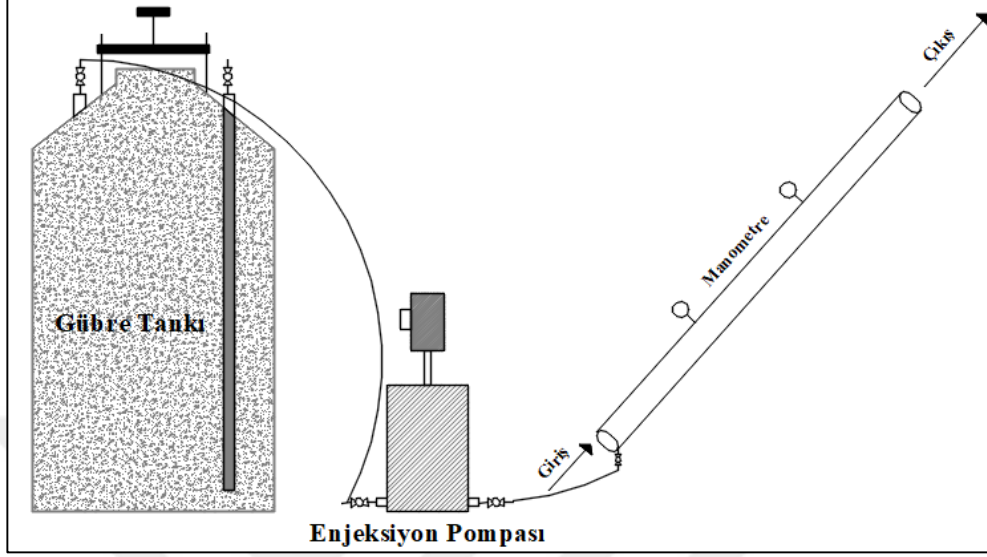
Çizelge 3.4. Araştırmada kullanılan sulama suyu analiz sonuçları

Elektriksel iletkenlik (EC 10 ⁶ 25 �C) dS m ⁻¹	pH	Kasyonlar					Anyonlar				
		Ca ⁺⁺ me lt ⁻¹	Mg ⁺⁺ me lt ⁻¹	Na ⁺ me lt ⁻¹	K ⁺ me lt ⁻¹	Topl.	HCO ₃ ⁻ me lt ⁻¹	Cl ⁻ me lt ⁻¹	SO ₄ ⁻ me lt ⁻¹	Topl.	SAR
1.467	7.3	4.80	3.80	7.47	0.04	16.1	4.03	6.30	5.77	16.1	3.60

3.1.6. Fertigasyon Yönteminde Kullanılan Ekipmanlar

Çalışmada enjeksiyon pompası F1 ( ekil 3.2.), ventüri tipi gübre enjektörü F2 ( ekil 3.4.) ve basınç farkı yöntemi F3 ( ekil 3.6.) olmak üzere 3 farklı fertigasyon yöntemi ve ekipmanlarından yararlanılmıştır.

Enjeksiyon pompası yönteminde, gübrenin bir pompa yardımı ile sabit bir debi ile devamlı şekilde sisteme iletilmesi sağlanmaktadır. Doz ve hız ayarlama gibi teknolojiler günümüzde de kullanılması yanısıra tank içerisinde basınç etkisi ile gübreyi karı tırabilme ve e de  konsantrasyonda sisteme iletebilme üstünlükleri bulunmaktadır ( ekil 3.1).



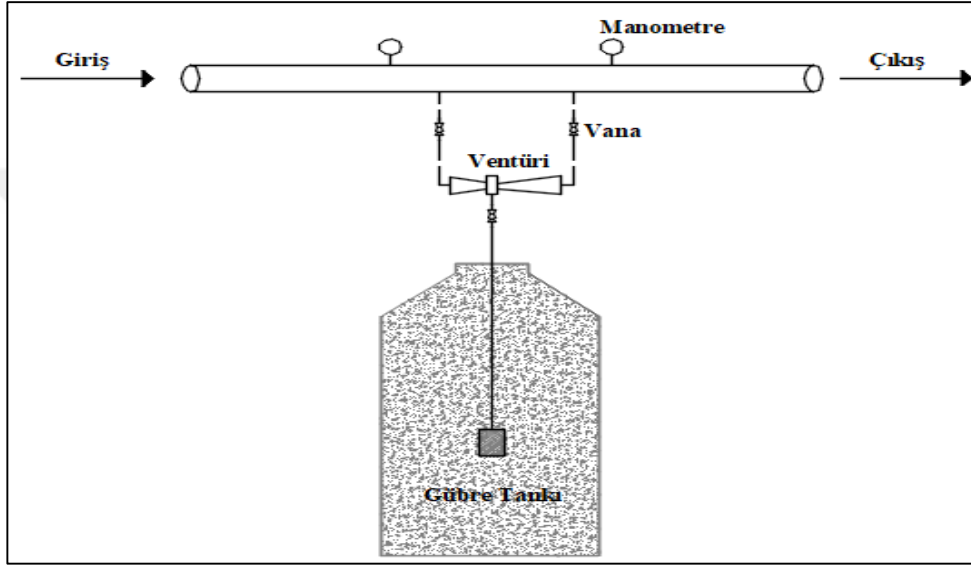
Şekil 3.1. Enjeksiyon pompası genel görünümü

Araştırmada demir malzemeden yapılmış 100 L hacminde gübre tankı ile gübreyi sisteme enjekte edecek olan döküm malzemeden üretilmiş korozyona dayanımlı yatay milli santrifüj gübreleme pompası, gerekli ek parçalar ile denetim birimine bağlantısı yapılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan enjeksiyon pompası sistemi

Venturi tipi gübre enjektörü, içinden geçen suyun kesit alanının daralıp genişlemesi sonucu olan negatif basınç ile gübrenin alınarak sisteme verilmesini sağlayan bir yöntemdir. Şekil 3.3’de ventüri yönteminin çalışma esası ve bağlantısı görülmektedir.



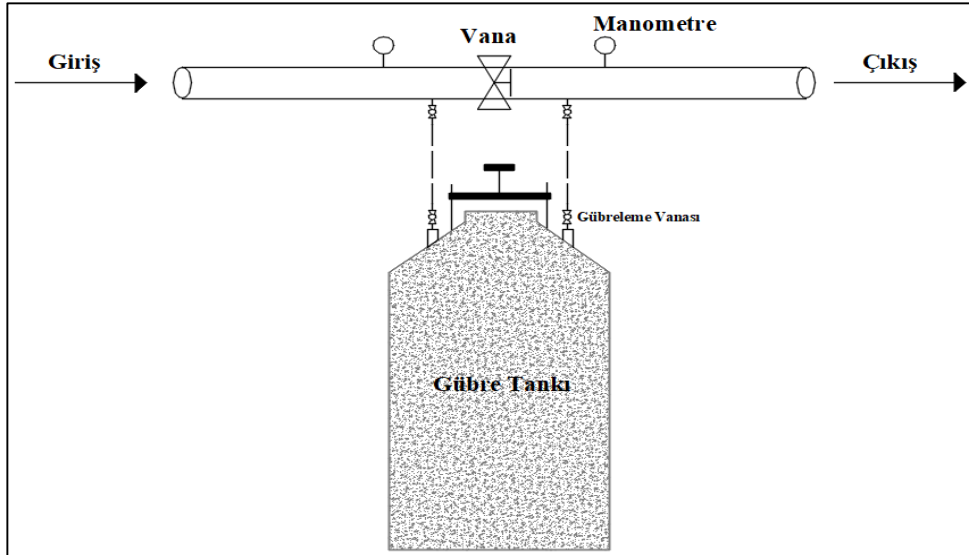
Şekil 3.3. Ventüri enjektörü genel görünümü

Araştırmada kullanılan ventüri 32 mm giriş ve çıkış çaplarına sahip, HDPE 100 malzemeden üretilmiş olup 100 L hacime sahip plastik tanka bağlantısı Şekil 3.4’de görüldüğü üzere yapılmıştır.



Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan ventüri tipi gübre enjektörü

Gübre tanklı basınç farkı yönteminde ise sistemden alınan su gübre tankı içerisinde gübre karışımını sağlar ve Şekil 3.5’de görüldüğü gibi bir vana yardımı ile basınç farkı oluşturularak gübrenin sisteme verilmesi sağlanır.



Şekil 3.5. Basınç farkı sistemi genel görünümü

Çalışmada 100 L hacminde demir malzemeden üretilmiş gübre tankı sisteme tam geçişli küresel vanalar yardımı ile damla sulama sistemine eklenmiş olup mevcut vana yardımı ile gübrenin sulama suyuna karıştırılması sağlanmıştır. Araştırmada kullanılan basınç farkı sistemi Şekil 3.6’da görülmektedir.



Şekil 3.6. Araştırmada kullanılan basınç farkı sistemi

3.1.7. Damla Sulama Sistemi

Domates bitkisinin sulanmasında damla sulama sistemi kullanılmıştır. Toprağın infiltrasyon özellikleri dikkate alınarak damlatıcı arası mesafe 40 cm ve damlatıcı debisi ise 4 L h^{-1} olan damlatıcılar, içten geçik ve basınç kontrollü olup her sıraya bir lateral gelecek şekilde düzenlenmiştir. Lateraller $\text{Ø}16 \text{ mm}$ dış çapında olup 1.0 mm et kalınlığında PE malzemeden üretilmiştir. Çalışmada kullanılan laterallerin deneme parsellerinde görünümü Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.7. Lateraller genel görünümü

İşletme basıncı 2 kg cm^{-2} ve her fertigasyon hattında giriş basıncı 1.5 kg cm^{-2} olan sistemde kullanılan dalgıç pompa 25 hp güce sahip ve basma yüksekliği ise 50 mss'dur. Sistemde 90 mm giriş ve çıkış çaplarına sahip kum-çakıl filtre, hidrosiklon ve disk filtreden oluşan filtre kombinasyonu kullanılmıştır. Her sulamalardan önce ve sonra kum-çakıl filtrelerin ters yıkaması ile disk filtrelerin elle sökülerek yıkanması sağlanmıştır. Denetim biriminden sonra parsel vanaları ise basınç düzenleyicili olup sabit basınç altında suyu iletmektedir. Kullanılan ana boru $\text{Ø}75$ mm ve yan borular ise $\text{Ø}50$ mm dış çapında olup PE malzemeden üretilmiştir. Ana boru ve yan boru arasında bağlantı parçalarında kablın malzemeler ve gerekli noktalarda demir ek malzemeler kullanılmıştır. Her bir fertigasyon konusuna ait (F1, F2, F3) ekipmanların çıkışından araziye iletilmesinde Şekil 3.8.'de görüldüğü üzere basınç sabitlenebilir parsel vanaları kullanılmıştır. Böylece her fertigasyon ekipmanından araziye sabit basınç altında suyun iletilmesi ve damlatıcıların eşit miktarda sulanması sağlanmıştır.



Şekil 3.8. Fertigasyon konularına ait parsel vanaları ve damla sulama sisteminin uygulanması

3.2. Metod

3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi

Hacim ağırlığı değeri 0-90 cm derinlikte ki toprak katmanından silindir yardımı ile doğal toprak yapısı bozulmadan Şekil 3.9’da görüldüğü üzere alınarak fırında kurutulması ile elde edilmiştir. Tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri laboratuvar ortamında basınç tencereleri yardımı ile $1/3$ ile 15 kg cm^{-2} basınç aralığında tutulan % değeri olarak tespit edilmiştir. Toprak bünyesi ise Bouyocous hidrometre yöntemi ile tayin edilmiştir. pH, cam elektrotlu Beckman pH metresiyle satürasyon çamurunda belirlenmiştir. Tuz içeriği, satürasyon çamuru süzüğünde Standart Wheatstone Köprüsü Yöntemi ile saptanmıştır (USSS, 1954). Kalsiyum karbonat Çağlar (1969) tarafından verilen esaslara göre Scheibler Kalsimetresi ile belirlenmiştir.



Şekil 3.9. Bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinin alınması

3.2.2. Araştırma Konuları

Araştırmada 3 farklı sulama konusu ile 3 farklı fertigasyon ekipmanından oluşan konular dikkate alınmıştır. Sulama konuları;

I₁₀₀: Tam sulama konusu olup bir haftalık sulama aralığında 60 cm’lik toprak profilindeki eksik nemin tarla kapasitesine getirildiği konudur.

I₇₀: Tam sulama konusuna uygulanacak suyun %70’inin verildiği konu.

I₅₀: Tam sulama konusuna uygulanacak suyun %50’sinin verildiği konu.

Konulu sulamalara domates bitkisinde ilk çiçeklenmenin görüldüğü tarihte toprak profilindeki eksik nem tarla kapasitesine getirilerek başlanmıştır.

Çalışmada her 3 farklı fertigasyon konularına ait sulama düzeyleri aynı anda çalıştırılmış, aynı miktar ve çeşit gübreler sisteme verilerek her yöntemin kendi arasında ki durumları farklı sulama düzeyleri ile birlikte değerlendirilmiştir. Her fertigasyon ve sulama konularından sonra gübre tankları belirlenen miktarda gübreler ile diğer sulama konularında çalıştırılmıştır.

F₁ Konusu: Enjeksiyon pompası konusunu oluşturmuş olup gübreyi sisteme vermekte kullanılan pompanın debisi 2 t h⁻¹ olup basma yüksekliği 25 mss'dur. Pompanın giriş ve çıkış kısımları 32 mm dış çapında olup gübreyi sisteme enjekte edeceği ve tanktan çekeceği kısımlar kelepçe ve hortumlar yardımı ile sisteme montajı yapılmıştır. Enjeksiyon pompası korozyona karşı dayanımlı krom gövdeden yapılmıştır.

F₂ Konusu: Araştırmada kullanılan ventüri 100 L kapasiteli plastik tanka tam geçişli galvenizden üretilmiş küresel vanalar yardımı ile bağlantısı yapılmıştır. Anılan 100 L kapasiteli plastik tank gübre eklenmesinden sonra kapasite dolacak kadar her uygulamadan önce su ile doldurulmuştur. Boğaz kısmında suyun hızının artırılması ve negatif basıncın oluşması amacıyla giriş ve çıkış kısımları arasında kelebek vana konularak su hızının artırılması sağlanmıştır. Ventürinin ucunda bulunan emiş haznesi filtreli bir yapıda olup tıkanmalara karşı dayanımlıdır.

F₃ Konusu: 100 L kapasiteli demir gübre tankı üzerinde sistemden gübreyi alıp tank içerisinde karıştırarak erimesini sağlayan ve gübrenin tankın üst noktasında alınarak sisteme verilmesini sağlayan her iki çıkış filtre sistemine bağlantısı yapılmıştır. Bu yöntemde kullanılan vana kısılarak sistem içerisinde ki suyun hızı artırılarak gübrenin tanktan alınarak sisteme iletilmesi sağlanmıştır.

3.2.3. Uygulanan Sulama Suyu Miktarı

Bitkilerin araziye dikiminden sonra bitki köklerinin toprağa tutunabilmesi amacı ile tüm konular tarla kapasitesine getirilmiştir. Bitki topluluğu genelinde %70 çiçeklenme sağlandığında 60 cm toprak profili tekrar tarla kapasitesine getirilerek konulu sulamalara başlanmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarı Eşitlik 3.1'e göre belirlenmiştir:

$$R = A * P * \Delta s$$

(Eşitlik 3.1)

Burada;

R : Sulama suyu miktarı, lt

A : Parsel alanı, m²

P : Islatılan alan yüzdesi, %

Δs : 60 cm derinlikteki eksik toprak su içeriği, mm

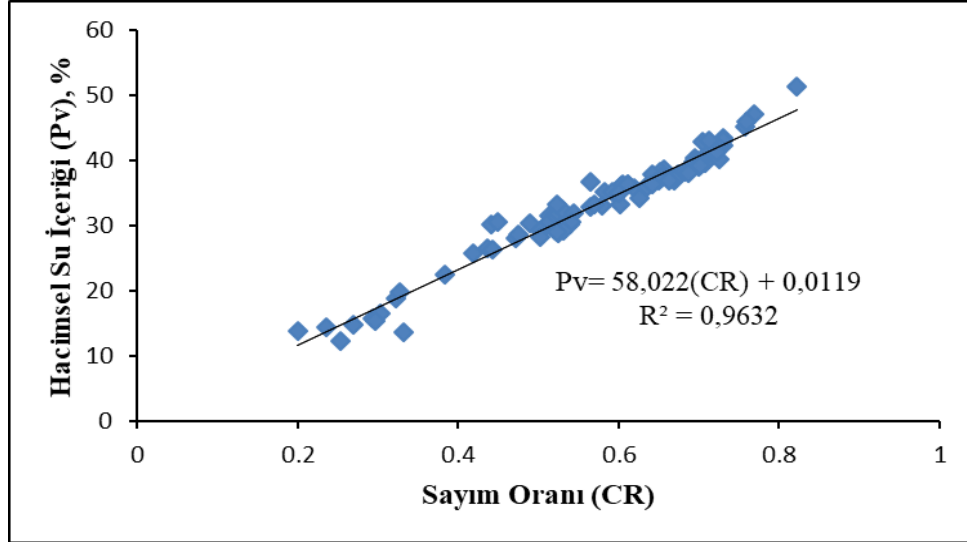
Islatılan alan yüzdesi sulama aralıklarında örtü yüzdesi olarak izlenmiş ve örtü genişliğinin sıra arası uzaklığı oranlanmasıyla ıslatma yüzdesi hesaplanmıştır. Örtü genişliği değeri 0.70 m değerine ulaştığında sabit olarak kabul edilmiştir.

3.2.4. Toprak Suyu Gözlemleri

Tüm deneme konularında toprak suyu gözlemleri, ilk katmanında (0- 30 cm) gravimetrik yöntemle, 30-90 cm arasında ise nötronmetre yöntemiyle günlük olarak ölçülmüş ve hasada dek sürdürülmesi düşünülmüştür. Bu amaçla her parselin ortasına bir adet nötron borusu 120 cm derinliğe dek yerleştirilmiştir. 38.1 mm iç çapında ve 3.2 mm et kalınlığındaki alüminyum tüpler yerleştirilmiştir. Nötron sayımları 15 saniye süre ile yapılmış ve anılan sayımlarda Campbell Pasific Nuclear Corp. tarafından yapılmış BF3 (nötron kaynağı Americium-Berilium) dedektör tüpü içeren CPN 503 Hydroprobe, DR tipi nötronmetre kullanılmıştır. Standart okumalar, su doldurulmuş varilde yapılmıştır. Her okumada 12 standart sayım yapılmış, en büyük ve en küçük değerler atılarak, 10 okumanın ortalamaları alınmış ve elde edilen değer ölçümün standart sayımı olarak göz önüne alınmıştır. Gerçek ve standart sayımların birbirine oranlanması ile bulunan sayım oranları, kalibrasyon denkleminde kullanılarak her bir katmandaki nem düzeyi kestirilmiştir.

Nötronmetre kalibrasyonu için deneme alanında 2m x 2m boyutlarında 4 adet parsel oluşturulmuş ve parsel ortalarına 80 cm derinliğe nötron boruları çakılmıştır. Parsellerden ikisine su içeriği yaklaşık tarla kapasitesine gelecek şekilde su verilmiş, diğer iki parsel kuru bırakılmıştır. Islak ve kuru parsellerde yapılan

ölçümlerden hemen sonra nötron borusunun çakıldığı noktada profil açılarak bozulmamış toprak örnekleri alınarak hem su içeriği hem de hacim ağırlığı değerleri belirlenmiştir. Toprakta okunan nötron değerleri su dolu varil içerisinde okunan standart okumalara oranlanarak sayım oranları hesaplanmış ve sayım oranlarına karşı hacimsel su içerikleri grafiklenerek Şekilde 3.10'da verilen 0-90 cm tüm profil için tek denklem ve nötronmetre kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir. Araştırmada nötronmetre kalibrasyon eğrisinin belirlenmesinden sonra cihazın arızalanması nedeni ile denemenin her iki yılında da yapılan ölçümlerin tümünde gravimetrik örnekleme esas alınmıştır.

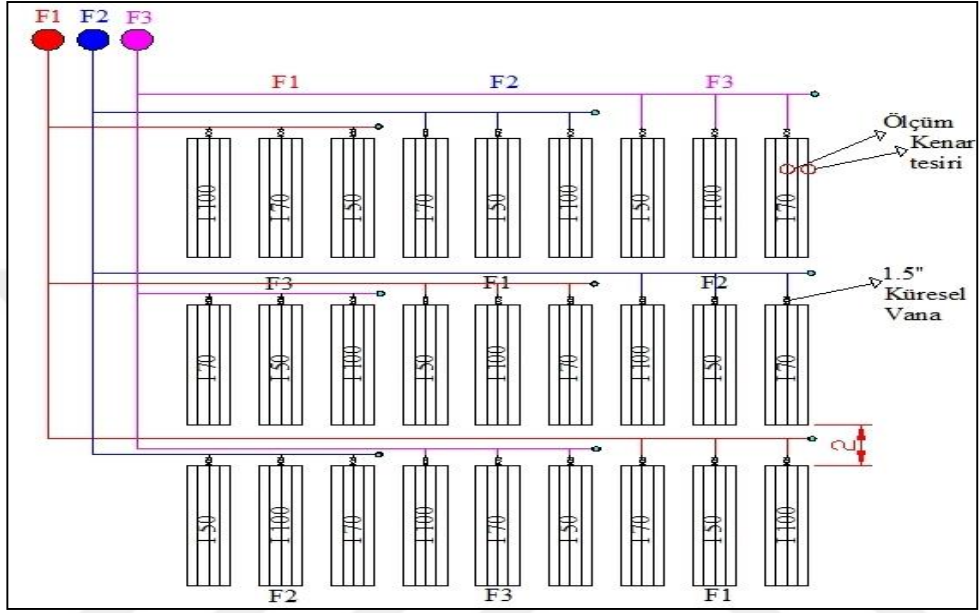


Şekil 3.10. Deneme alanı toprakları için nötronmetre kalibrasyon eğrisi

3.2.5. Deneme Deseni

Deneme tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak yürütülmüştür. Fertigasyon ekipmanları ana parselleri (3 konu), sulama konuları (3 konu) ise alt parselleri oluşturmuştur. Her parselde 5 sıra olacak şekilde, sıra üzeri 0.5 m ve sıra arası 1.2 m olup ve her parselin uzunluğu 20 m ve

alanı $1.2 \text{ m} \times 20 \text{ m} = 24 \text{ m}^2$ 'dir. Şekil 3.8'de deneme parsellerinin yerleşim planı görülmektedir.



Şekil 3.11. Deneme parselleri yerleşim planı

3.2.6. Bitki Su Tüketiminin Hesaplanması

Araştırmada Bitki Su Tüketimi (Evapotranspirasyon) su bütçesi eşitliği (Eşitlik 3.2) ile belirlenmiştir: (Howell ve ark., 1986)

$$ET = I + Pe + Cr + Dp + Rf + \Delta s \quad (\text{Eşitlik 3.2})$$

Burada;

ET: Bitki su tüketimi, mm

I: Uygulanan sulama suyu, mm

Pe: Etkili yağış, mm

Cr: Kılcal yükseliş, mm

Dp: Derine sızma kayıpları, mm

Rf: Yüzey akış kayıpları, mm

Δs: Etkili kök bölgesindeki toprak suyu değişimi, mm

Dışarıdan parsel içlerine su girişini önlemek için her bir parselin etrafı seddelerle çevrilmiştir. Eşitliklerde belirtilen kılcal yükseliş, derine sızma ve yüzey akış değerleri; damla sulama yönteminden ötürü ayrıca eksik nemin tarla kapasitesine getirilerek sulama uygulamasından yararlanıldığı için sıfır olarak kabul edilmiştir.

3.2.7. Su Kullanma Randımanı ve Sulama Suyu Kullanma Randımanı

Su kullanma randımanı (WUE) Eşitlik 3.3'e göre belirlenmiştir (Howell ve ark., 1995):

$$WUE = \frac{Y}{ET} \quad (\text{Eşitlik 3.3})$$

Eşitlikte;

WUE: Su kullanma randımanı, kg m⁻³

ET: Evapotranspirasyon, mm

Y: Elde edilen verim, kg da⁻¹

Sulamanın etkisini belirlemek için sulama suyu kullanma randımanı (IWUE) Eşitlik 3.4'e göre hesaplanmıştır (Howell ve ark., 1995):

$$IWUE = \frac{Y}{I} \quad (\text{Eşitlik 3.4})$$

Eşitlikte;

IWUE: Sulama suyu kullanma randımanı, kg m^{-3}

Y: Konulardan elde edilen domates verimi, kg da^{-1}

I: Uygulanan sulama suyu miktarı, mm

3.2.8. Toprak İşleme ve Dikim İşlemleri

Dikim öncesi çizel yardımı ile derin sürüm ve goble aleti ile toprağın parçalanması sağlanmıştır. Sırt yapma aleti ile seddeler oluşturulmuş ve arazi ekime hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Dikim öncesi toprak işleme

Domates bitkisinin dikim işlemi, toprak sıcaklığı 18°C olduğunda sıra arası 120 cm ve sıra üzeri mesafe 50 cm olacak şekilde araştırmanın ilk yılında 01.04.2014 tarihinde ve ikinci deneme yılında ise 02.04.2015 tarihinde dikim işlemleri Şekil 3.13’de görüldüğü gibi yapılarak. her dikim işleminden sonra damla sulama ile bitkilere can suyu uygulanmıştır.



Şekil 3.13. Fidelerin araziye dikilmesi

3.2.9. Zirai Mücadele ve Bakım İşlemleri

Dikim sırasında ileride olabilecek kök çürüklüğünü engellemek amacıyla Fludioxanil ve Metalaxyl içerikli preparat kullanılmıştır. Dikim sırasında kök çürüklüğü ve fide yanıklığı hastalıklarını kontrol edebilmek amacıyla etken maddesi Metalaxyl-M+Fludioxanil olan fungusit grubu formülasyon, 100 L suya 250 ml homojen şekilde karıştırılarak fideler kök boğazına kadar temas ettirilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Dikim öncesi Metalaxyl-M+Fludioxanil uygulaması

Araştırmada gerekli görüldüğü zamanlarda instektisit mücadelesinde etken maddesi %20 acetamiprid ve %13.3 Mancozeb ile Metaflumizone olan preparatlar kullanılmıştır ile mildiyö hastalığının mücadelesinde etken maddesi Azoxystrobin olan preparat kullanılmıştır. Ayrıca yaprak galeri sineği, kırmızı örümcek, yeşil kurt gibi zararlılara karşı önerilen etken maddelerce zirai mücadele işlemleri büyüme sezonu boyunca uygulanmıştır (Şekil 3.15). 1. ve 2. çapalama işlemleri ile boğaz doldurma işlemleri ihtiyaç duyulan zamanlarda yapılmıştır. Parseller arası belirli zamanlarda mekanizasyon ile yabancı otlardan temizlenmesi sağlanmıştır.



Şekil 3.15. Ziraî mücadele ve bakım işlemleri

3.2.10. Gelişme Dönemlerinin Belirlenmesi

Araştırmada her parselde domates bitkisinin ekimden hasata kadar gelişme dönemleri takip edilerek tarihlere göre konular bazında arazi gözlemleri ile tespit edilmiştir.

3.2.11. Gübreleme İşlemleri

Çalışmada uygulanan gübreler her fertigasyon ekipmanı ile eşit miktarlarda, Günay (2005)'e göre saf olarak $16 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$, $5 \text{ kg da}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ ve $23 \text{ kg da}^{-1} \text{ KNO}_3$ olacak şekilde parsellere verilmiştir. Araştırmada anılan gübreler N; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, P; MKP ve K; KNO_3 formlarında uygulanmıştır. Toprak analiz sonuçlarına göre gerekli görüldüğü hallerde diğer kullanılabilir bitki besin elementlerinin verilmesi sağlanmıştır. Azot ve fosfor üçe bölünerek 1/3'ü dikim öncesi taban gübresi olarak, geri kalan kısımlar ise sulama tarihlerine göre bölünerek fertigasyon ekipmanları yardımı ile sulama sezonu süresince eşit miktarlarda verilmiştir. Ayrıca belirli dönemlerde mikro besin elementi

gübrelemesi hem yapraktan hem fertigasyon yolu ile yapılmıştır. Her sulama ve fertigasyon konularının eşit miktarda gübrenmesi sağlanmıştır.

3.2.12. Sulama Suyu Örnekleri ve Analizler

Farklı fertigasyon ekipmanları tarafından sisteme verilen gübre konsantrasyonlarının sulama sezonu boyunca belirlenebilmesi amacıyla; konulu sulama sürelerinin başında (T1), ortasında (T2) ve sonunda (T3) olmak üzere lateral hatlarının başındaki damlatıcılardan, 330 cc kaplara örnekler aynı anda alınmıştır. Gübre uygulamaları sulamalardan hemen önce, anılan şekilde eşit miktarlar halinde her fertigasyon konusunda tanklara eklenmiştir. Lateral hatlarında su örneklerinin alınmasına, gübrenin lateraller içerisinde her noktada eş dağılım sağlayabilmesi amacıyla sistem işletme basıncı 2 kg cm^{-2} olduğunda başlanmıştır. Örnekler içerisinde organik azot miktarı, her parselden bahsi geçen zamanlarda alınan su örneklerinde laboratuvar ortamında Kjeldahl Toplam Azot tayini esasına göre belirlenmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Kjeldahl toplam azot tayini

3.2.13. Bitkilerde Yapılan Gözlem ve Analizler**3.2.13.1. Fenolojik Gözlemler**

Domates bitkisine ait ilk ekim tarihinden son hasat tarihine kadar ilk çiçeklenme, ilk meyve oluşumu, olgunlaşma ve hasat tarihleri yılın gün sayısı olarak belirlenmiştir. Araştırmada tüm parsellerde ilk çiçeklenme görüldüğü zaman ilk çiçeklenme tarihi olarak dikkate alınmıştır. Benzer şekilde ilk meyve oluşumunun görüldüğü tarih de ilk meyve oluşum tarihi olarak kabul edilmiştir. Olgunlaşma tarihi yukarıda belirtildiği gibi meyvelerin arazi genelinde %70'inin olgunlaştığı tarih olarak kayıt altına alınmıştır.

3.2.13.2. Meyve Kalite Parametreleri Analizleri

a) Ortalama Meyve Ağırlığı (g meyve⁻¹): Her konulardan 10 adet meyveler alınarak hassas terazi ile tartılmış ve ortalama ağırlıkları belirlenmiştir.

b) Meyve Boyu (mm): Konulardan alınan 10 adet meyve örneklerin çiçek ve sap çukurları arasındaki mesafe dijital kumpas ile ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır.

c) Meyve Çapı (mm): Her konudan alınan 10 adet meyve örneklerinin çapları dijital kumpas ile belirlenerek ortalamaları alınmıştır.

d) Meyve Sayısı (adet bitki⁻¹): Her parselde ölçüm noktalarında ki bitkilerden alınan meyve sayısı belirlenerek fertigasyon konularının etkisi araştırılmıştır.

e) Meyve Hacmi (cm³ meyve⁻¹): Ölçekli bir kap yardımı ile belirli seviyeye kadar doldurulan su içerisine parsellerden alınan 10 adet meyveler bırakılarak dışarı taşan suyun hacmi belirlenerek ortalama değerleri kullanılmıştır.

f) Suda Çözünabilir Kuru Madde Miktarı (%): Suda çözünabilir kuru madde analizi, konulardan alınan meyve örnekleri el blenderi ile meyve suyu haline getirilerek alınan örnekler el refraktometresi ile okunarak % değerler bulunmuştur.

g) Meyvede Asitlik (%): Konulara göre oluşturulan meyve suyu örneklerinden alınan 10 ml örneğe 15 ml saf su konularak, 0.1 N NaOH çözeltisi

ile 8.01 değeri elde edilinceye kadar pH metre ile titrasyon yapılarak harcanan NaOH miktarı üzerinden sarf edilen asit miktarı olarak hesaplanmıştır.

h) Meyve Suyunda pH: Konulara göre meyve sularından alınan örneklerden taşınabilir pH metre cihazı ile belirlenmiştir.

i) Meyve Suyunda EC (dS m^{-1}): Konulara göre meyve sularından alınan örneklerden taşınabilir EC metre cihazı ile belirlenmiştir.

j) Vitamin C ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$): Her parselden alınan ve meyve suyu haline getirilen örneklerden 1 g alınarak üzerlerine 45 ml % 0.4 oksalik asit eklenip filtre kağıdında süzölmüştür. Elde edilen süzöntüden 1 ml alınarak 9 ml boya çözeltisi eklenmiş ve 502 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Özdemir ve Dündar 1998).

3.2.13.3. Verim ve Bileşenleri

a) Toplam Verim (kg da^{-1}): İlk hasattan son hasada kadar her tekerrür ve konulardan alınan meyveler kümülatif olarak toplanarak toplam meyve verimi elde edilmiştir.

b) Yaprak Alan İndeksi ($\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$): Yaprak alan indeksi ölçümünde LAI-2000 aygıtı kullanılmıştır. Anılan aygıt ile yaprak alanı indeksi ölçümlerinde, bitki tacı üstünde ve tac altında yapılan dağılmış radyasyon şiddetinden (bitki yüzeyinde tutulan dağılmış radyasyon miktarından) yararlanılmaktadır. Gökyüzünün tamamen bulutlarla kaplı olduğu günlerde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçümler güneş ışığının tam dik geldiği saat olan 10:00-14:00 arasında her parselden iki haftalık süreçte ölçölmüştür.

c) Kuru Madde Miktarı (Biyokütle) (kg da^{-1}): Konulardan alınan toprak üstü yaprak ve gövde dahil tüm bitki küçük parçalara ayrılarak kese kağıdına konularak 65-68°C'lik etüvde sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuştur. Örnekler tartılıp alındığı alana oranlanarak birim alana düşen kuru madde miktarı saptanmıştır.

d) Bitki Boyu (cm): Haftada bir olmak üzere her parselde sürekli aynı olarak belirlenen bitkilerin boyları gözlemlenmiştir.

3.2.14. İstatistiksel Analiz

Deneme konularına ilişkin elde edilen verilerin istatistiksel analizlerinde JUMP paket programı kullanılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında LSD yöntemi uygulanmıştır. Su verim ilişkilerinin belirlenmesinde MS Excel paket programı kullanılarak regresyon analizleri yapılmıştır.





4. BULGULAR ve TARTIŞMA**4.1. Bulgular**

Dünya’da üretimi en çok yapılan ve ülkemiz için önemli bir yeri bulunan domates bitkisinde, farklı fertigasyon ekipmanlarının etkisi ile birlikte kısıntılı sulama tekniklerinin etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen bulgular aşağıda belirtilmiştir.

4.1.1. Fertigasyon Uygulamalarına İlişkin Bulgular

F1 (enjeksiyon pompası), F2 (ventüri) ve F3 (basınç farkı) yöntemlerinde her sulama konusu kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Olası farklılıkları engellemek amacıyla fertigasyon konularının arazi başına kadar dağılımları her konuya ait ana borular ile sağlanmıştır. Fertigasyon konularına dair sulama konularına uygulanan gübreler, domates bitkisinin gelişme dönemlerine göre bölünerek uygulanmıştır.

Araştırmanın her iki yılında konulara uygulanan gübre miktarları Çizelge 4.1. ve 4.2’de verilmiştir. Çalışmanın ikinci yılında da tüm konulara eşit miktarda gübreleme uygulaması yapılmıştır. F1, F2 ve F3 konularına ait $I_{100-70-50}$ sulama konularında saf olarak verilen toplam N miktarı 16.01 kg da^{-1} , K miktarı 23.03 kg da^{-1} ve P miktarı ise 5.55 kg da^{-1} olarak belirlenmiştir. Sulamalar sırasında olası konsantrasyon farklarının engellenmesi ve fertigasyon konularının etkilerini daha iyi elde edebilmek amacı ile her sulama konularına eşit miktarda gübrelerin verilmesi sağlanmıştır. Her fertigasyon konularında gübrelerin tanklara uygulanmadan önce farklı tanklarda eritilmesi sağlanmıştır. Enjeksiyon pompası (F1) ve basınç farkı yönteminde (F3) sulama süresince çalışma prensipleri gereği sulama boyunca karıştırılması sağlanmıştır. Ventüri (F2) yönteminde ise gübreleme sırasında gübrenin karıştırılabilmesi imkanı bulunmamaktadır.

Çizelge 4.1. Konulara uygulanan saf gübre miktarları, kg da⁻¹ (2014)

		KONULAR	31.03.2014 (Taban)	18.05.2014	25.05.2014	1.06.2014	8.06.2014	15.06.2014	22.06.2014	29.06.2014	TOPLAM
F1 – F2 – F3	N, kg da ⁻¹	l ₁₀₀	5.3	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	16.01
		l ₇₀	5.3	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	16.01
		l ₅₀	5.3	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	16.01
	P, kg da ⁻¹	l ₁₀₀	1.7	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	5.55
		l ₇₀	1.7	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	5.55
		l ₅₀	1.7	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	5.55
	K, kg da ⁻¹	l ₁₀₀	0	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	23.03
		l ₇₀	0	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	23.03
		l ₅₀	0	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	23.03

Çizelge 4.2. Konulara uygulanan saf gübre miktarları, kg da⁻¹ (2015)

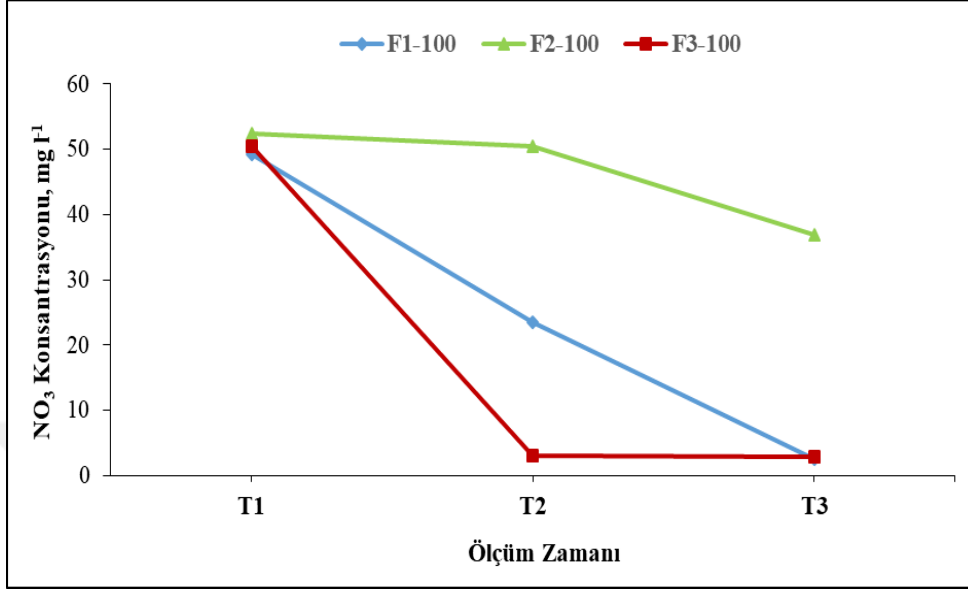
	KONULAR	01.04.2015 (Taban)	12.05.2015	19.05.2015	26.05.2015	2.06.2015	9.06.2015	16.06.2015	23.06.2015	TOPLAM
F1 - F2 - F3	N, kg da ⁻¹	I ₁₀₀	5.3	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	16.01
		I ₇₀	5.3	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	16.01
		I ₅₀	5.3	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	16.01
	P, kg da ⁻¹	I ₁₀₀	1.7	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	5.55
		I ₇₀	1.7	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	5.55
		I ₅₀	1.7	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	5.55
	K, kg da ⁻¹	I ₁₀₀	0	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	23.03
		I ₇₀	0	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	23.03
		I ₅₀	0	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	3.29	23.03

4.1.2. Sulama Suyunda Azot Analizine İlişkin Bulgular

Araştırma süresince fertigasyon ve sulama konularından alınan örneklerde nitrat (NO_3) miktarları belirlenerek gübrelerin her fertigasyon konusu içerisinde konsantrasyonları, sulama konuları ile birlikte takip edilmiş ve elde edilen bulgular aşağıda belirtilmiştir.

4.1.2.1. Fertigasyon Konuları ve Gübre Konsantrasyonuna İlişkin Bulgular

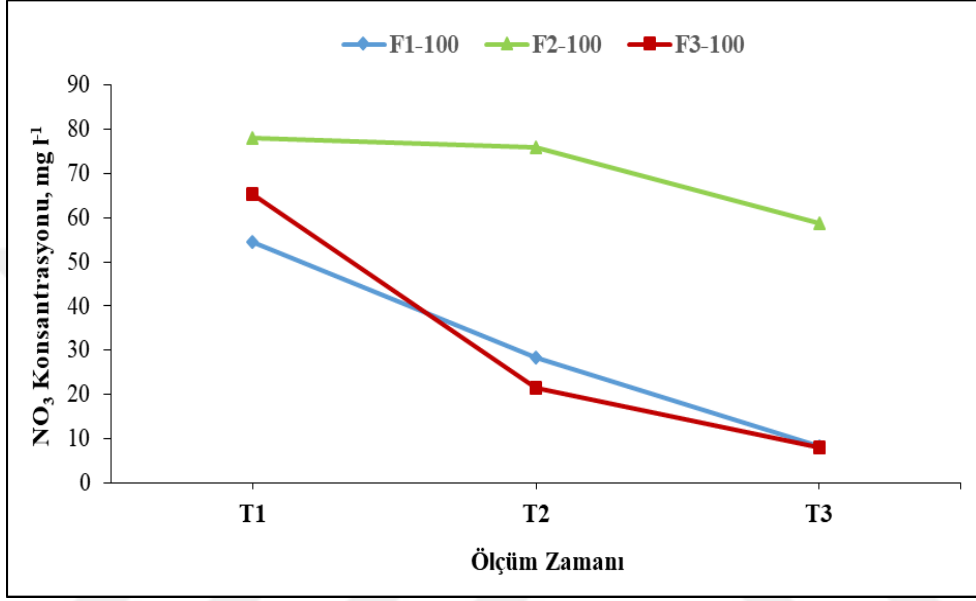
Araştırmanın 2014 birinci yılında F1 (enjeksiyon pompası), F2 (ventüri) ve F3 (basınç farkı) yöntemlerinde, sulama sürelerinin başında (T1), ortasında (T2) ve sonunda (T3) olmak üzere alınan su örneklerinde yukarıda bahsi geçtiği şekilde NO_3 miktarları belirlenmiştir. Bu şekilde sulama sırasında gübrelerin sistem içerisindeki konsantrasyon dağılımları ve zamanları incelenmiştir. F1, F2 ve F3 konuları tam sulama (I_{100}) konularında ortalama gübre konsantrasyonları Şekil 4.1’de verilmiştir. Enjeksiyon pompası (F1), ventüri (F2) ve basınç farkı yöntemi (F3) konularında NO_3 konsantrasyonları $2.59 - 52.41 \text{ mg L}^{-1}$ arasında değişmiştir. Şekil 4.1. incelendiğinde F1 konusu sulama süresinin başlangıcından (T1) sonuna (T3) kadar gübrelerin sisteme sabit şekilde verildiğini ve sulama süresinin sonuna yaklaşıldıkça NO_3 konsantrasyonunun hemen hemen tükendiği görülmektedir. F3 konusunda sulama süresinin başlangıcından ortasına kadar gelindiğinde NO_3 konsantrasyonu sistemde tükenme noktasına yakın olarak tespit edilmiştir. F2 ventüri konusunda ise sulama başlangıcından ortasına kadar NO_3 konsantrasyonunda fazla azalma olmadığı ve sulama süresinin sonuna doğru halen NO_3 konsantrasyonunun sulama suyunda yüksek miktarda olduğu sonucuna varılmıştır. Ventüri sisteminde NO_3 konsantrasyonunda ki sulama süresinin sonuna doğru yüksek miktarda olması, sistemin yapısı gereği gübrenin verilememesi tankta halen kalmasından kaynaklanmaktadır. Her üç fertigasyon konusunun da sulama süresinin başlangıcında (T1) NO_3 konsantrasyonları birbirine yakın değerlerdedir. F3 konusunda gübre konsantrasyonu daha hızlı azalırken, F1 konusunda F3 konusuna göre daha yavaş azalma tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Fertigasyon konuları ve NO₃ miktarlarının zamansal değişimi, (2014)

Araştırmanın ikinci yılında F1, F2 ve F3 konuları tam sulama (I_{100}) konularında ortalama gübre konsantrasyonları Şekil 4.2’de verilmiştir. Enjeksiyon pompası (F1), ventüri (F2) ve basınç farkı yöntemi (F3) konularında NO₃ konsantrasyonları 8.31 – 77.97 mg L⁻¹ arasında değişmiştir. Şekil 4.2. incelendiğinde F2 konusunda sulama süresinin başlangıcında diğer konulara göre daha yüksek gübre konsantrasyonu değeri elde edilmiştir. F1 ve F3 konuları sulama süresinin ortasına geldikçe birbirine yakın değerlerde gübre konsantrasyonları belirlenmiştir. F2 ventüri konusunda ise sulama süresinin ortasında gübre konsantrasyonunda sulama süresinin başlangıcına göre fazla bir azalma tespit edilmemiştir. Bu durum araştırmanın ilk yılı ile benzerlik göstermektedir. Ventüri (F2) yönteminde araştırmanın ikinci yılında da sulama süresinin sonunda (T3) halen yüksek miktarda gübre konsantrasyonunun olduğu belirlenmiştir. Bu durum ventüri yönteminin çalışma prensibine dayalı olduğu belirlenmiştir. Sulama süresinin ortalarına doğru ise F1 ve F3 konularında birbirine yakın derecede

azalmalar tespit edilmiş ve sulama süresinin sonunda tükenme noktalarında olduğu görülmüştür.



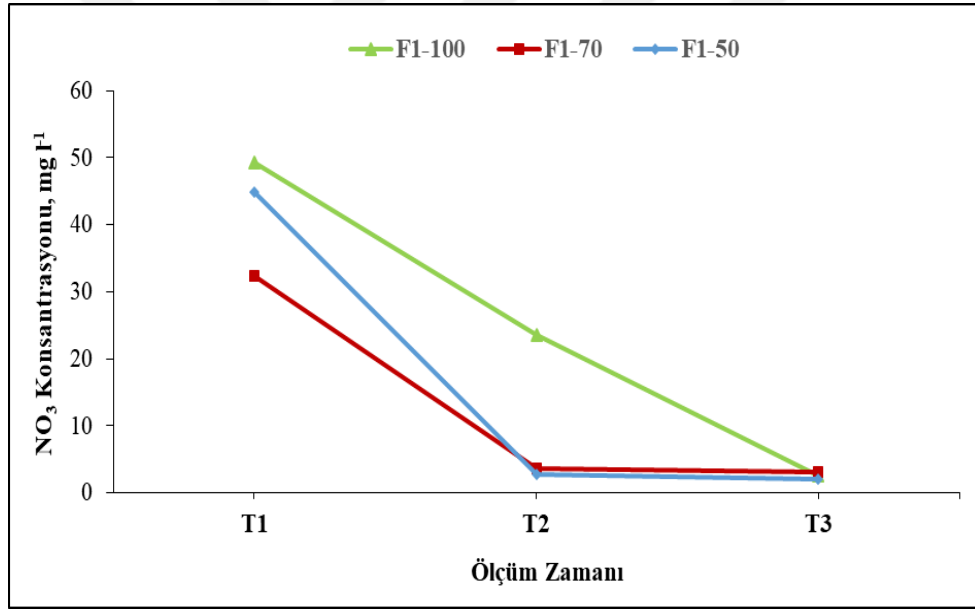
Şekil 4.2. Fertigasyon konuları ve NO₃ miktarlarının zamansal değişimi, (2015)

4.1.2.2. Fertigasyon ve Sulama Konularında Gübre Konsantrasyonuna İlişkin Bulgular

Araştırmada fertigasyon konularının etkilerini belirleyebilmek amacıyla tüm sulama konularında sulama suyu örneklerinde NO₃ konsantrasyonları belirlenmiştir.

Araştırmanın 2014 yılında F1 enjeksiyon pompası yönteminde sulama konularına ilişkin NO₃ konsantrasyonlarının zamansal değişimi Şekil 4.3’de verilmiştir. I₁₀₀ konusunda en yüksek NO₃ konsantrasyonu sulama süresinin başında 49.33 mg L⁻¹ ve en düşük NO₃ konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 2.59 mg L⁻¹ ve sulama süresinin ortasında ise 23.57 mg L⁻¹ olarak tespit edilmiştir. I₇₀ konusunda en yüksek NO₃ konsantrasyonu sulama süresinin başında

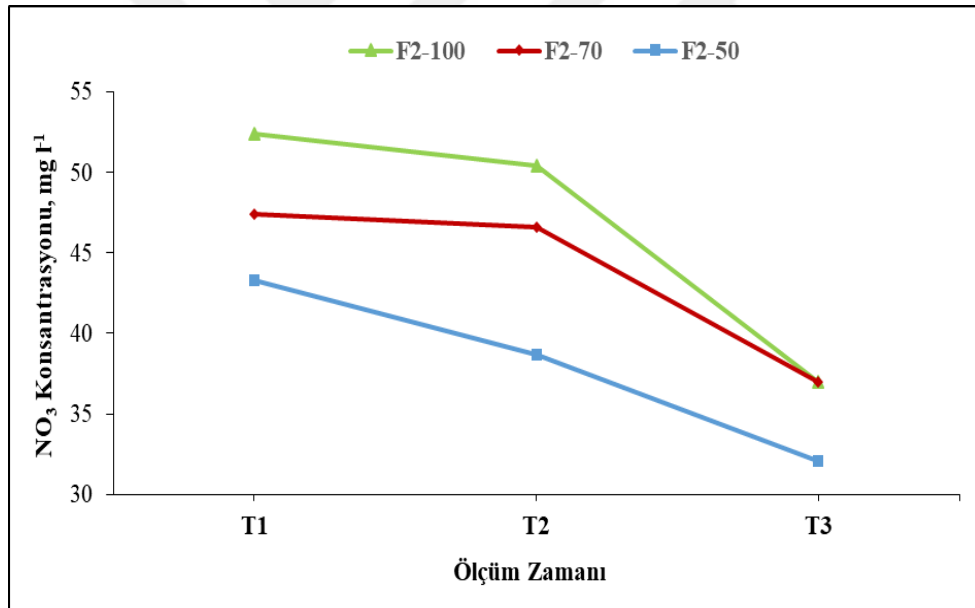
32.38 mg L⁻¹ ve en düşük NO₃ konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 3.14 mg L⁻¹ ve sulama süresinin ortasında ise 3.60 mg L⁻¹ olarak tespit edilmiştir. I₅₀ konusunda en yüksek NO₃ konsantrasyonu sulama süresinin başında 44.93 mg L⁻¹ ve en düşük NO₃ konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 2.02 mg L⁻¹ ve sulama süresinin ortasında ise 2.78 mg L⁻¹ olarak belirlenmiştir. I₁₀₀ konularında sulama sürelerinin I₇₀ ve I₅₀'ye göre daha uzun olması nedeniyle gübre miktarları sulama suyu içerisinde daha uzun süre kalmıştır. Enjeksiyon pompası yöntemi sulamalar sırasında verilen gübrenin tamamını sulama süresinin sonunda tükettiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.3. F1 (enjeksiyon pompası) ve sulama konularında NO₃ miktarlarının zamansal değişimi, (2014)

F2 ventüri yönteminde sulama konularına ilişkin NO₃ konsantrasyonlarının zamansal değişimi Şekil 4.4'de verilmiştir. I₁₀₀ konusunda en yüksek NO₃ konsantrasyonu sulama süresinin başında 52.41 mg L⁻¹ ve en düşük NO₃ konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 36.99 mg L⁻¹ ve sulama süresinin

ortasında ise 50.42 mg L^{-1} olarak tespit edilmiştir. I_{70} konusunda en yüksek NO_3 konsantrasyonu sulama süresinin başında 47.42 mg L^{-1} ve en düşük NO_3 konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 36.99 mg L^{-1} ve sulama süresinin ortasında ise 46.59 mg L^{-1} olarak tespit edilmiştir. I_{50} konusunda en yüksek NO_3 konsantrasyonu sulama süresinin başında 43.33 mg L^{-1} ve en düşük NO_3 konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 32.10 mg L^{-1} ve sulama süresinin ortasında ise 38.66 mg L^{-1} olarak belirlenmiştir. Ventüri yöntemi (F2), çalışma prensibi ve şekli gereği sulamalar sırasında verilen gübrelerin tamamını sulama süresinin sonunda bitiremediği sonucuna varılmıştır. Sulamaların ortasında ve sonunda sistem içerisinde mevcut NO_3 konsantrasyonları tespit edilmiştir.

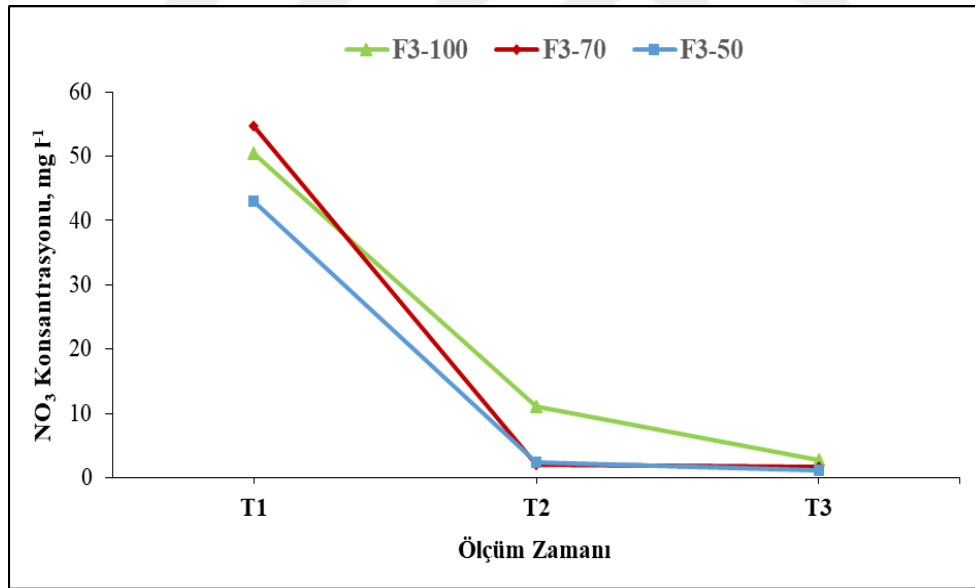


Şekil 4.4. F2 (ventüri) ve sulama konularında NO_3 miktarlarının zamansal değişimi, (2014)

F3 basınç farkı yönteminde sulama konularına ilişkin NO_3 konsantrasyonlarının zamansal değişimi Şekil 4.5’de verilmiştir. I_{100} konusunda en yüksek NO_3 konsantrasyonu sulama süresinin başında 50.42 mg L^{-1} ve en düşük

NO_3 konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 2.66 mg L^{-1} ve sulama süresinin ortasında ise 11.06 mg L^{-1} olarak tespit edilmiştir. I_{70} konusunda en yüksek NO_3 konsantrasyonu sulama süresinin başında 54.75 mg L^{-1} ve en düşük NO_3 konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 1.72 mg L^{-1} ve sulama süresinin ortasında ise 1.97 mg L^{-1} olarak tespit edilmiştir. I_{50} konusunda en yüksek NO_3 konsantrasyonu sulama süresinin başında 42.97 mg L^{-1} ve en düşük NO_3 konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 1.08 mg L^{-1} ve sulama süresinin ortasında ise 2.36 mg L^{-1} olarak belirlenmiştir.

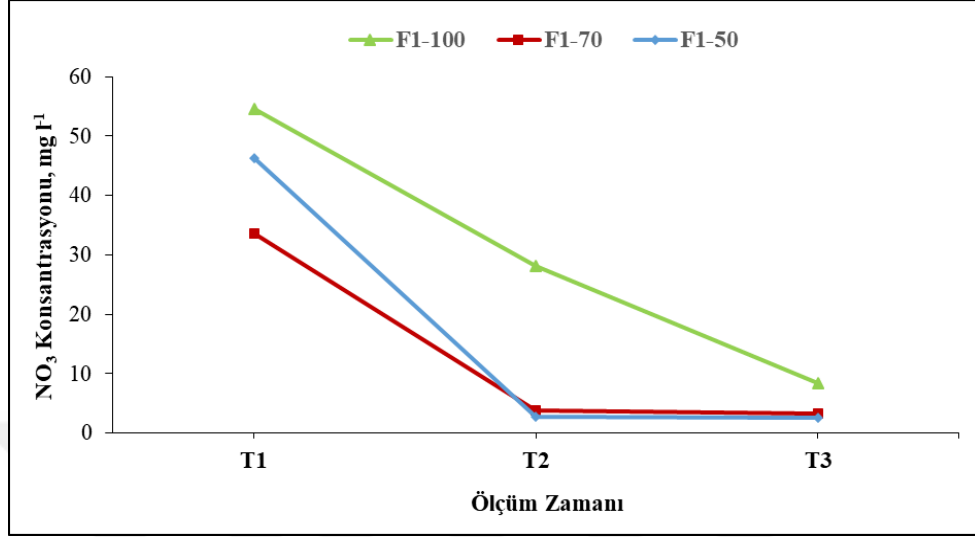
Basınç farkı yöntemi (F3), F1 enjeksiyon pompasına benzer şekilde sulama süresinin sonunda verilen gübrenin tamamının araziye iletilmesini sağlamıştır. I_{100} tam sulama konusunda sulama süresinin uzun olması gübre miktarının sulama suyunda daha uzun süre kalabileceği sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.5. F3 (basınç farkı) ve sulama konularında NO_3 miktarlarının zamansal değişimi, (2014)

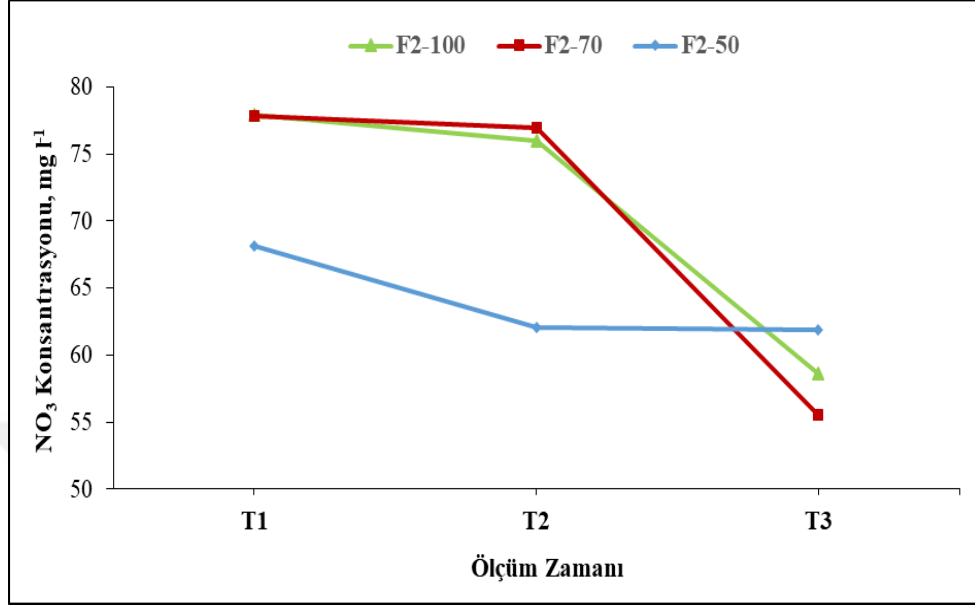
Çalışmanın 2014 yılında her üç fertigasyon konusunda da sulama sürelerinin başlangıcında birbirine yakın miktarda NO_3 değerleri olduğu belirlenmiştir. F1 enjeksiyon pompası yöntemi, F3 yöntemine göre sulama süresinin ortasında araziye daha yüksek konsantrasyonda gübre ilettiği sonucuna varılmıştır. F1 ve F3 yöntemleri araştırmanın birinci yılında gübrenin tamamını bitkiye iletebilmiştir.

Araştırmanın 2015 yılında F1 enjeksiyon pompası yönteminde sulama konularına ilişkin NO_3 konsantrasyonlarının zamansal değişimi Şekil 4.6'da verilmiştir. I_{100} konusunda en yüksek NO_3 konsantrasyonu sulama süresinin başında 54.58 mg L^{-1} ve en düşük NO_3 konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 8.31 mg L^{-1} ve sulama süresinin ortasında ise 28.21 mg L^{-1} olarak tespit edilmiştir. I_{70} konusunda en yüksek NO_3 konsantrasyonu sulama süresinin başında 33.56 mg L^{-1} ve en düşük NO_3 konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 3.26 mg L^{-1} ve sulama süresinin ortasında ise 3.88 mg L^{-1} olarak tespit edilmiştir. I_{50} konusunda en yüksek NO_3 konsantrasyonu sulama süresinin başında 46.22 mg L^{-1} ve en düşük NO_3 konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 2.59 mg L^{-1} ve sulama süresinin ortasında ise 2.78 mg L^{-1} olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci yılında da 2014 yılında olduğu gibi I_{100} konularında sulama sürelerinin I_{70} ve I_{50} 'ye göre daha uzun olması nedeniyle gübre miktarları sulama suyu içerisinde daha uzun süre kaldığı sonucuna varılmıştır. Enjeksiyon pompası yöntemi (F1) sulamalar sırasında verilen gübrenin hemen hemen tamamına yakın miktarını sulama süresinin sonunda tükettiği belirlenmiştir.



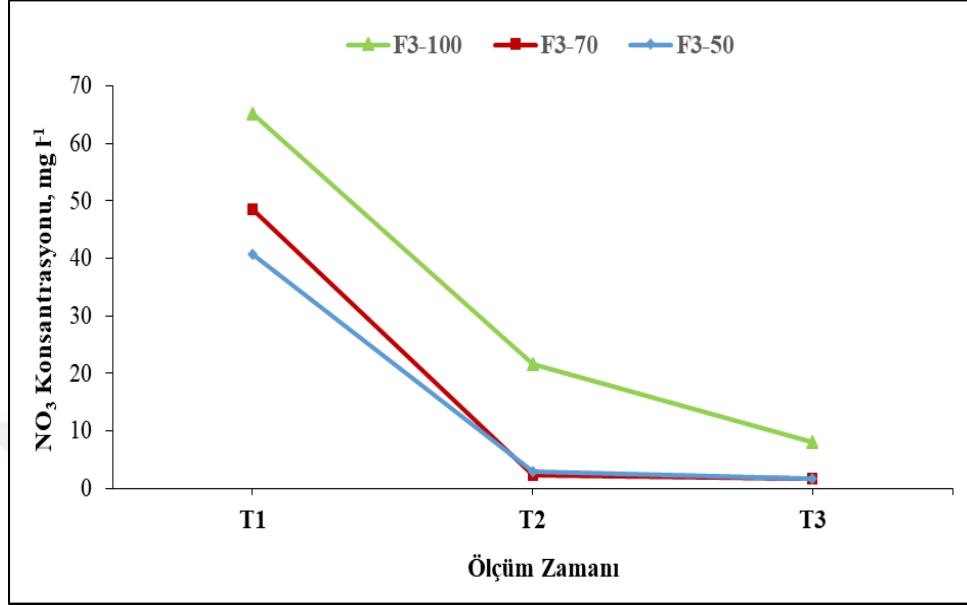
Şekil 4.6. F1 (enjeksiyon pompası) ve sulama konularında NO₃ miktarlarının zamansal değişimi, (2015)

F2 ventüri yönteminde sulama konularına ilişkin NO₃ konsantrasyonlarının zamansal değişimi Şekil 4.7’de verilmiştir. I₁₀₀ konusunda en yüksek NO₃ konsantrasyonu sulama süresinin başında 77.96 mg L⁻¹ ve en düşük NO₃ konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 58.66 mg L⁻¹ ve sulama süresinin ortasında ise 76.01 mg L⁻¹ olarak tespit edilmiştir. I₇₀ konusunda en yüksek NO₃ konsantrasyonu sulama süresinin başında 77.81 mg L⁻¹ ve en düşük NO₃ konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 55.55 mg L⁻¹ ve sulama süresinin ortasında ise 76.97 mg L⁻¹ olarak tespit edilmiştir. I₅₀ konusunda en yüksek NO₃ konsantrasyonu sulama süresinin başında 68.13 mg L⁻¹ ve en düşük NO₃ konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 61.88 mg L⁻¹ ve sulama süresinin ortasında ise 62.03 mg L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Ventüri yöntemi (F2), 2014 yılında belirlendiği gibi sulamalar sırasında verilen gübrelerin tamamını sulama süresinin sonunda bitiremediği sonucuna varılmıştır. Sulamaların ortasında ve sonunda sistem içerisinde halen mevcut NO₃ konsantrasyonları tespit edilmiştir.



Şekil 4.7. F2 (ventüri) ve sulama konularında NO₃ miktarlarının zamansal değişimi, (2015)

F3 basınç farkı yönteminde sulama konularına ilişkin NO₃ konsantrasyonlarının zamansal değişimi Şekil 4.8’de verilmiştir. I₁₀₀ konusunda en yüksek NO₃ konsantrasyonu sulama süresinin başında 65.30 mg L⁻¹ ve en düşük NO₃ konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 7.96 mg L⁻¹ ve sulama süresinin ortasında ise 21.55 mg L⁻¹ olarak tespit edilmiştir. I₇₀ konusunda en yüksek NO₃ konsantrasyonu sulama süresinin başında 48.55 mg L⁻¹ ve en düşük NO₃ konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 1.74 mg L⁻¹ ve sulama süresinin ortasında ise 2.23 mg L⁻¹ olarak tespit edilmiştir. I₅₀ konusunda en yüksek NO₃ konsantrasyonu sulama süresinin başında 40.67 mg L⁻¹ ve en düşük NO₃ konsantrasyonu ise sulama süresinin sonunda 1.58 mg L⁻¹ ve sulama süresinin ortasında ise 2.84 mg L⁻¹ olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.8. F3 (basınç farkı) ve sulama konularında NO₃ miktarlarının zamansal değişimi, (2015)

Basınç farkı (F3) ve enjeksiyon pompası (F1) yöntemlerinde araştırmanın her iki yılında sulama suyu ile birlikte gübreyi bitkiye tamamını iletirken, F2 (ventüri) yöntemi için aynı durum söz konusu olmadığı sonucuna varılmıştır. Genel olarak tüm fertigasyon konularında sulama süresi başlangıcında birbirine yakın miktarda NO₃ konsantrasyonları belirlenmiştir. Toplam olarak NO₃ miktarlarında belirlenen farklılıklar sulama süresince başında, sonunda ve ortasında olacak şekilde sulama suyu örnekleri alınmış ve diğer sürelerde konuların sulamaya devam etmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca, I₁₀₀ konularına ilişkin tüm fertigasyon konularında, I₇₀ ve I₅₀ konularına göre sulama süresince daha yüksek konsantrasyonlarda NO₃ tespit edilmesi (sulama süresi başı ve ortası), I₁₀₀ konusunda sulama süresinin daha uzun olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir.

4.1.3. Sulamaya İlişkin Bulgular

Araştırmanın ilk deneme yılı olan 2014 yılında Marmara F1 domates çeşidi araziye 01.04.2014 tarihinde dikimi yapıldıktan sonra tüm parsellere eşit miktarda 15.0 mm can suyu verilmiştir. Ayrıca 03.04.2014 tarihinde 15.0 mm, 09.04.2014 tarihinde 8.7 mm, 17.04.2014 tarihinde 11.2 mm ve 02.05.2014 tarihinde 33 mm olacak şekilde tekrar can suyu uygulaması yapılmıştır. Konulu sulamalara domates bitkisinde parsellerde yaklaşık %70 çiçeklenme oluşumunun belirlendiği 18.05.2014 tarihinde, 60 cm toprak profilindeki eksik nem tarla kapasitesine getirilerek başlanmış ve 29.06.2014 tarihinde hasattan 10 gün önce son sulama yapılmıştır. Her üç fertigasyon konularında (F1, F2 ve F3) üç farklı sulama düzeyinde (I_{100} , I_{70} ve I_{50}) 2014 deneme yılında 5 eşit sulama ve toplamda 12 konulu sulama uygulamaları yapılmıştır. F1, F2 ve F3 konularında üç farklı sulama düzeylerinde verilen toplam sulama suyu miktarları 397.9 - 240.4 mm arasında değişmiştir. Her üç fertigasyon konularına yapılan sulama uygulamaları tarihleri ve miktarları Çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Araştırmanın 2015 ikinci yılında ise bitkilerin araziye ekimi 02.04.2015 tarihinde yapılmış ve tüm parsellere eşit miktarda 13.0 mm can suyu verilmiştir. Ayrıca, 05.04.2015 tarihinde 13.0 mm, 08.04.2015 tarihinde 15.0 mm, 13.04.2015 tarihinde 10.0 mm ve 05.05.2015 tarihinde 9.0 mm şeklinde tekrar can suyu uygulaması yapılmıştır. Konulu sulamalara, araştırmanın ilk yılında olduğu üzere parsellerde yaklaşık %70 çiçeklenme oluşumunun belirlendiği 19.05.2015 tarihinde, 60 cm toprak profilindeki eksik nem tarla kapasitesine getirilerek başlanmıştır ve 29.06.2015 tarihinde son sulama yapılmıştır. Tüm fertigasyon konularına 2015 deneme yılında 5 eşit sulama ve toplamda 13 konulu sulama uygulamaları yapılmıştır. Farklı fertigasyon uygulamalarında verilen toplam sulama suyu miktarları 409.0 - 234.5 mm arasında değişmiştir. 2015 araştırma yılında yapılan sulamaların tarihleri ve uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Araştırmanın her iki yılında Çizelge 4.3 ve 4.4'de ki verilerde

görüldüğü üzere su kısıntısı uygulanan her fertigasyon konularında daha az sulama suyu miktarları belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Fertigasyon konularında farklı sulama düzelerinde uygulanan sulama suyu miktarları, mm (2014)

Tarih	F ₁			F ₂			F ₃		
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀
1.04.2014	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
3.04.2014	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
9.04.2014	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7
17.04.2014	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
2.05.2014	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
18.05.2014	25.2	17.6	12.6	25.2	17.6	12.6	25.2	17.6	12.6
25.05.2014	38.7	27.0	19.3	38.7	27.0	19.3	38.7	27.0	19.3
1.06.2014	50.0	35.0	25.0	50.0	35.0	25.0	50.0	35.0	25.0
8.06.2014	44.5	31.2	22.2	44.5	31.2	22.2	44.5	31.2	22.2
15.06.2014	46.9	32.8	23.4	46.9	32.8	23.4	46.9	32.8	23.4
22.06.2014	51.0	35.7	25.5	51.0	35.7	25.5	51.0	35.7	25.5
29.06.2014	58.5	40.9	29.2	58.5	40.9	29.2	58.5	40.9	29.2
TOPLAM	397.9	303.4	240.4	397.9	303.4	240.4	397.9	303.4	240.4

Çizelge 4.4. Fertigasyon konularında farklı sulama düzeylerinde uygulanan sulama suyu miktarları, mm (2015)

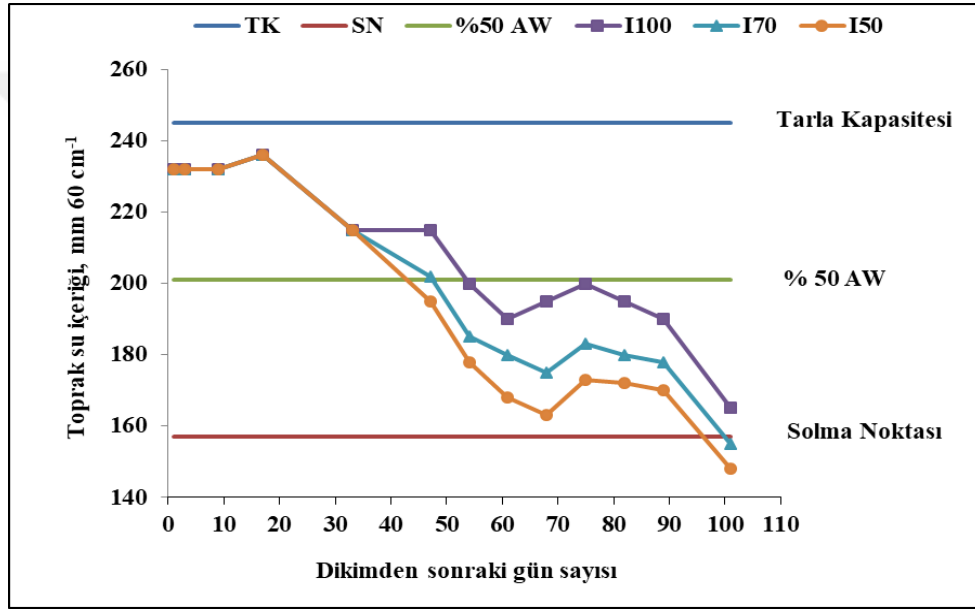
Tarih	F ₁			F ₂			F ₃		
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀
02.04.2015	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
05.04.2015	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
08.04.2015	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
13.04.2015	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
05.05.2015	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
12.05.2015	30.0	21.0	15.0	30.0	21.0	15.0	30.0	21.0	15.0
19.05.2015	35.0	24.5	17.5	35.0	24.5	17.5	35.0	24.5	17.5
26.05.2015	24.0	16.8	12.0	24.0	16.8	12.0	24.0	16.8	12.0
02.06.2015	49.0	34.3	24.5	49.0	34.3	24.5	49.0	34.3	24.5
09.06.2015	54.0	37.8	27.0	54.0	37.8	27.0	54.0	37.8	27.0
16.06.2015	51.0	35.7	25.5	51.0	35.7	25.5	51.0	35.7	25.5
23.06.2015	56.0	39.2	28.0	56.0	39.2	28.0	56.0	39.2	28.0
30.06.2015	50.0	35.0	25.0	50.0	35.0	25.0	50.0	35.0	25.0
TOPLAM	409.0	304.3	234.5	409.0	304.3	234.5	409.0	304.3	234.5

Gürbüz (2001) domates bitkisinde farklı su düzeyleri koşullarında yapmış olduğu çalışmada sulama suyu miktarlarının 154.1 mm ile 453.11 mm arasında değiştiğini, Çebi ve ark. (2018, sera koşullarında domates bitkisi üzerine yaptıkları araştırmada sulama suyu miktarlarının 240 mm ile 429 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Özbahçe ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada tam sulama ana konusunda ve 25 cm damlatıcı aralığı konusunda sulama suyu miktarını 250 – 376 mm olarak belirlemişlerdir. Patane ve ark. (2011) sulama suyu miktarlarını domates bitkisinde tam sulama konusunda araştırmalarının 2001 ve 2002 yıllarında sırası ile 377.6 – 380.8 mm şeklinde ve su kısıntısı konusunda yine sırası ile 211.1 – 197.3 mm olarak bildirmişlerdir. Kırdı ve ark. (2004) yaptıkları araştırmada bahar ekimi domates bitkisinde tam sulama konusunda sulama suyu miktarını 345 mm ve su kısıntısı koşulunda ise 173 mm olarak tespit etmişlerdir. Nangare ve ark. (2016) çalışmalarında tam sulama konusunda sulama suyu miktarını araştırmalarının ikinci yılında 386 mm su kısıntısı koşullarında sırası ile 320 – 254 mm olarak belirlemişlerdir. Topçu ve ark. (2007) araştırmalarında domates bitkisinde tam sulama konusunda sulama suyu miktarını 314 mm ve su kısıntısı koşullarında ise 162 mm olarak tespit etmişlerdir.

4.1.4. Toprak Su İçeriğine İlişkin Bulgular

Yapılan araştırmada toprak suyu gözlemleri 0-60 cm derinlikte sulamalardan hemen önce gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir. Toprak su içeriği gözlemleri fidelerin dikim tarihi (01.04.2014) ile hasat tarihi (29.06.2014) arasında yapılmıştır. Denemenin ilk yılında toprak profilinin 60 cm derinliğinde sulamalardan bir gün önceki toprak su içeriğinin zamana göre değişimi Şekil 4.9’da verilmiştir. Anılan şekil incelendiğinde toprak su içeriğinin 60 cm toprak profilinde mevsim boyunca tarla kapasitesi ile solma noktası arasında olduğu söylenebilir. Tam sulama konusu (I_{100}), 60 cm’lik toprak profilindeki eksik neminin tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulanmıştır. Diğer kısıntılı sulama konularında I_{100} sulama konusuna uygulanacak suyun %70’si (I_{70}) ve %50’si (I_{50}) uygulanmıştır. Şekil 4.9’u

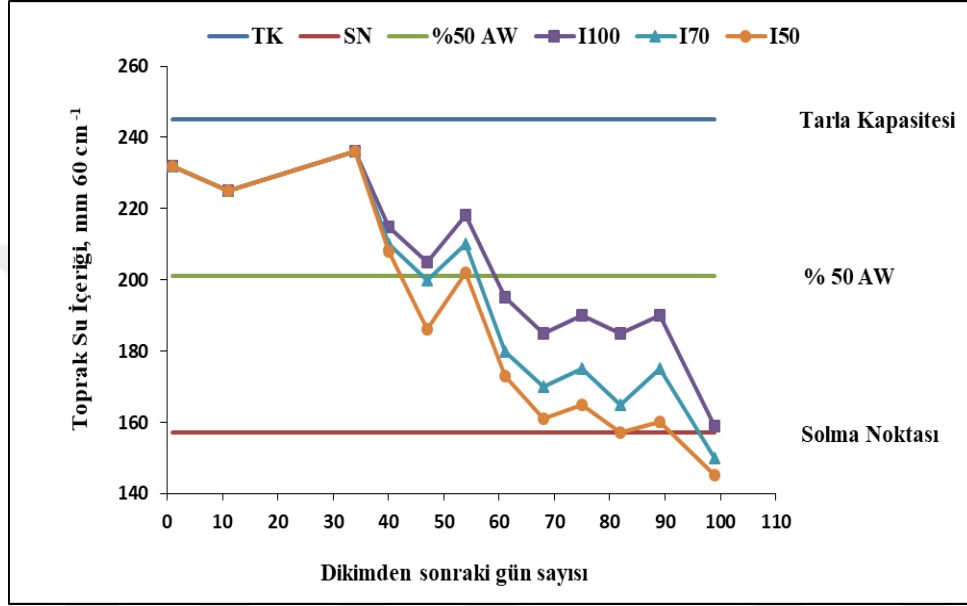
incelediğimizde konulu sulamalara başlanan 18.05.2014 tarihinden itibaren konulara uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak toprak su içeriği değerleri farklılıklar göstermiştir. I_{100} ve I_{70} konuları mevsim boyunca %50 kullanılabilir suyun üzerinde kalırken, I_{50} konusu solma noktası ve %50 elverişli kapasiteye yakın bir seyir izlemiş ancak kullanılabilir nemin %50'sinden aşağıya düşmüştür.



Şekil 4.9. Sulama öncesi toprak su içeriğinin zamana göre değişimi, (2014)

2015 ikinci deneme yılında ise toprak profilinin 60 cm derinliğinde sulamalardan bir gün önceki toprak su içeriğinin zamana göre değişimi Şekil 4.10'da verilmiştir. Anılan şekil incelendiğinde, toprak su içeriğinin 60 cm toprak profilinde mevsim boyunca tarla kapasitesi ile solma noktası arasında olduğu söylenebilir. Can suyu uygulamalarından sonra konulu sulama yapılan tarihlerde I_{100} konusu %50 kullanılabilir nem ve tarla kapasitesi arasında kalmıştır. I_{70} konusu

genellikle %50 kullanılabilir nem düzeyine yakın bir seyir izlemiştir. I_{50} konusu ise solma noktası ve %50 kullanılabilir nem arasında kalmıştır.



Şekil 4.10. Sulama öncesi toprak su içeriğinin zamana göre değişimi, (2015)

4.1.5. Bitki Su Tüketimi (ET) Değerlerine İlişkin Bulgular

4.1.5.1. Mevsimlik Bitki Su Tüketimi (ET)

Araştırmanın her iki yılında bitki su tüketiminin hesaplanmasında su dengesi eşitliği kullanılmıştır (Howell ve ark. 1986). Anılan eşitlikte büyüme sezonu boyunca yağış miktarı ve toprak su içeriği dikkate alınmıştır. Domates bitkisinde denemenin 2014 ve 2015 yıllarında ekimden hasat edildiği dönem boyunca hesaplanmış olan mevsimlik bitki su tüketim değerleri, bitkilerin dikim ve son hasat tarihlerinde belirlenen toprak suyu değerleri sırası ile Çizelge 4.5. ve Çizelge 4.6'da verilmiştir. Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 2014 yılı için F1 – F2 ve F3 konularında su kısıntısı konularına ($I_{100} - I_{70} - I_{50}$) göre sırası ile 578.9 – 438.4 mm, 584.9 – 443.4 mm ve 582.9 – 441.4 mm arasında değişmiş ve büyüme mevsimi

süresince gerçekleşen yağış miktarı 114 mm'dir. 2015 yılı için aynı sıra ile 520.5 – 360.0 mm, 524.5 – 362.0 mm ve 522.5 – 359.0 mm arasında değişirken büyüme mevsimi süresince gerçekleşen yağış miktarı ise 38.5 mm'dir. Araştırmanın her iki deneme yılında da en yüksek mevsimlik bitki su tüketimi değerleri I_{100} tam sulama konusu ve F2 ventüri konularında elde edilmiştir. Genel olarak 2014 ve 2015 yılında sulama suyu miktarı arttıkça mevsimlik bitki su tüketimi değerleri de artış göstermiştir.

Araştırmanın 2014 ilk yılında üretim sezonu boyunca yağışların yüksek olmasından dolayı ET değerleri ikinci yıla göre daha yüksek bulunmuştur. Her iki araştırma yılında da uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça mevsimlik bitki su tüketimi değerleri de artmıştır.

Araştırmanın her iki yılında mevsimlik ET değerlerinin belirlenmesinde başlangıç ve bitiş nemleri, gelişme dönemi boyunca yağış değerleri ve sulama suyu miktarları dikkate alınmıştır. 2014 yılında Haziran ayı toplam yağış değeri 57.2 mm iken bu değer 2015 yılında 1.3 mm olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.5. Fertigasyon konularına ilişkin sulama suyu miktarı yağış, nem ve ET değerleri, 2014

	Sulama Konuları	Sulama Suyu Miktarı, mm	Yağış, mm	Başlangıç Nemi, mm	Bitiş Nemi, mm	ET, mm
F₁	I_{100}	397.9	114	232	165	578.9
	I_{70}	303.4	114	232	155	494.4
	I_{50}	240.4	114	232	148	438.4
F₂	I_{100}	397.9	114	232	159	584.9
	I_{70}	303.4	114	232	150	499.4
	I_{50}	240.4	114	232	143	443.4
F₃	I_{100}	397.9	114	232	161	582.9
	I_{70}	303.4	114	232	152	497.4
	I_{50}	240.4	114	232	145	441.4

Çizelge 4.6. Fertigasyon konularına ilişkin sulama suyu miktarı yağış, nem ve ET değerleri, 2015

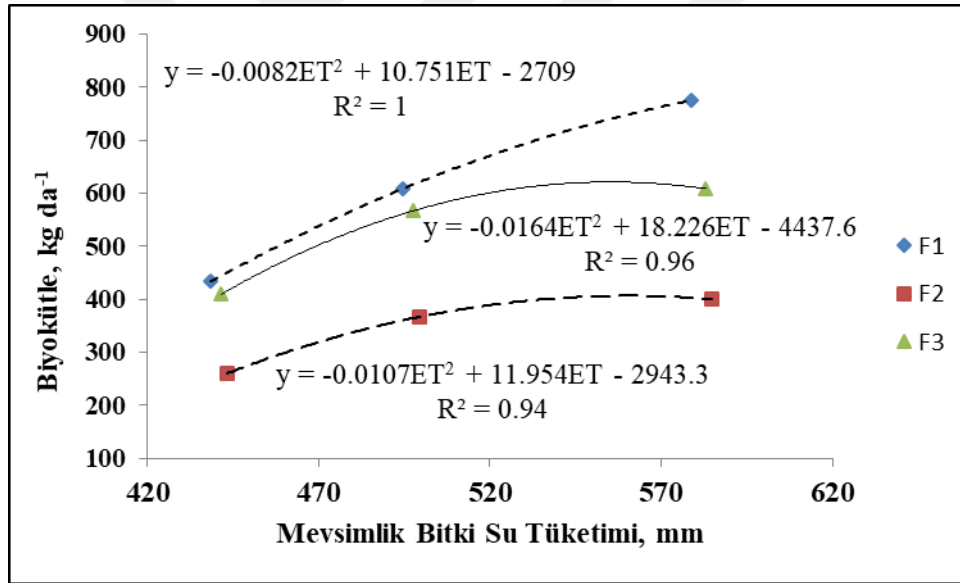
	Sulama Konuları	Sulama Suyu Miktarı, mm	Yağış, mm	Başlangıç Nemi, mm	Bitiş Nemi, mm	ET, mm
F₁	l ₁₀₀	409.0	38.54	232	159	520.5
	l ₇₀	304.3	38.54	232	150	424.8
	l ₅₀	234.5	38.54	232	145	360.0
F₂	l ₁₀₀	409.0	38.54	232	155	524.5
	l ₇₀	304.3	38.54	232	146	428.8
	l ₅₀	234.5	38.54	232	143	362.0
F₃	l ₁₀₀	409.0	38.54	232	157	522.5
	l ₇₀	304.3	38.54	232	148	426.8
	l ₅₀	234.5	38.54	232	146	359.0

Özbahçe ve ark. (2009) farklı damlatıcı genişlikleri ve sulama düzeylerinin domates bitkisi üzerinde ki etkilerini araştırdıkları çalışmada tam sulama konularında bitki su tüketimi değerlerini 520 – 623 mm arasında bulmuşlardır. Patane ve ark. (2011) yaptıkları araştırmada domates bitkisinde mevsimlik bitki su tüketimi değerini tam sulama ve kısıntılı sulama konularında 390 – 400 mm arasında belirlemişlerdir. Kırdı ve ark. (2004) domates bitkisine dair Akdeniz Bölgesi'nde yaptıkları araştırmada tam sulama konusunda en yüksek bitki su tüketimi değerini elde etmiş (375 mm) ve kısmi kök kuruluğu konularında sırası ile 247 – 245 mm olarak belirlemişlerdir. Topçu ve ark. (2007) domates bitkisinde bitki su tüketimi değerlerini tam sulama konusunda 330 mm, kısmi kök kuruluğu konusunda 200 mm ve su kısıntısı konusunda ise 213 mm olduğunu bildirmişlerdir. Zhang ve ark. (2016) yaptıkları araştırmada domates en yüksek mevsimlik bitki su tüketimi değerini araştırmalarının ikinci yılında tam sulama konusunda 323 mm ve su kısıntısı konusunda ise 209 mm olarak tespit etmişlerdir.

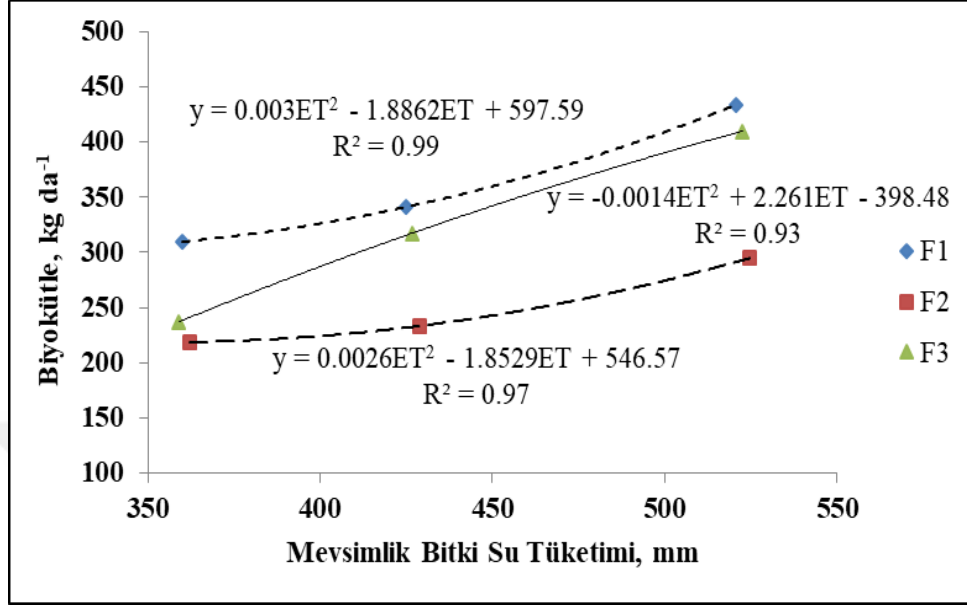
4.1.5.2. Mevsimlik Bitki Su Tüketimi (ET) - Kuru Madde Miktarı (Biyokütle) İlişkisi

Araştırmanın her iki yılında farklı fertigasyon ekipmanları ve sulama düzeylerine ilişkin mevsimlik bitki su tüketimi (ET) ve kuru madde miktarı

(biyokütle) ilişkileri Şekil 4.11. ve Şekil 4.12’de verilmiştir. 2014 birinci deneme yılında F1 (enjeksiyon pompası) konusu için $y = -0.0082ET^2 + 10.751ET - 2709$ ($R^2 = 1$), F2 (ventüri) konusu için $y = -0.0107ET^2 + 11.954ET - 2943.3$ ($R^2 = 0.94$), F3 (basınç farkı) konusu için $y = -0.0164ET^2 + 18.226ET - 4437.6$ ($R^2 = 0.96$) denklemleri elde edilmiştir. Mevsimlik bitki su tüketimi (ET) ile verim arasında ikinci dereceden ilişki elde edilmiştir. 2015 deneme yılında ise F1 konusu için $y = 0.003ET^2 - 1.8862ET + 597.59$ ($R^2 = 0.99$), F2 konusu için $y = 0.0026ET^2 - 1.8529ET + 546.57$ ($R^2 = 0.97$), F3 konusu için $y = -0.0014ET^2 + 2.261ET - 398.48$ ($R^2 = 0.93$) denklemleri elde edilmiştir.



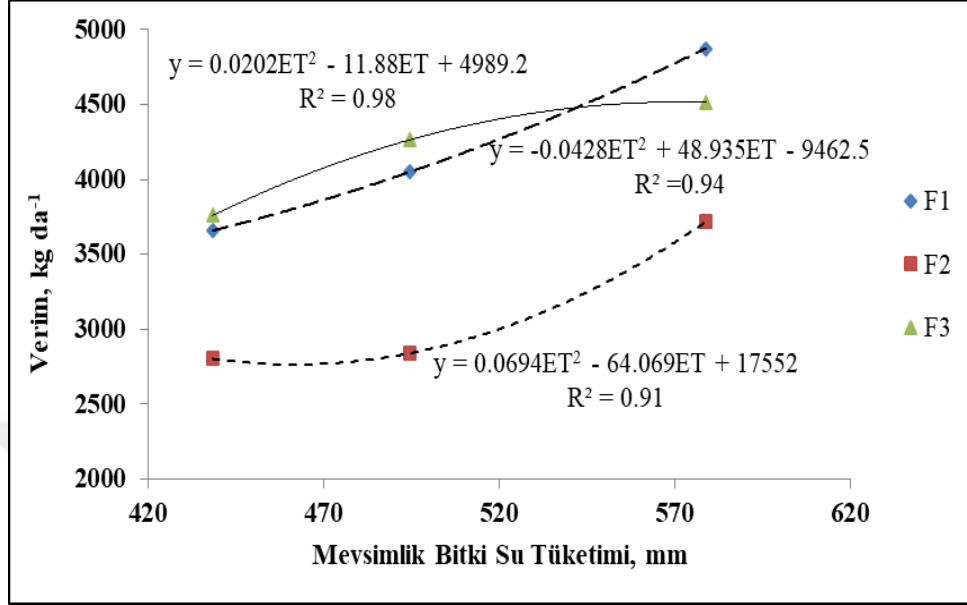
Şekil 4.11. Fertigasyon konularında mevsimlik bitki su tüketimi ile kuru madde miktarı arasındaki ilişki (2014)



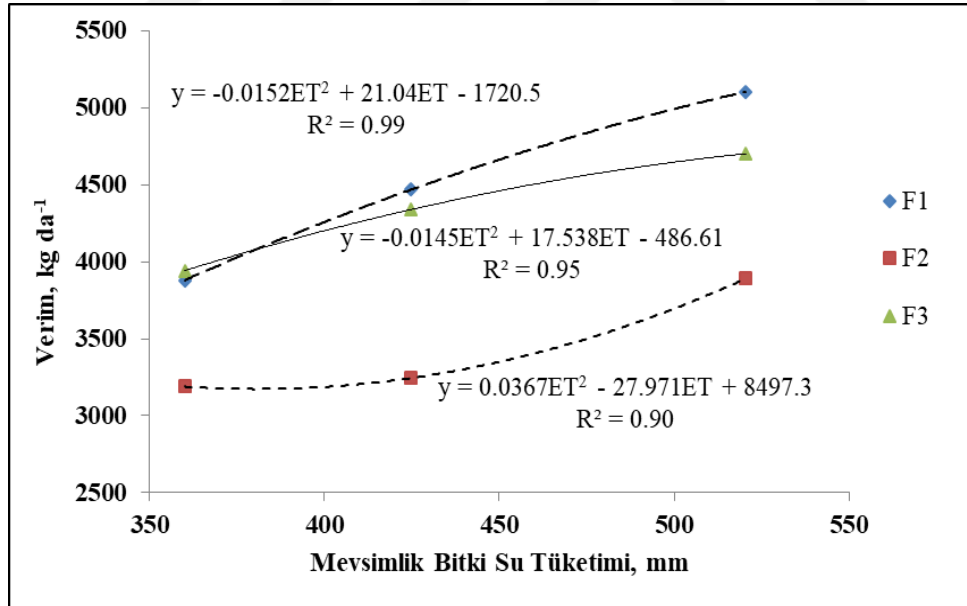
Şekil 4.12. Fertigasyon konularında mevsimlik bitki su tüketimi ile kuru madde miktarı arasındaki ilişki (2015)

4.1.5.3. Mevsimlik Bitki Su Tüketimi (ET) – Verim (Y) İlişkisi

Araştırmanın her iki yılında farklı fertigasyon ekipmanları ve sulama düzeylerine ilişkin mevsimlik bitki su tüketimi (ET) ve verim (Y) ilişkileri Şekil 4.13. ve Şekil 4.14’de verilmiştir. 2014 birinci deneme yılında F1 (enjeksiyon pompası) konusu için $y = 0.0202ET^2 - 11.88ET + 4989.2$ ($R^2 = 0.98$), F2 (ventüri) konusu için $y = 0.0694ET^2 - 64.069ET + 17552$ ($R^2 = 0.91$), F3 (basınç farkı) konusu için $y = -0.0428ET^2 + 48.935ET - 9462.5$ ($R^2 = 0.94$) denklemleri elde edilmiştir. Mevsimlik bitki su tüketimi (ET) ile verim arasında ikinci dereceden ilişki elde edilmiştir. 2015 deneme yılında ise F1 konusu için $y = -0.0152ET^2 + 21.04ET - 1720.5$ ($R^2 = 0.99$), F2 konusu için $y = -0.0367ET^2 - 27971ET + 8497.3$ ($R^2 = 0.90$), F3 konusu için $y = -0.0145ET^2 + 17.538ET - 486.61$ ($R^2 = 0.95$) denklemleri elde edilmiştir.



Şekil 4.13. Fertigasyon konularında mevsimlik bitki su tüketimi ile verim arasındaki ilişki (2014)



Şekil 4.14. Fertigasyon konularında mevsimlik bitki su tüketimi ile verim arasındaki ilişki (2015)

Araştırmanın birinci yılında en yüksek mevsimlik bitki su tüketimi değeri F2 ventüri ve I₁₀₀ tam sulama konusunda 584.9 mm olarak belirlenirken en düşük ET değeri ise F1 enjeksiyon pompası I₅₀ kısıntılı sulama konusundan elde edilmiştir. Enjeksiyon pompası yöntemi araştırmanın ilk yılında sulama konularına göre en yüksek verim değerlerini elde ederken aynı zamanda en düşük ET değerleri belirlenmiştir. Araştırmanın 2015 ikinci yılında ise birinci yıl ile benzer durum söz konusudur. En yüksek ET değeri F2 ventüri ve I₁₀₀ tam sulama konusunda 524.5 mm olarak belirlenirken en düşük ET değeri F3 I₅₀ konusundan elde edilmiştir. 2014 yılında olduğu gibi enjeksiyon pompası (F1) konusunda en yüksek verim değerleri elde edilirken aynı zamanda en düşük ET değerleri belirlenmiştir.

4.1.6. Verim

Domates bitkisi meyveleri hasat olgunluğuna eriştiğinde ağırlıkları tartılarak verim değerleri elde edilmiştir. Her konuya ait parselde 20 m uzunluğundaki sıralardan 10 m olacak şekilde orta sıradan (6 m²) hasat yapılmıştır. Büyüme sezonu süresince araştırmada toplamda 3 hasat yapılmıştır.

Araştırmanın 2014 yılı birinci deneme yılında farklı fertigasyon konuları ve sulama düzeylerine ait toplam ortalama verim değerleri Çizelge 4.7’de, bu verim değerlerine ait varyans analizi Ek Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge 4.7. incelendiğinde domates ortalama toplam verim değerleri 2803 - 4875 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Enjeksiyon pompası olan fertigasyon yönteminde (F1) ortalama toplam verim değerleri 3660 - 4875 kg da⁻¹ arasında, venturi olan fertigasyon yönteminde (F2) 2803 - 3721 kg da⁻¹ ve basınç farkı olan fertigasyon yönteminde (F3) 3760 - 4514 kg da⁻¹ olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Fertigasyon konularının ortalama toplam domates verimleri, kg da⁻¹ (2014)

Fertigasyon Konuları	Sulama Düzeyleri	Domates Verimi kg da ⁻¹
F₁	I ₁₀₀	4875
	I ₇₀	4049
	I ₅₀	3660
F₂	I ₁₀₀	3721
	I ₇₀	2840
	I ₅₀	2803
F₃	I ₁₀₀	4514
	I ₇₀	4263
	I ₅₀	3760

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre fertigasyon yöntemi, sulama konuları ve sulama*fertigasyon konuları etkileşiminin verim üzerine etkileri istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ortalama toplam verimlerin LSD gruplandırması Çizelge 4.8’de verilmiştir. LSD gruplandırması sonucuna göre en yüksek verim enjeksiyon pompası ile fertigasyon yönteminin uygulandığı (F1) I₁₀₀ konusunda 4874 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. En düşük verim ise venturi fertigasyon yönteminin uygulandığı (F2) I₅₀ konusundan 2802 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Basınç farkı yönteminin uygulandığı fertigasyon yönteminde (F3) en yüksek verim I₁₀₀ konusunda 4513 kg da⁻¹ olduğu sonucuna varılmıştır. Domates bitkisinde su kısıntısı uygulandıkça verim azalması olduğu araştırmanın ilk yılında belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Fertigasyon ve sulama konularının verime ilişkin LSD gruplandırması, kg da⁻¹ (2014)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F₁	4874.9 a	4048.6 d	3659.7 e	4194.4 a
F₂	3720.8 e	2840.2 f	2802.7 f	3121.3 b
F₃	4513.8 b	4262.9 c	3759.7 e	4178.8 a
Sulama Konuları Ort.	4369.9 a	3717.3 b	3407.4 c	
İstatistiksel Analiz	F: LSD (0.05)=117.6; P=0.0001** SK: LSD (0.05)=117.4; P=0.0001** F*SK: LSD (0.05)=203.3; P=0.0013**			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Domates bitkisinde tam sulama uygulanan konu (I_{100}) en yüksek verimi alırken (4369 kg da^{-1}) su kısıntısı arttıkça sırası ile I_{70} konusunda 3713 kg da^{-1} ve I_{50} konusunda 3407 kg da^{-1} olmak üzere verimde azalmalar meydana gelmektedir. Araştırmada dikkate alınan fertigasyon yöntemlerinden enjeksiyon pompası yöntemi (F1) 4194 kg da^{-1} ile en yüksek verimi elde ederken bunları sırası ile basınç farkı yöntemi (F3) 4178 kg da^{-1} ve venturi yöntemi (F2) 3121 kg da^{-1} izlemiştir. Her fertigasyon konusu dikkate alındığında su kısıntısı koşullarında artış bitkide verim azalmasına neden olmaktadır. Enjeksiyon pompası ile fertigasyon yöntemi diğer yöntemlere göre verimde artış sağladığı araştırmanın ilk deneme yılında belirlenmiştir.

Araştırmanın ikinci yılında farklı fertigasyon konuları ve sulama düzeylerine ait toplam ortalama verim değerleri Çizelge 4.9'da, bu verim değerlerine ait varyans analizi Ek Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 4.9. incelendiğinde domates ortalama toplam değerleri $3189 - 5106 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değişmiştir. Enjeksiyon pompası olan fertigasyon yönteminde (F1) ortalama toplam verim değerleri $3881 - 5106 \text{ kg da}^{-1}$ arasında, venturi olan fertigasyon yönteminde (F2) $3189 - 3892 \text{ kg da}^{-1}$ ve basınç farkı olan fertigasyon yönteminde (F3) $3943 - 4703 \text{ kg da}^{-1}$ olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Fertigasyon konularının ortalama toplam domates verimleri, kg da^{-1} (2015)

Fertigasyon Konuları	Sulama Düzeyleri	Domates Verimi kg da^{-1}
F₁	I_{100}	5106
	I_{70}	4470
	I_{50}	3881
F₂	I_{100}	3892
	I_{70}	3245
	I_{50}	3189
F₃	I_{100}	4703
	I_{70}	4340
	I_{50}	3943

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre fertigasyon yöntemi ve sulama konuları verim üzerine etkileri istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunurken sulama*fertigasyon etkileşimi önemsiz bulunmuştur. Ortalama toplam verimlerin LSD gruplandırması Çizelge 4.10'da verilmiştir. LSD gruplandırması sonucuna göre en yüksek verim enjeksiyon pompası fertigasyon yönteminin uygulandığı (F1) konusunda 4485 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. En düşük verim ise venturi fertigasyon yönteminin uygulandığı (F2) konusundan 3441 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Basınç farkı yönteminin uygulandığı fertigasyon konusunda (F3) ise verim 4328 kg da⁻¹ olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırmanın 2015 (ikinci yıl) yılında da ilk yılında olduğu gibi su kısıntısı koşullarında domates bitkisinde verimde azalmalar meydana geldiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Fertigasyon ve sulama konularının verime ilişkin LSD gruplandırması, kg da⁻¹ (2015)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	5106.5	4469.5	3880.6	4485.5 a
F ₂	3891.7	3244.5	3188.9	3441.7 b
F ₃	4702.8	4340.3	3942.6	4328.5 a
Sulama Konuları Ort.	4566.9 a	4018.1 b	3670.7 b	
İstatistiksel Analiz	F: LSD (0.05)=481.8; P=0.0075** SK: LSD (0.05)=511.2; P=0.0080** F*SK: öd			

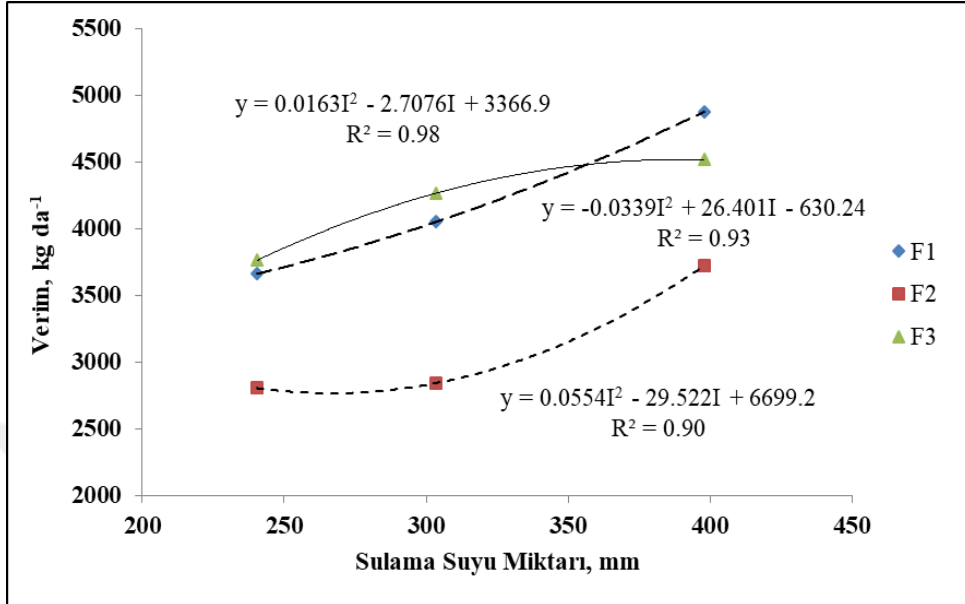
P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Domates bitkisinde tam sulama uygulanan konu (I₁₀₀) en yüksek verimi alırken (4566 kg da⁻¹) su kısıntısı arttıkça sırası ile I₇₀ konusunda 4018 kg da⁻¹ ve I₅₀ konusunda 3670 kg da⁻¹ olmak üzere verimde azalmalar meydana gelmektedir. Her fertigasyon konusu dikkate alındığında su kısıntısı koşullarında artış bitkide verim azalmasına neden olmaktadır. Enjeksiyon pompası ile fertigasyon yöntemi diğer yöntemlere göre verimde artış sağladığı araştırmanın ikinci deneme yılında belirlenmiştir.

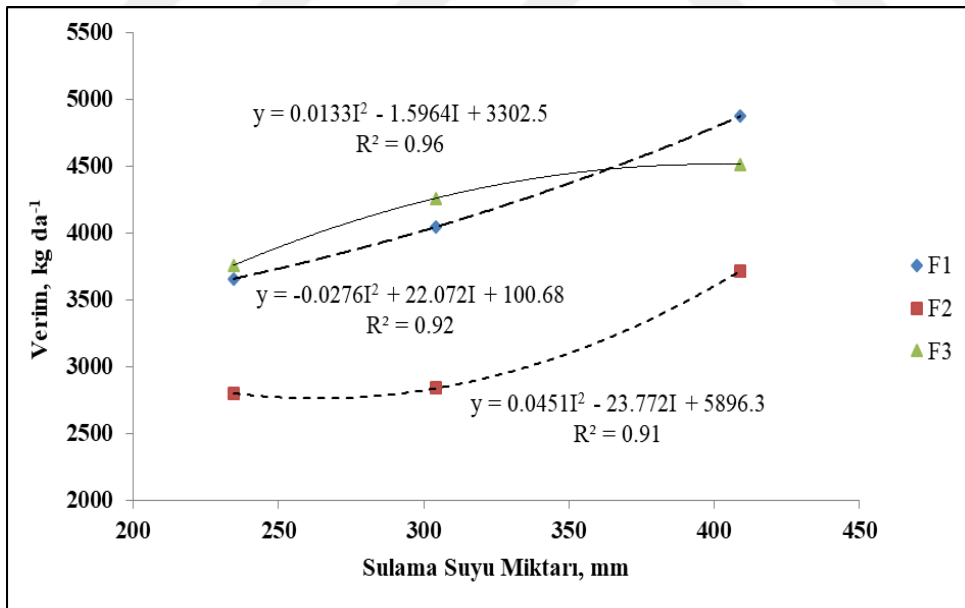
Özbahçe ve ark. (2012) en uygun pan katsayısını belirlemeye yönelik yaptıkları araştırmada, 1 haftalık aralıkta 0 - 60 cm derinlikte toprak suyu değerini tarla kapasitesine getirmiş ve en yüksek domates verimini 7105 kg da⁻¹ olarak I₁ tam sulama konusundan elde etmişlerdir. Kırdı ve ark. (2004) Akdeniz Bölgesi'nde domates bitkisinde kısıntılı sulama uygulamalarını yaptıkları çalışmada tam sulama, kısmi kök kuruluğu ve kısıntılı sulama konularını incelemişlerdir. Araştırmanın her iki yılında da PRD50 konularında tam sulama konusuna göre yaklaşık %17 - 22 verim azaldığını belirlemişlerdir. Topçu ve ark. (2007) Akdeniz Bölgesi sera koşullarında yürüttükleri çalışmada kısıntılı sulama koşullarında domates bitkisinin azot gübrelemesine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucuna göre en yüksek domates verimini 12.630 kg da⁻¹ olarak tam sulama koşullarında bulmuşlardır. Bunları 8.000 kg da⁻¹ PRD konusu ve 6.300 kg da⁻¹ %50 kısıntılı sulama konuları takip etmiştir.

4.1.6.1. Sulama Suyu – Verim (Y) İlişkisi

Araştırmanın her iki yılında farklı fertigasyon ekipmanları ve sulama düzeylerine ilişkin sulama suyu miktarı ve verim (Y) ilişkileri Şekil 4.15. ve Şekil 4.16'de verilmiştir. 2014 birinci deneme yılında F1 (enjeksiyon pompası) konusu için $y = 0.0163I^2 + 2.7076I + 3366.9$ ($R^2 = 0.98$), F2 (ventüri) konusu için $y = 0.0554I^2 - 29.522I + 6699.2$ ($R^2 = 0.90$), F3 (basınç farkı) konusu için $y = -0.0339I^2 + 26.401I - 630.24$ ($R^2 = 0.93$) denklemleri elde edilmiştir. Sulama Suyu miktarı ile verim arasında ikinci dereceden ilişki elde edilmiştir. 2015 deneme yılında ise F1 konusu için $y = -0.0133I^2 - 1.5964I + 3302.5$ ($R^2 = 0.96$), F2 konusu için $y = 0.0451I^2 - 23.772I + 5896.3$ ($R^2 = 0.91$), F3 konusu için $y = -0.0276I^2 + 22.072I + 100.68$ ($R^2 = 0.92$) denklemleri elde edilmiştir.



Şekil 4.15. Fertigasyon konularında sulama suyu miktarı ile verim arasındaki ilişki (2014)



Şekil 4.16. Fertigasyon konularında sulama suyu miktarı ile verim arasındaki ilişki (2015)

4.1.7. Su Kullanma Randımanı (WUE) ve Sulama Suyu Kullanma Randımanı (IWUE)

2014 ve 2015 araştırma yıllarında sulama suyu miktarlarına göre su kullanma randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanma randımanları (IWUE) hesaplanmıştır.

Araştırmanın birinci yılında belirlenen su kullanma randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanma randımanı (IWUE) değerlerine ilişkin LSD gruplandırması Çizelge 4.11. ve Çizelge 4.12’de verilmiştir. Varyans analiz tabloları ise sırası ile Ek Çizelge 3 ve Ek Çizelge 4’de verilmiştir. Araştırmanın ilk yılında WUE fertigasyon, sulama konuları ve sulama*fertigasyon etkileşiminde istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde farklılıklar görülmüştür. 2014 yılında F1 konusunda sulama düzeylerine göre WUE değerleri 8.2 – 8.4 kg m⁻³, F2 konusunda 5.7 – 6.4 kg m⁻³ ve F3 konusunda 7.7 – 8.6 kg m⁻³ arasında değişmiştir. En yüksek WUE değeri F3 (basınç farkı) I₇₀ konusunda 8.6 kg m⁻³ olarak belirlenirken, en düşük WUE değeri ise F2 (ventüri) I₇₀ konusunda 5.7 kg m⁻³ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. Konulara ilişkin WUE değerleri LSD gruplandırması, kg m⁻³ (2014)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	8.4c	8.2e	8.3d	8.3a
F ₂	6.4g	5.7ı	6.3h	6.1c
F ₃	7.7f	8.6a	8.5b	8.7b
Sulama Konuları Ort.	7.5b	7.4c	7.7a	
İstatistiksel Analiz	F: LSD (0.05)=0.01; P=0.005** SK: LSD (0.05)=0.01; P=0.001** F*SK: SK: LSD (0.05)=0.02; P=0.003**			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırmanın 2014 yılında IWUE değerlerinde fertigasyon, sulama konuları ve sulama*fetigasyon etkileşiminde istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde farklılıklar görülmüştür. F1 konusunda IWUE değerleri sulama düzeylerine göre 12.2 – 15.2 kg m⁻³, F2 konusunda 6.1 – 11.7 kg m⁻³ ve F3 konusunda 9.4 – 15.6 kg

m^{-3} arasında değişmiştir. En yüksek IWUE değeri 15.6 kg m^{-3} F3 I₅₀ konusunda belirlenirken en düşük IWUE değeri ise F2 I₁₀₀ konusundan 6.1 kg m^{-3} olarak elde edilmiştir. 2014 deneme yılında F2 (ventüri) yönteminde sırası ile en düşük WUE ve IWUE değerleri 6.1 kg m^{-3} ve 10.1 kg m^{-3} olarak tespit edilmiştir. WUE değerinde F1 enjeksiyon pompası 8.3 kg m^{-3} ve F3 basınç farkı konusu ise 8.7 kg m^{-3} olarak F2 ventüri yönteminden daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. Konulara ilişkin IWUE değerleri LSD gruplandırması, kg m^{-3} (2014)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	12.2e	13.3d	15.2b	13.6b
F ₂	6.1g	9.4h	11.7f	10.1c
F ₃	9.4h	14.1c	15.6a	13.7a
Sulama Konuları Ort.	10.9c	12.2b	14.2a	
İstatistiksel Analiz	F: LSD (0.05)=0.01; P=0.0001** SK: LSD (0.05)=0.007; P=0.0001** F*SK: SK: LSD (0.05)=0.001; P=0.0001**			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırmanın ikinci yılında belirlenen su kullanma randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanma randımanı (IWUE) değerlerine ilişkin LSD gruplandırması Çizelge 4.13. ve Çizelge 4.14’de verilmiştir. Varyans analiz tablosu ise sırası ile Ek Çizelge 5 ve Ek Çizelge 6’da verilmiştir.

Araştırmanın 2015 ikinci deneme yılında WUE değerlerinde fertigasyon, sulama konuları ve sulama*fertigasyon etkileşiminde istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde farklılıklar görülmüştür. 2015 yılında F1 konusunda WUE değerleri sulama düzeylerine göre $9.8 - 10.8 \text{ kg m}^{-3}$, F2 konusunda $7.4 - 8.9 \text{ kg m}^{-3}$ ve F3 konusunda $9.0 - 10.9 \text{ kg m}^{-3}$ arasında değişmiştir. En yüksek WUE değeri F3 (basınç farkı) I₅₀ konusunda 10.9 kg m^{-3} olarak belirlenirken, en düşük WUE değeri ise F2 (ventüri) I₁₀₀ konusunda 7.4 kg m^{-3} olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. Konulara ilişkin WUE değerleri LSD gruplandırması, kg m⁻³ (2015)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	9.8e	10.5c	10.8b	10.4a
F ₂	7.4ı	7.6h	8.9g	7.9c
F ₃	9.0f	10.2d	10.9a	10.1b
Sulama Konuları Ort.	8.7c	9.4b	10.2a	
İstatistiksel Analiz	F: LSD (0.05)=0.008; P=0.01** SK: LSD (0.05)=0.01; P=0.008** F*SK: SK: LSD (0.05)=0.002; P=0.01**			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırmanın 2015 yılında IWUE değerlerinde fertigasyon, sulama konuları ve sulama*fertigasyon etkileşiminde istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde farklılıklar görülmüştür. F1 konusunda IWUE değerleri sulama düzeylerine göre 12.5 – 16.6 kg m⁻³, F2 konusunda 9.5 – 13.6 kg m⁻³ ve F3 konusunda 11.5 – 16.8 kg m⁻³ arasında değişmiştir. En yüksek IWUE değeri 16.8 kg m⁻³ F3 I₅₀ konusunda belirlenirken en düşük IWUE değeri ise F2 I₁₀₀ konusundan 9.5 kg m⁻³ olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.14. Konulara ilişkin IWUE değerleri LSD gruplandırması, kg m⁻³ (2015)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	12.5f	14.7c	16.6b	14.6a
F ₂	9.5ı	10.7h	13.6e	11.3c
F ₃	11.5g	14.3d	16.8a	14.2b
Sulama Konuları Ort.	11.2c	13.2b	15.7a	
İstatistiksel Analiz	F: LSD (0.05)=0.03; P=0.0001** SK: LSD (0.05)=0.02; P=0.0001** F*SK: SK: LSD (0.05)=0.02; P=0.0001**			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırmanın ikinci yılında F2 (ventüri) yönteminde sırası ile en düşük WUE ve IWUE değerleri 7.9 kg m⁻³ ve 11.3 kg m⁻³ olarak tespit edilmiştir. Fertigasyon konuları açısından en yüksek WUE değeri F1 (enjeksiyon pompası) 10.4 kg m⁻³

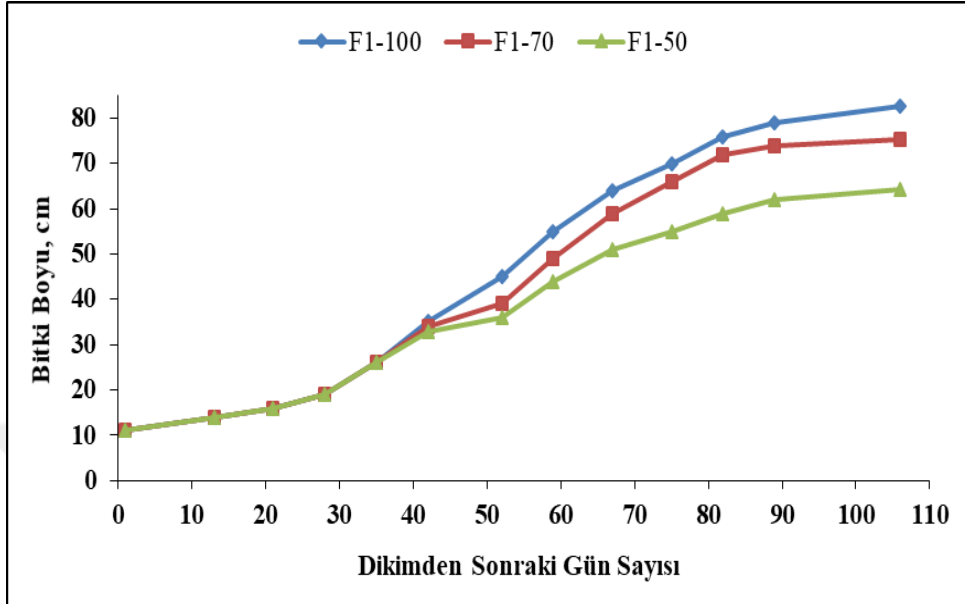
olarak belirlenirken, bunu sırası ile F3 (basınç farkı) konusu 10.1 kg m^{-3} ve F2 (ventüri) konusu 7.9 kg m^{-3} olarak takip etmiştir.

WUE ve IWUE değerlerinde araştırmanın her iki yılında da genel olarak sulama suyu miktarı arttıkça azalmalar olduğu belirlenmiştir. 2014 yılında I_{70} konularında elde edilen WUE değerlerinde ki istisna durumun nedeni anılan konularda verim azalmalarının bitki su tüketimi (ET) değerleri ile olan ilişkisinden kaynaklanmaktadır.

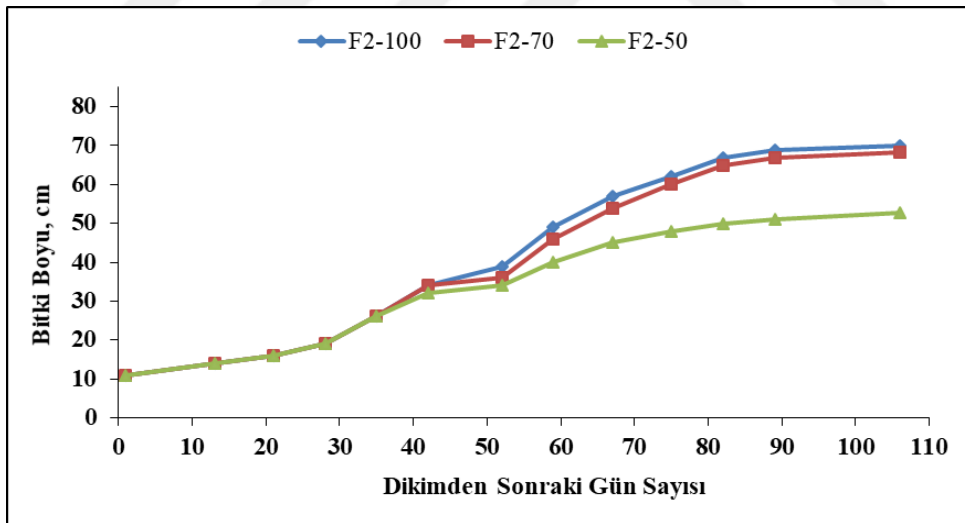
Patane ve ark. (2011) domates bitkisinde WUE değerlerini tam sulama konusunda 12.0 kg m^{-3} ve kısıntılı sulama konusunda 17.9 kg m^{-3} olarak tespit etmişlerdir. Kırdı ve ark. (2004) en yüksek IWUE değerini kısmi kök kuruluğu uyguladıkları su kısıntısı koşullarında elde ederken en düşük IWUE değerini ise tam sulama konusunda belirlemişlerdir. Topçu ve ark. (2007) Akdeniz Bölgesi'nde yaptıkları çalışmada en düşük tam sulama uygulanan konuda belirlediklerini bildirmişlerdir. Zhang ve ark. (2016) en düşük WUE değerlerini %100 ETc tam sulama konusundan elde etmişlerdir.

4.1.8. Bitki Boyu Bulguları

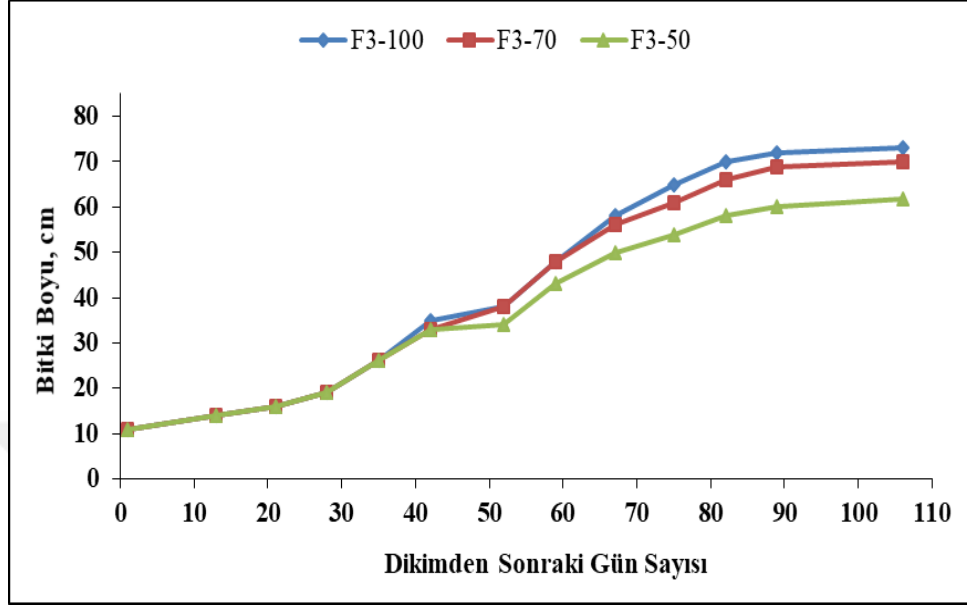
Araştırmanın her iki yılında da her parselde sabit olarak belirlenen bitkilerden olmak koşulu ile bitki boyları her hafta ölçülmüştür. Araştırmanın 2014 ilk yılında enjeksiyon pompası (F1), ventüri (F2) ve basınç farkı (F3) yöntemlerinin sulama düzeylerine dair bitki boylarının zamansal değişimi Şekil 4.17, Şekil 4.18. ve Şekil 4.19'da gösterilmiştir. Şekiller incelendiğinde her 3 fertigasyon konusunda da I_{100} tam sulama konularında bitki boylarının daha yüksek olduğu bunları I_{70} ve I_{50} konularının takip ettiği görülmektedir. Uygulanan sulama suyuna bağlı olarak bitki boyunun da arttığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.17. Enjeksiyon pompası (F1) konusunda bitki boylarının zamansal değişimi, (2014)



Şekil 4.18. Ventüri (F2) konusunda bitki boylarının zamansal değişimi, (2014)



Şekil 4.19. Basınç farkı (F3) konusunda bitki boylarının zamansal değişimi, (2014)

Domates bitkisinde fertigasyon konularında belirlenen bitki boylarının varyans analizi sonuçları Ek Çizelge 7’de verilmiştir. Sulama konularına ilişkin bitki boyu ortalama değerleri 2014 yılı için Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Fertigasyon konularına ilişkin son hasattaki bitki boyları, cm (2014)

Fertigasyon Konuları	Sulama Düzeyleri	Bitki Boyu, (cm)
F₁	<i>l</i> ₁₀₀	82.7
	<i>l</i> ₇₀	75.3
	<i>l</i> ₅₀	64.3
F₂	<i>l</i> ₁₀₀	70.0
	<i>l</i> ₇₀	68.3
	<i>l</i> ₅₀	52.7
F₃	<i>l</i> ₁₀₀	73.0
	<i>l</i> ₇₀	70.0
	<i>l</i> ₅₀	61.7

F1 konusunda son hasattaki ortalama bitki boyu değerleri 64.3 – 82.7 cm, F2 konusunda 52.7 – 70.0, F3 konusunda 61.7 – 73.0 cm arasında değişmiştir. Son

hasatta ki en yüksek bitki boyu değeri F1 fertigasyon yöntemi tam sulama konusunda 82.7 cm olarak belirlenmiştir. En düşük bitki boyu değeri ise F2 yöntemi I₅₀ konusunda 52.7 cm olarak tespit edilmiştir. Her fertigasyon yöntemi konularında uygulanan sulama suyu miktarları azaldıkça bitki boyunda azalmalar olduğu sonucuna varılmıştır.

Ortalama bitki boylarının LSD gruplandırması birinci yıl için Çizelge 4.16'da verilmiştir. Sulama düzeyleri ve fertigasyon konuları varyans analizi sonuçlarında %1 istatistiki önem düzeyinde farklılıklar görülmüştür. Sulama*fertigasyon etkileşimi ise önemsiz olarak belirlenmiştir. Fertigasyon yöntemlerinde en yüksek bitki boyu ortalama değerleri F1 enjeksiyon pompası yönteminde elde edilirken, en düşük bitki boyu ortalama değeri ise F2 ventüri yönteminde 63.7 cm olarak belirlenmiştir. I₁₀₀ sulama konusunda ortalama bitki boyu değeri 75.2 cm iken en düşük ortalama bitki boyu değeri I₅₀ konusunda 59.6 cm olarak tespit edilmiştir.

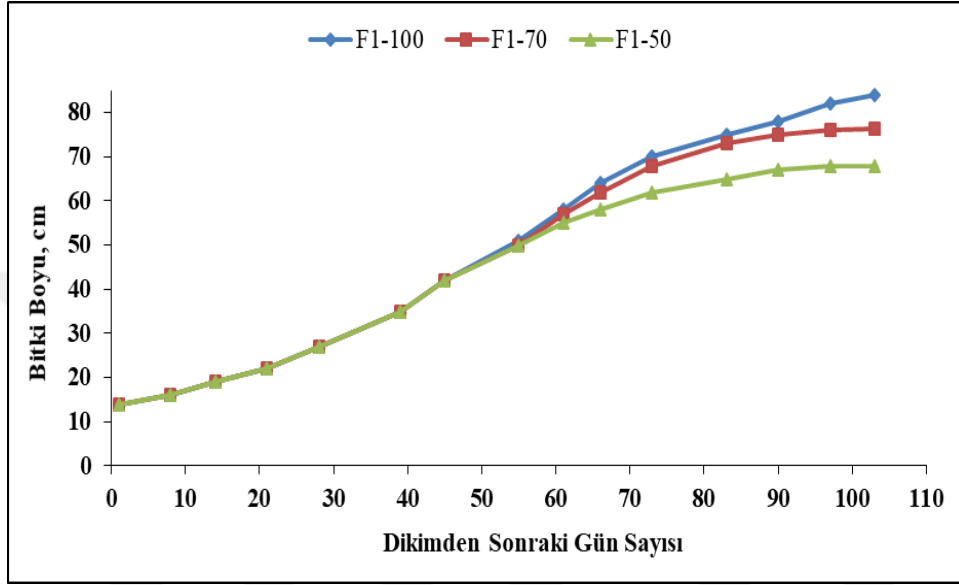
Çizelge 4.16. Fertigasyon ve sulama konuları ortalama bitki boyu LSD gruplandırması, cm (2014)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F1	82.6	75.3	64.3	74.1 a
F2	70.0	68.3	52.7	63.7 c
F3	73.0	70.0	61.7	68.2 b
Sulama Konuları Ort.	75.2 a	71.2 b	59.6 c	
İstatistiksel Analiz	F: LSD (0.05)=3.26; P=0.0023** SK: LSD (0.05)=2.85; P=0.0001** F*SK: öd			

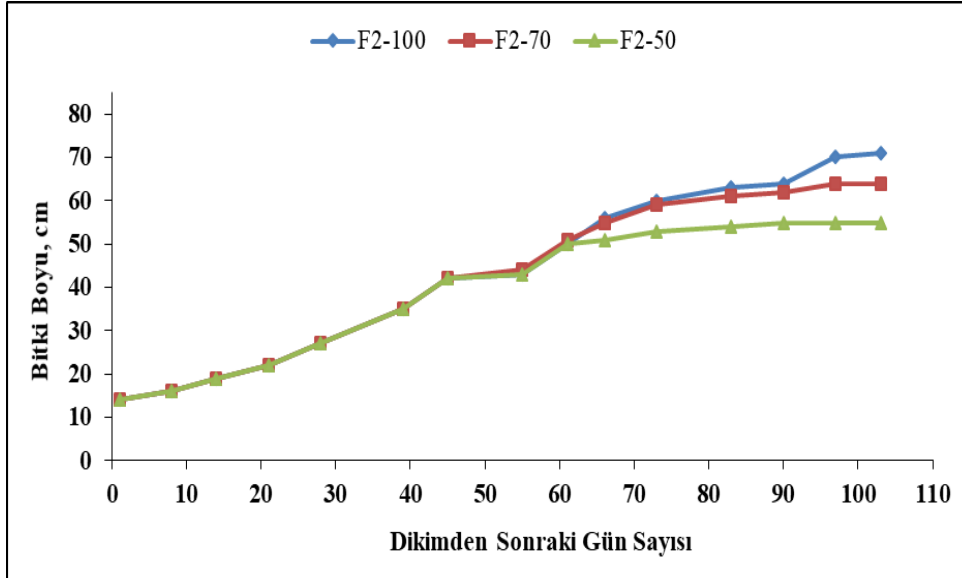
P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırmanın 2015 yılında enjeksiyon pompası (F1), ventüri (F2) ve basınç farkı (F3) yöntemlerinin sulama düzeylerine dair bitki boylarının zamansal değişimi Şekil 4.20, Şekil 4.21 ve Şekil 4.22'de gösterilmiştir. Şekiller incelendiğinde 2014 (birinci deneme) yılında olduğu gibi 3 fertigasyon konusunda da I₁₀₀ tam sulama konularında bitki boylarının daha yüksek olduğu sonucuna

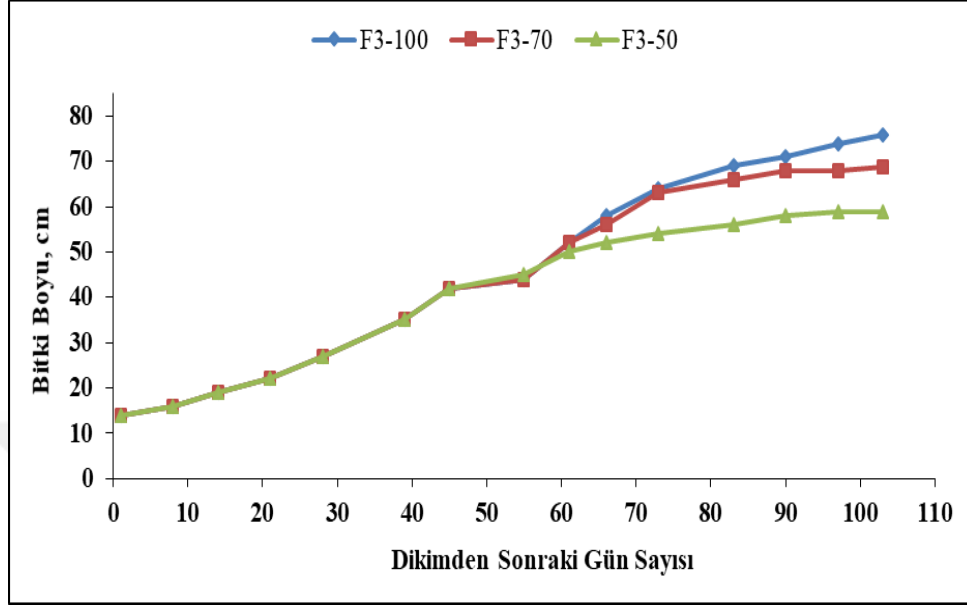
varılmıştır. Tam sulama konusunu sırası ile I70 ve I50 konularının takip ettiği belirlenmiştir.



Şekil 4.20. Enjeksiyon pompası (F1) konusunda bitki boylarının zamansal değişimi, (2015)



Şekil 4.21. Ventüri (F2) konusunda bitki boylarının zamansal değişimi, (2015)



Şekil 4.22. Basınç farkı (F3) konusunda bitki boylarının zamansal değişimi, (2015)

Domates bitkisinde fertigasyon konularında belirlenen bitki boylarının varyans analizi sonuçları Ek Çizelge 8’de verilmiştir. Sulama konularına ilişkin bitki boyu ortalama değerleri ikinci yıl (2015) için Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Fertigasyon konularına ilişkin son hasattaki bitki boyları, cm (2015)

Fertigasyon Konuları	Sulama Düzeyleri	Bitki Boyu, (cm)
F₁	I ₁₀₀	84.0
	I ₇₀	76.3
	I ₅₀	68.0
F₂	I ₁₀₀	71.0
	I ₇₀	64.0
	I ₅₀	55.0
F₃	I ₁₀₀	76.0
	I ₇₀	68.7
	I ₅₀	59.0

2015 deneme yılında son hasattaki ortalama bitki boyu değerleri sırası ile F1 konusunda 68.0 – 84.0 cm, F2 konusunda 55.0 – 71.0, F3 konusunda 59.0 – 76.0

cm arasında değişmiştir. Son hasatta ki en yüksek bitki boyu değeri F1 fertigasyon yöntemi tam sulama konusunda 84.0 cm olarak belirlenmiştir. En düşük bitki boyu değeri ise F2 ventüri yöntemi I₅₀ konusunda 55.0 cm olarak tespit edilmiştir. Her fertigasyon yöntemi konularında uygulanan sulama suyu miktarları azaldıkça bitki boyunda azalmalar olduğu sonucuna araştırmanın 2015 yılında da varılmıştır.

Ortalama bitki boylarının LSD gruplandırması ikinci yıl (2015) için Çizelge 4.18’de verilmiştir. Sulama düzeyleri ve fertigasyon konuları varyans analizi sonuçlarında %1 istatistiki önem düzeyinde farklılıklar görülmüştür. Sulama*fertigasyon etkileşimi ise önemsiz olarak belirlenmiştir. Araştırmanın ikinci yılında da Fertigasyon yöntemlerinde en yüksek bitki boyu ortalama değerleri F1 enjeksiyon pompası yönteminde elde edilirken, en düşük bitki boyu ortalama değeri ise F2 ventüri yönteminde 76.1 cm olarak belirlenmiştir. I₁₀₀ sulama konusunda ortalama bitki boyu değeri 77.0 cm iken en düşük ortalama bitki boyu değeri I₅₀ konusunda 60.7 cm olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18. Fertigasyon ve sulama konuları ortalama bitki boyu LSD gruplandırması, cm (2015)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	84.0	76.3	68.0	76.1 a
F ₂	71.0	64.0	55.0	63.3 c
F ₃	76.0	68.7	59.0	67.9 b
Sulama Konuları Ort.	77.0 a	69.7 b	60.7 c	
İstatistiksel Analiz	F: LSD (0.05)=2.49; P=0.0004** SK: LSD (0.05)=1.74; P=0.0001** F*SK: öd			

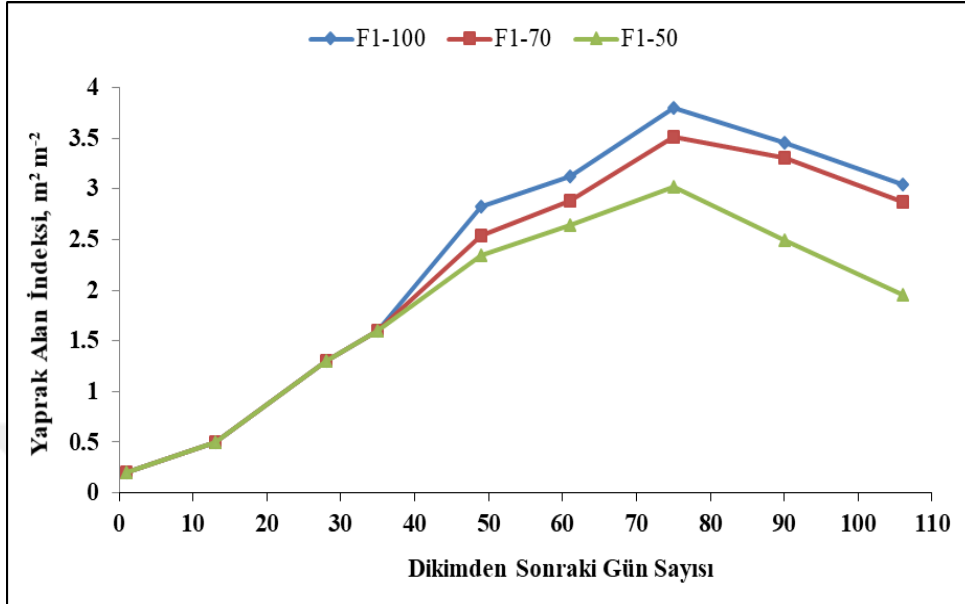
P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Nangare ve ark. (2016), 1.0xET_c, 0.8xET_c ve 0.6xET_c şekilde inceledikleri domates bitkisinde kısıntılı sulama uyguladıkları çalışmada, sezon başlangıcında en yüksek bitki boyunu 0.8xET_c konusunda elde etmiş, en yüksek bitki boyunu ise tam sulama yapılan 1.0xET_c konusunda belirlemişlerdir. En düşük bitki boyu değerini ise 0.6xET_c yani RDI_{0.6} konusunda 83 cm olarak tespit etmişlerdir.

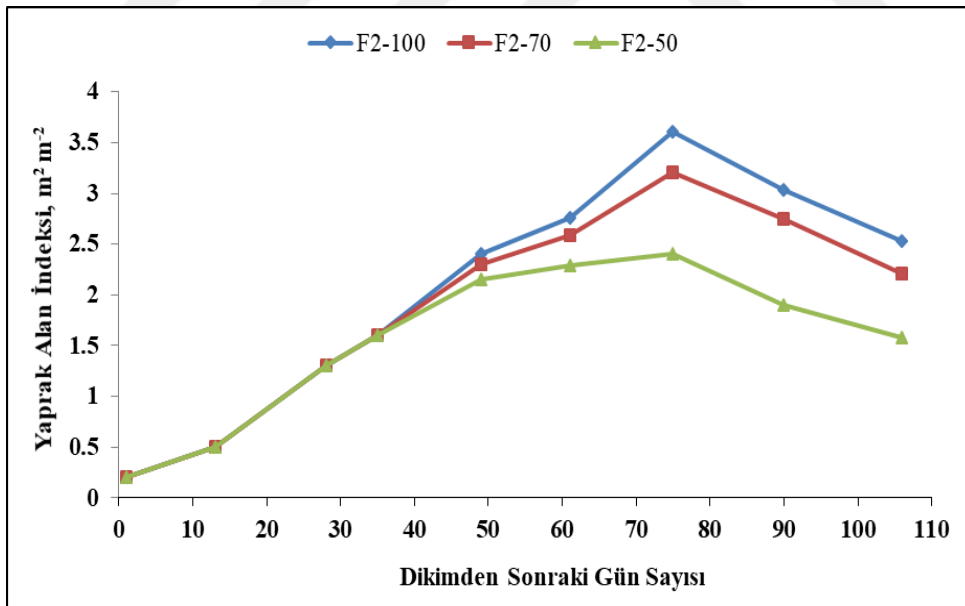
Shedeed ve ark. (2009) yapıkları araştırmada, domates bitkisinde karık ve damla sulama ile farklı fertigasyon konularını incelemişlerdir. Bahsi geçen araştırmada normal şartlarda damla sulama ile gübreleme, $\frac{1}{2}$ toprağa – $\frac{1}{2}$ fertigasyon, $\frac{1}{2}$ toprağa – $\frac{3}{4}$ fertigasyon ile gübreleme ve NPK gübrelerinin damla sulama ile sıvı halde gübrelerin bitkiye verilmesi konuları ele alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek bitki boyu değerlerini yukarıda verilen sıra ile 62.7, 64.8, 66.5 ve 69.3 cm olarak elde etmişlerdir. Sibomana ve ark. (2013) domates bitkisinde yaptıkları saksı denemesinde, saksıda ki su seviyelerine göre bitki boylarını incelemişler. %100 – 80 – 60 ve 40 su seviyesi koşullarında bitki boylarını sırası ile 83.8 – 84.7 – 80.6 ve 65.1 olacak şekilde belirlemişlerdir.

4.1.9. Yaprak Alan İndeksi Bulguları

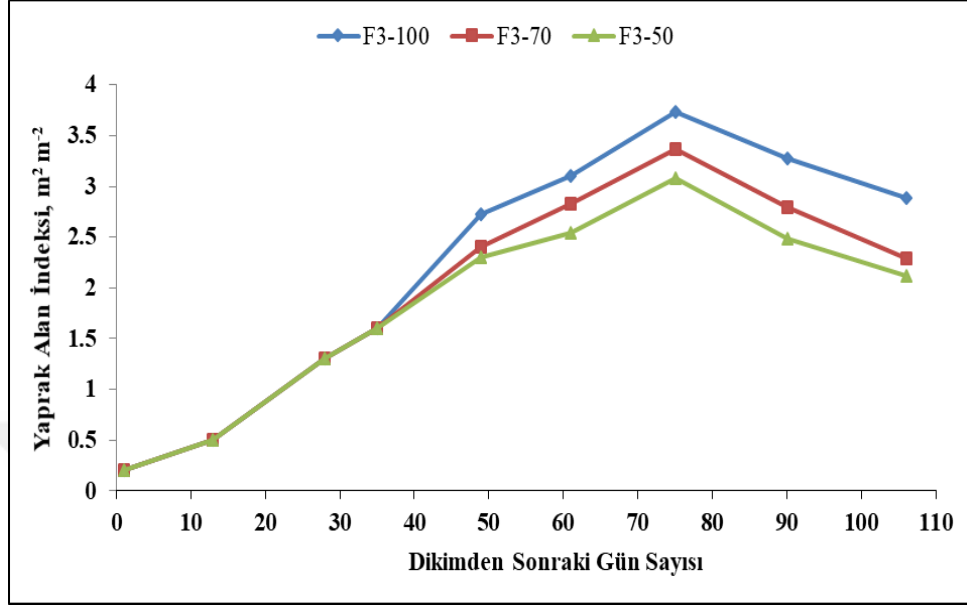
Yaprak alan indeksi ($m^2 m^{-2}$) araştırmanın her iki yılında LICOR – LAI 2000 cihazı ile her iki haftada bir ölçülmüştür. 2014 birinci deneme yılına ait yaprak alan indeksi değerlerinin enjeksiyon pompası (F1), ventüri (F2) ve basınç farkı (F3) yöntemlerinin sulama düzeylerine dair zamansal değişimleri Şekil 4.23., Şekil 4.24 ve Şekil 4.25’de verilmiştir. Anılan şekiller incelendiğinde F1 (enjeksiyon pompası) yönteminde, F2 ve F3 konularına göre daha yüksek yaprak alan indeksi değerleri belirlenmiştir. Her üç fertigasyon yönteminde de uygulanan sulama suyu miktarları arttıkça daha yüksek yaprak alan indeksi değerleri elde edilmiştir. Yaprak alan indeksi değerleri her fertigasyon konularında hasat tarihlerine yaklaştıkça belirli azalmalar olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.23. Enjeksiyon pompası (F1) konusunda yaprak alan indeksi değerlerinin zamansal değişimi, (2014)

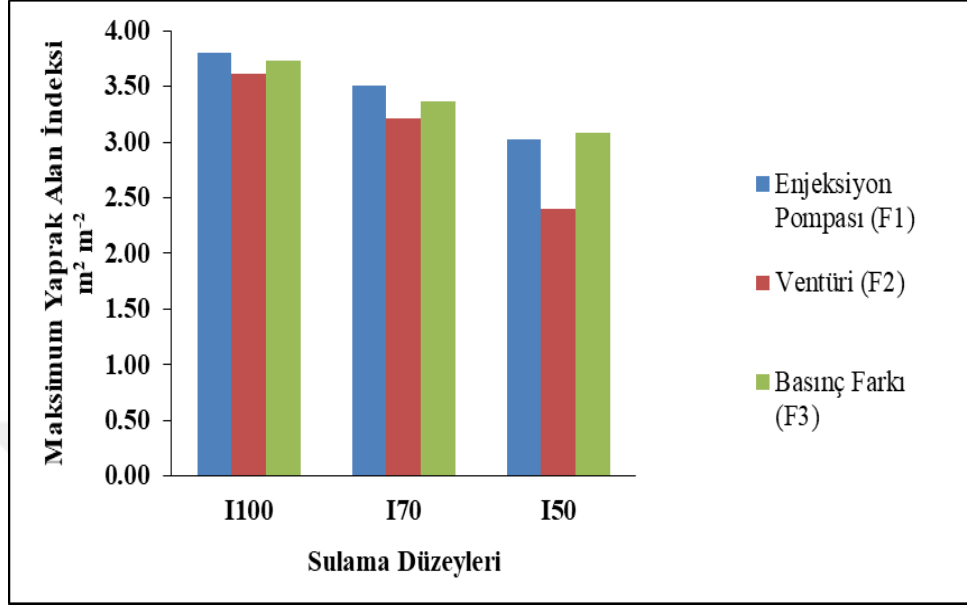


Şekil 4.24. Ventüri (F2) konusunda yaprak alan indeksi değerlerinin zamansal değişimi, (2014)



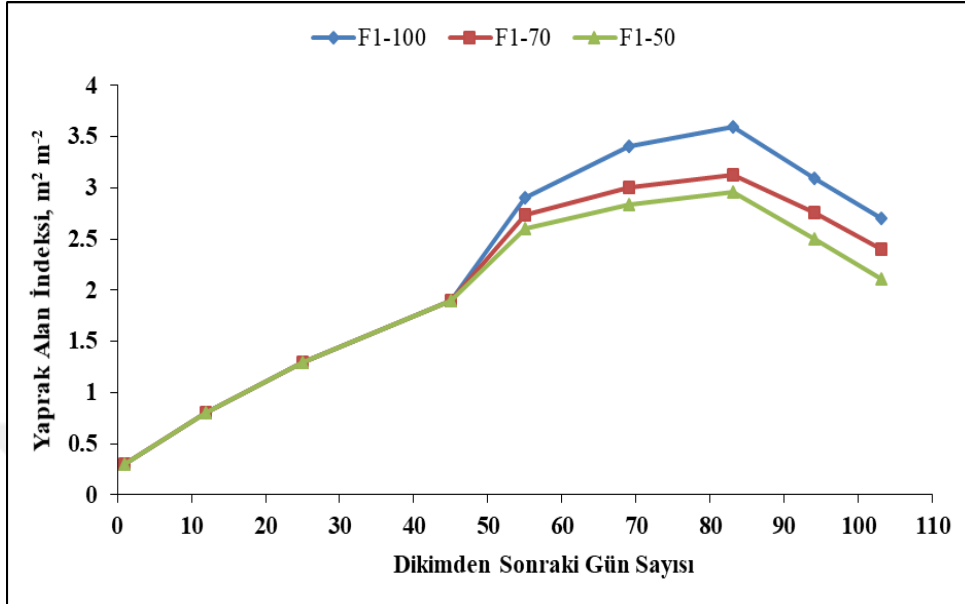
Şekil 4.25. Basınç farkı (F3) konusunda yaprak alan indeksi değerlerinin zamansal değişimi, (2014)

Araştırmanın 2014 (birinci deneme) yılında, fertigasyon konularına göre sulama düzeylerinde elde edilen maksimum yaprak alan indeksi değerleri Şekil 4.26’da verilmiştir. F1 enjeksiyon pompası fertigasyon konusunda maksimum yaprak alan indeksi değerleri $3.02 - 3.80 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, F2 ventüri fertigasyon konusunda $2.40 - 3.61 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ ve F3 basınç farkı fertigasyon konusunda ise $3.08 - 3.73 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ arasında değişmiştir. Her fertigasyon konularında I_{100} sulama düzeylerinde I_{70} ve I_{50} sulama düzeylerine göre daha yüksek maksimum yaprak alan indeksi değerleri tespit edilmiştir. En yüksek maksimum yaprak alan indeksi değerlerine sırası ile F1, F3 ve F2 konularında ulaşılmıştır. Denemenin birinci yılında bahsi geçen maksimum yaprak alan indeksi değerlerine dikimden 75 gün sonra 10.06.2014 tarihinde ulaşılmıştır.

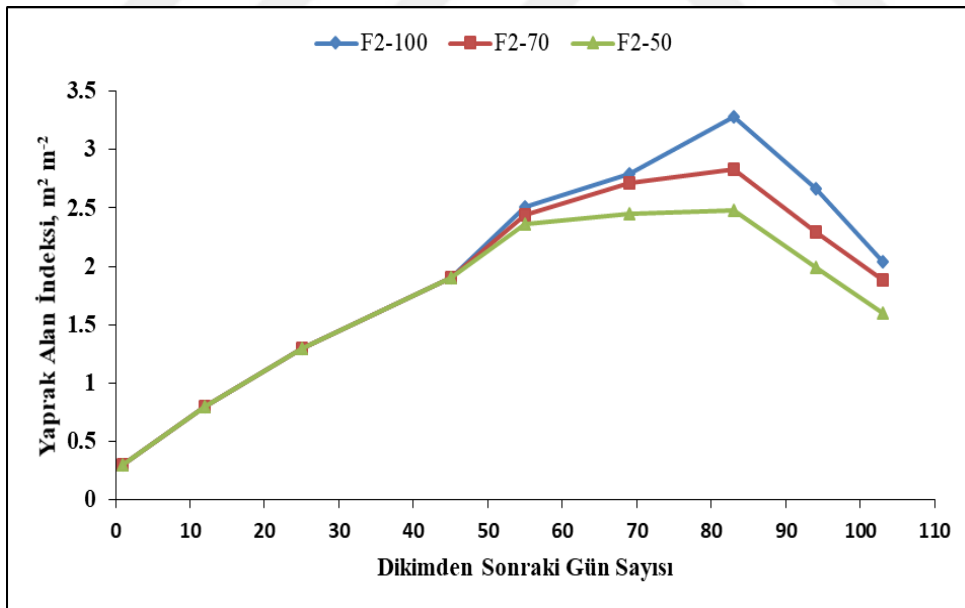


Şekil 4.26. Konulara ait maksimum yaprak alan indeksi değerleri, (2014)

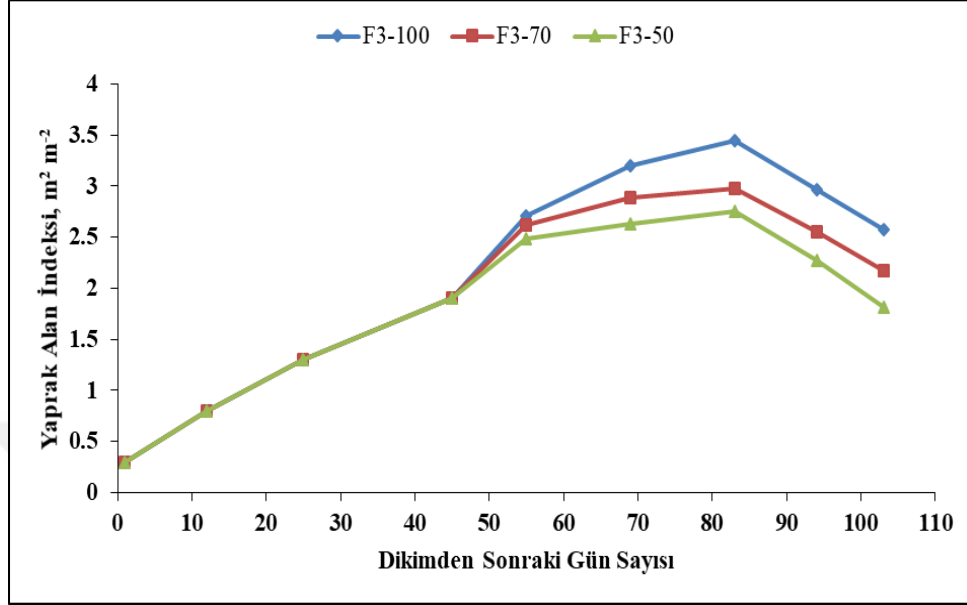
Araştırmanın 2015 (ikinci deneme) yılına ait yaprak alan indeksi değerlerinin enjeksiyon pompası (F1), ventüri (F2) ve basınç farkı (F3) yöntemlerinin sulama düzeylerine dair zamansal değişimleri Şekil 4.27, Şekil 4.28 ve Şekil 4.29’da verilmiştir. Bahsi geçen şekiller incelendiğinde F1 (enjeksiyon pompası) yönteminde, F2 ve F3 konularına göre daha yüksek yaprak alan indeksi değerleri belirlenmiştir. I₁₀₀ sulama konularında I₇₀ ve I₅₀ sulama konularına göre daha yüksek yaprak alan indeksi değerleri elde edilmiştir. Yaprak alan indeksi değerleri her fertigasyon konularında hasat tarihlerine yaklaştıkça belirli azalmalar olduğu araştırmanın her iki yılında da belirlenmiştir.



Şekil 4.27. Enjeksiyon pompası (F1) konusunda yaprak alan indeksi değerlerinin zamansal değişimi, (2015)

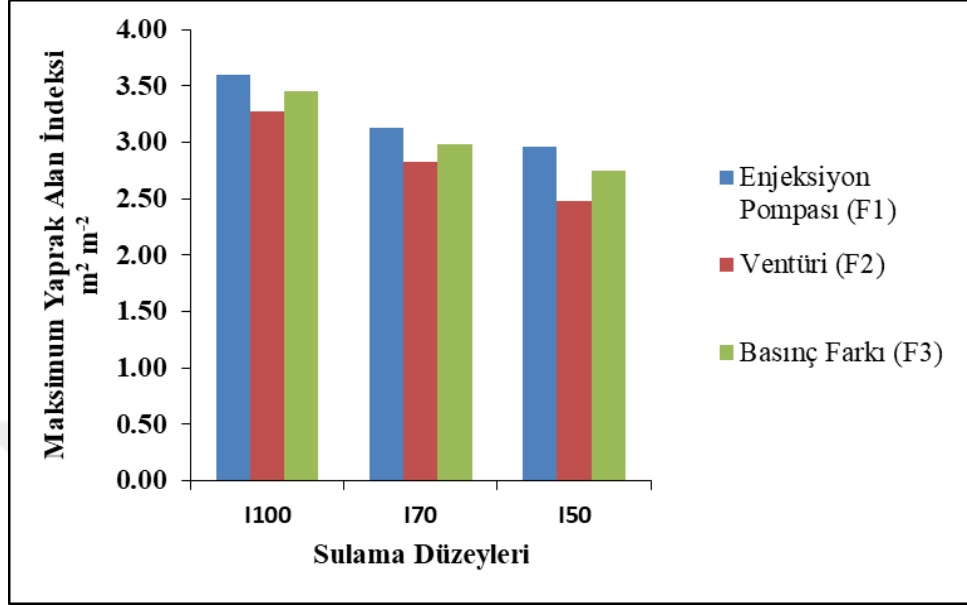


Şekil 4.28. Ventüri (F2) konusunda yaprak alan indeksi değerlerinin zamansal değişimi, (2015)



Şekil 4.29. Basınç farkı (F3) konusunda yaprak alan indeksi değerlerinin zamansal değişimi, (2015)

Araştırmanın 2015 (ikinci deneme) yılında, fertigasyon konularına göre sulama düzeylerinde elde edilen maksimum yaprak alan indeksi değerleri Şekil 4.30'da verilmiştir. F1 enjeksiyon pompası fertigasyon konusunda maksimum yaprak alan indeksi değerleri $2.96 - 3.60 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, F2 ventüri fertigasyon konusunda $2.48 - 3.28 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ ve F3 basınç farkı fertigasyon konusunda ise $2.75 - 3.45 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ arasında değişmiştir. Her fertigasyon konularında I_{100} sulama düzeylerinde I_{70} ve I_{50} sulama düzeylerine göre daha yüksek maksimum yaprak alan indeksi değerleri tespit edilmiştir. En yüksek maksimum yaprak alan indeksi değerlerine sırası ile F1, F3 ve F2 konularında ulaşılmıştır. Denemenin birinci yılında bahsi geçen maksimum yaprak alan indeksi değerlerine dikimden 83 gün sonra 19.06.2015 tarihinde ulaşılmıştır.

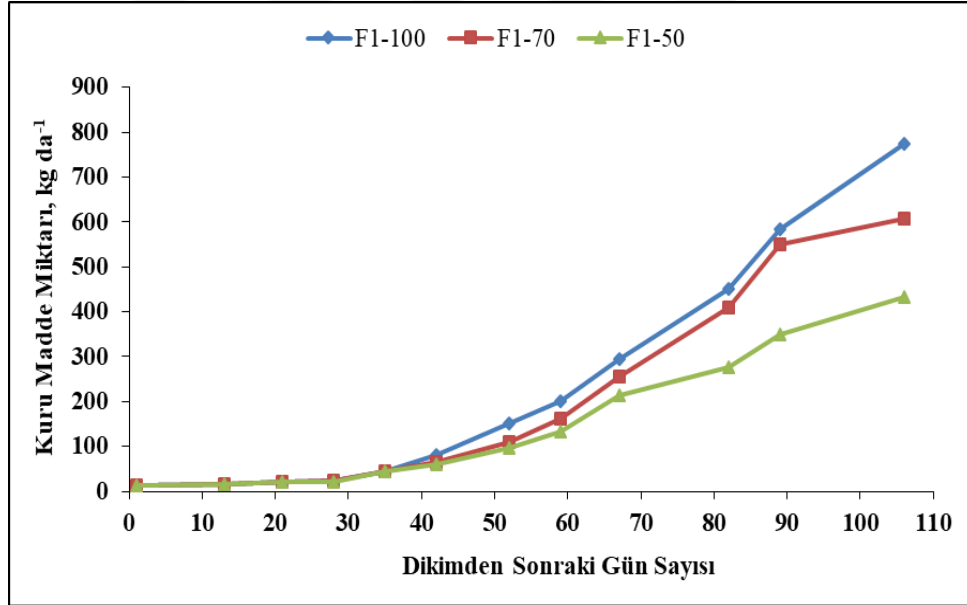


Şekil 4.30. Konulara ait maksimum yaprak alan indeksi değerleri, (2015)

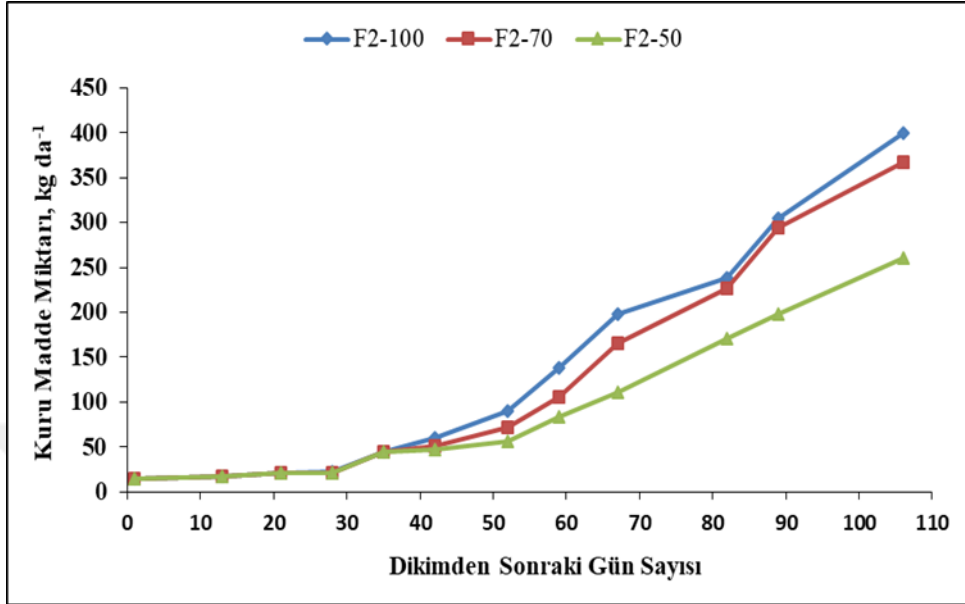
Shedeed ve ark. (2009) yaptıkları araştırmada, farklı fertigasyon teknikleri uygulamış ve değerini %100 fertigasyon tekniği uyguladıkları konuda en yüksek yaprak alan indeksi değerini $3.65 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$ olarak belirlemişlerdir. Kırdı ve ark. (2004) Çukurova Bölgesi'nde yaptıkları araştırmadan kısıntılı sulama uygulamaları koşullarında yaprak alan indeksi değerlerinin azaldığı sonucuna varmışlardır. Nangare ve ark. (2006) domates bitkisinde yaptıkları araştırmada maksimum yaprak alan indeksi değerini $3.68 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$ bulmuş ve sulama suyunda kısıntı olması durumunda daha düşük değerler elde ettiklerini bildirmişlerdir. Topçu ve ark. (2007) Akdeniz Bölgesi'nde yaptıkları araştırmada tam sulama, kısıntılı sulama ve kısmi kök kuruluğu sulama düzeylerinde en yüksek yaprak alan indeksi değerini tam sulama konusunda elde etmişlerdir.

4.1.10. Kuru Madde Miktarı (Biyokütle) Bulguları

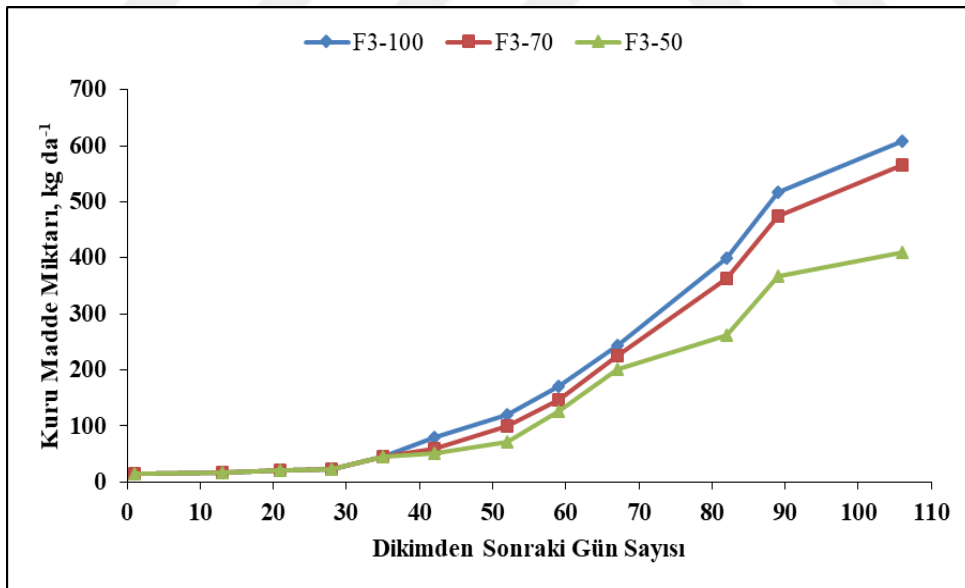
Çalışmanın 2014 ilk deneme yılında 10-15 gün aralıklarla bitki kuru madde miktarları belirlenmiştir. F1, F2 ve F3 fertigasyon konularında sulama düzeylerine göre elde edilen kuru madde miktarlarının zamansal dağılımı Şekil 4.31, 4.32 ve 4.33’de verilmiştir. Enjeksiyon pompası (F1), ventüri (F2) ve basınç farkı (F3) konularında I_{100} (tam sulama) konularında daha yüksek kuru madde miktarları araştırmanın ilk yılında elde edilmiştir. En düşük kuru madde miktarları ise I_{50} konusundan elde edilmiştir. Her üç fertigasyon konusunda da sulama suyu miktarları arttıkça kuru madde miktarlarının da artmakta olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.31. Enjeksiyon pompası (F1) konusunda kuru madde miktarlarının zamansal değişimi, (2014)



Şekil 4.32. Ventüri (F2) konusunda kuru madde miktarlarının zamansal değişimi, (2014)



Şekil 4.33. Basınç farkı (F3) konusunda kuru madde miktarlarının zamansal değişimi, (2014)

Domates bitkisinde fertigasyon konularında belirlenen son hasatta ki kuru madde miktarlarına ait varyans analizi Ek Çizelge 9'da verilmiştir. Ortalama kuru madde miktarlarının LSD gruplandırması birinci yıl (2014) için Çizelge 4.19'da verilmiştir. Sulama düzeyleri, fertigasyon konuları ve sulama*fertigasyon etkileşiminde varyans analizi sonucuna göre %1 istatistiki önem düzeyinde farklılıklar görülmüştür.

Çizelge 4.19. Fertigasyon ve sulama konularının kuru madde miktarına ilişkin LSD gruplandırması, kg da⁻¹ (2014)

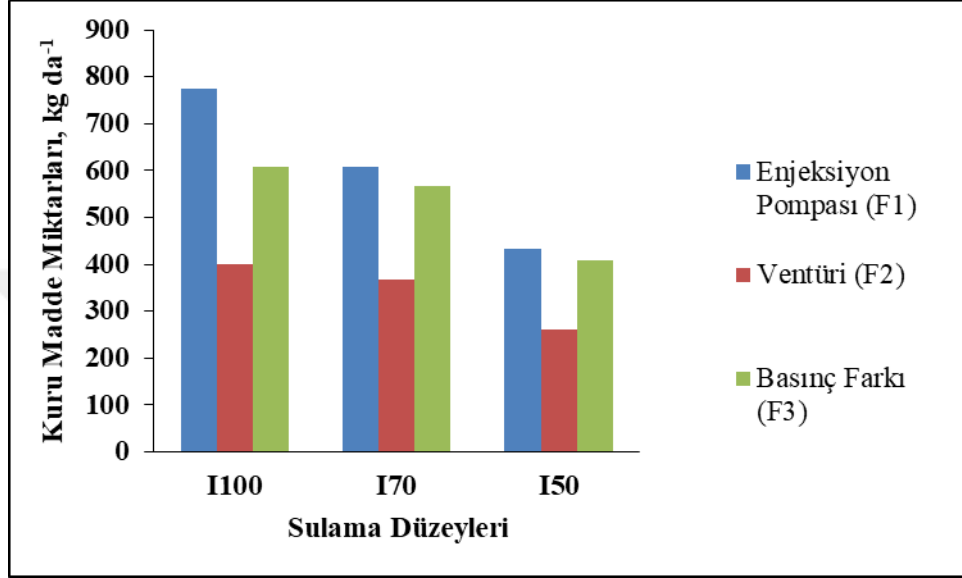
Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	775.0 a	608.0 b	433.0 d	605.3 a
F ₂	400.0 e	366.6 f	260.3 g	342.3 c
F ₃	608.3 b	566.3 c	433.0 d	535.8 b
Sulama Konuları Ort.	594.4 a	513.6 b	375.4 c	
İstatistiksel Analiz	F: LSD (0.05)=11.1; P=0.0001** SK: LSD (0.05)=11.7; P=0.0001** F*SK: LSD (0.05)=20.3; P=0.001**			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

En yüksek kuru madde miktarı 775.0 kg da⁻¹ olarak F1 (Enjeksiyon pompası) tam sulama (I₁₀₀) konusunda elde edilmiştir. En düşük kuru madde miktarı ise F2 (Ventüri) I₅₀ kısıntılı sulama konusunda belirlenmiştir. Tam sulama konusunda 594.4 kg da⁻¹ en yüksek ortalama kuru madde miktarı elde edilirken, en düşük ortalama kuru madde miktarı 375.4 kg da⁻¹ I₅₀ konusunda belirlenmiştir. F1 enjeksiyon pompası yöntemi, F2 ve F3 konularına göre daha yüksek kuru madde miktarları elde etmiştir (605.3 kg da⁻¹).

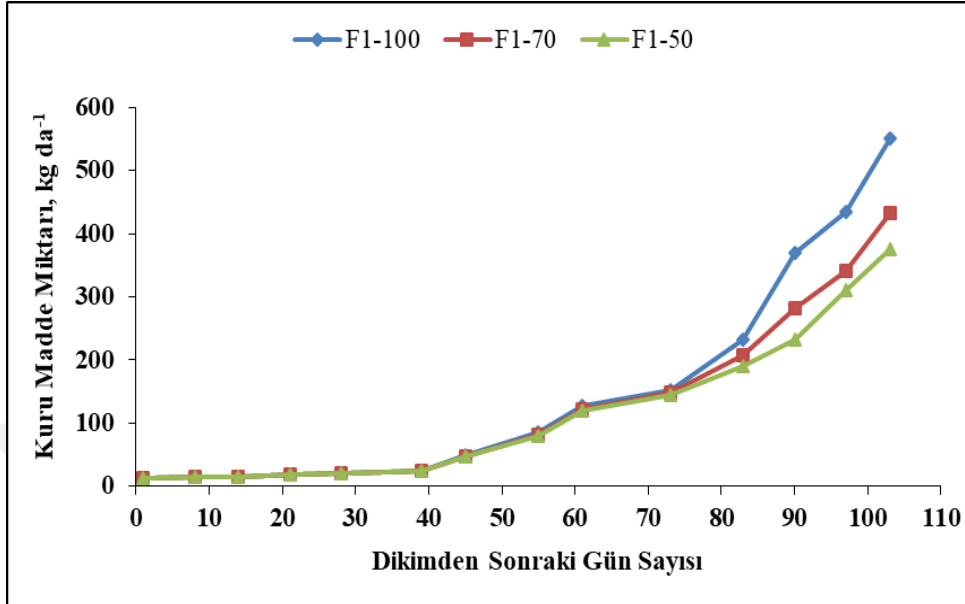
2014 birinci deneme yılında fertigasyon konularına göre sulama düzeylerinde elde edilen kuru madde miktarları Şekil 4.34'de verilmiştir. F1 konusunda kuru madde miktarı değerleri 433 – 775 kg da⁻¹, F2 konusunda 260 – 400 kg da⁻¹ ve F3 konusunda 433 - 608 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Tüm fertigasyon konularında (F1, F2, F3) I₁₀₀ tam sulama konularında, I₇₀ ve I₅₀ kısıntılı

sulama konularında göre daha yüksek kuru madde miktarı değerleri tespit edilmiştir.

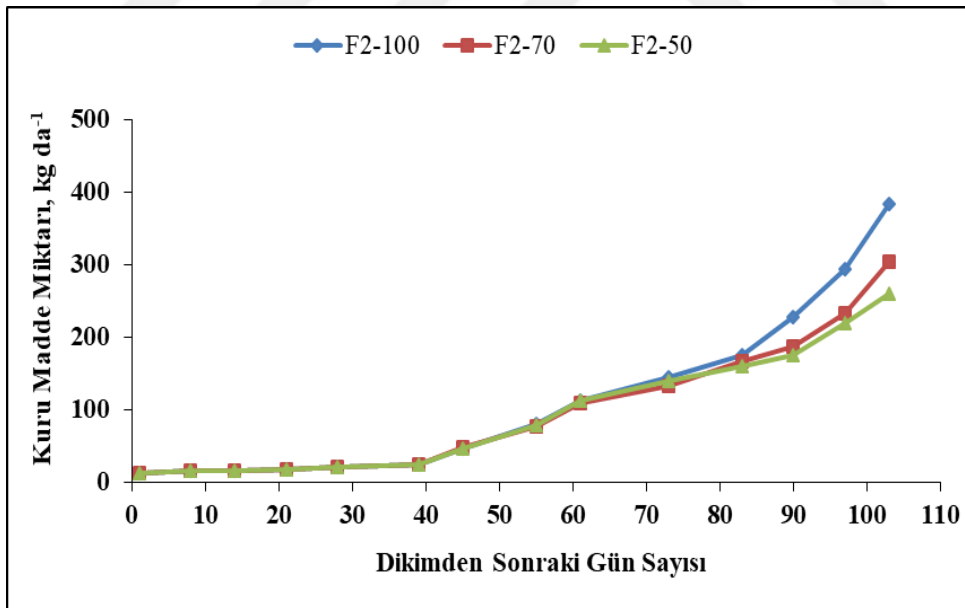


Şekil 4.34. Konulara ait kuru madde miktarı değerleri, (2014)

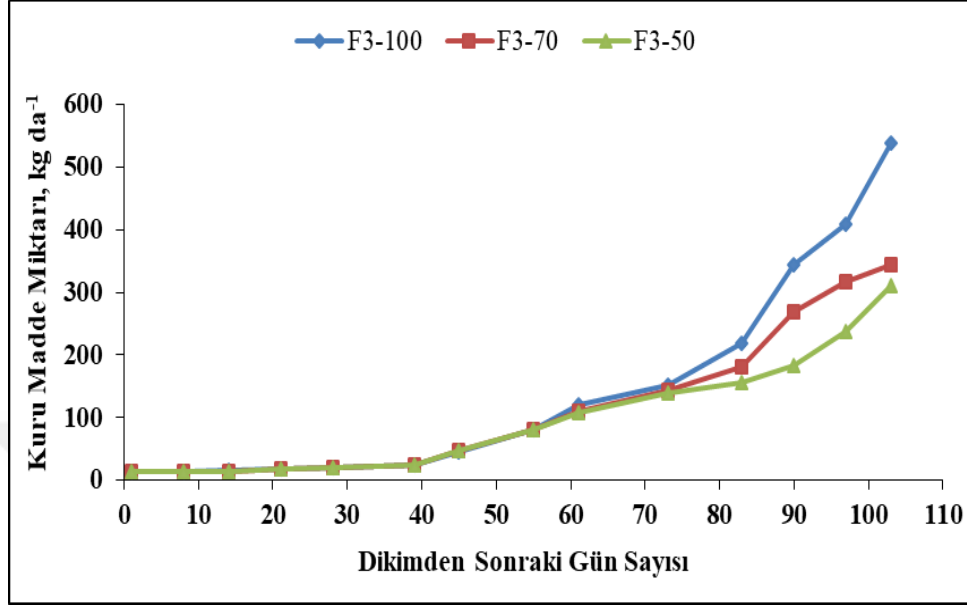
Çalışmanın 2015 ikinci deneme yılında F1, F2 ve F3 fertigasyon konularında sulama düzeylerine göre elde edilen kuru madde miktarlarının zamansal dağılımı Şekil 4.35, 4.36 ve 4.37’de verilmiştir. Enjeksiyon pompası (F1), ventüri (F2) ve basınç farkı (F3) konularında I₁₀₀ (tam sulama) konularında daha yüksek kuru madde miktarları araştırmanın ikinci yılında da tespit edilmiştir. En düşük kuru madde miktarları ise I₅₀ konusundan elde edilmiştir. Her üç fertigasyon konusunda da sulama suyu miktarları arttıkça kuru madde miktarları da artmakta olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.35. Enjeksiyon pompası (F1) konusunda göre kuru madde miktarlarının zamansal değişimi, (2015)



Şekil 4.36. Ventüri konusunda (F2) kuru madde miktarlarının zamansal değişimi, (2015)



Şekil 4.37. Basınç farkı (F3) konusunda sulama düzeylerine göre kuru madde miktarlarının zamansal değişimi, (2015)

Domates bitkisinde fertigasyon konularında belirlenen son hasatta ki kuru madde miktarlarına ait varyans analizi Ek Çizelge 10'da verilmiştir. Ortalama kuru madde miktarlarının LSD gruplandırması ikinci yıl (2015) için Çizelge 4.20'de verilmiştir. Sulama düzeyleri, fertigasyon konuları ve sulama*fertigasyon etkileşiminde varyans analizi sonucuna göre %1 istatistiki önem düzeyinde farklılıklar görülmüştür.

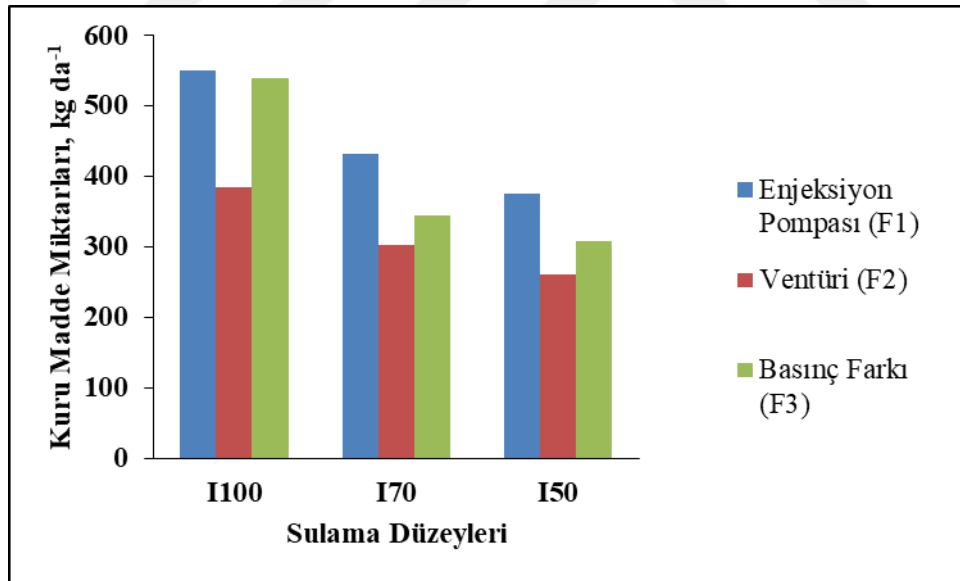
Çizelge 4.20. Fertigasyon ve sulama konularının kuru madde miktarına ilişkin LSD gruplandırması, kg da⁻¹ (2015)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	551.0 a	443.0 b	375.3 c	453.1 a
F ₂	384.3 c	341.3 d	260.3 f	328.7 c
F ₃	539.3 a	344.5 d	309.7 e	397.9 b
Sulama Konuları Ort.	491.6 a	372.9b	315.2 c	
İstatistiksel Analiz	F: LSD (0.05)=13.7; P=0.0001** SK: LSD (0.05)=15.3; P=0.0001** F*SK: LSD (0.05)=26.5; P=0.001**			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

En yüksek kuru madde miktarı 551.0 kg da^{-1} olarak F1 (Enjeksiyon pompası) tam sulama (I_{100}) konusunda elde edilmiştir. En düşük kuru madde miktarı ise F2 (Ventüri) I_{50} kısıntılı sulama konusunda 260.0 kg da^{-1} olarak belirlenmiştir. Tam sulama konusunda 491.6 kg da^{-1} en yüksek ortalama kuru madde miktarı elde edilirken, en düşük ortalama kuru madde miktarı 315.2 kg da^{-1} I_{50} konusunda belirlenmiştir. F1 enjeksiyon pompası yöntemi, F2 ve F3 konularına göre daha yüksek kuru madde miktarları elde etmiştir (453.1 kg da^{-1}).

2015 ikinci deneme yılında fertigasyon konularına göre sulama düzeylerinde elde edilen kuru madde miktarları Şekil 4.38’de verilmiştir. F1 konusunda kuru madde miktarı değerleri $375 - 551 \text{ kg da}^{-1}$, F2 konusunda $260 - 384 \text{ kg da}^{-1}$ ve F3 konusunda $309 - 539 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değişmiştir. Tüm fertigasyon konularında (F1, F2, F3) I_{100} tam sulama konularında, I_{70} ve I_{50} kısıntılı sulama konularında göre daha yüksek kuru madde miktarı değerleri tespit edilmiştir.



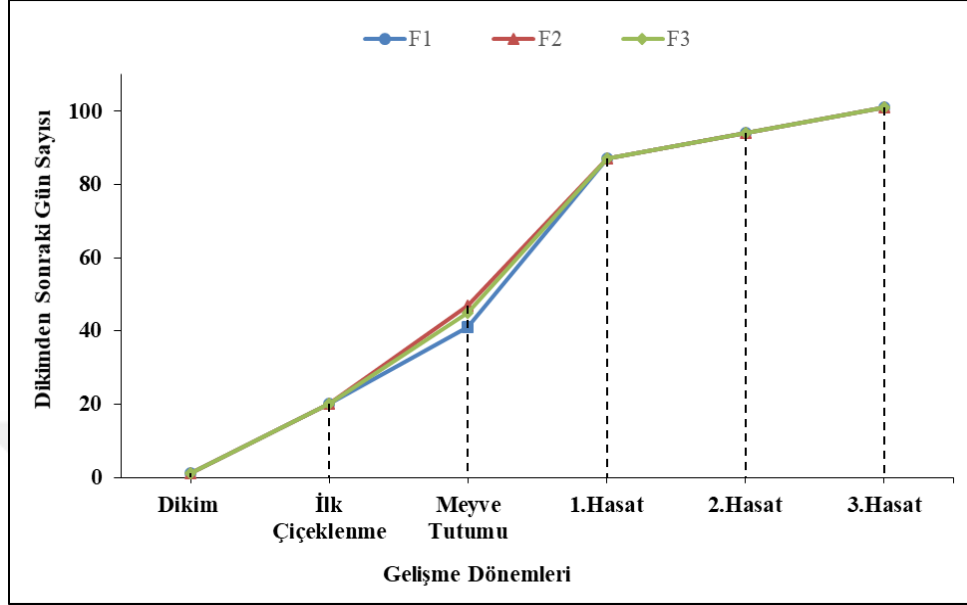
Şekil 4.38. Konulara ait kuru madde miktarı değerleri, (2015)

Patane ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada birinci yılda domates bitkisinde kuru madde miktarını 478 kg da⁻¹ ikinci yılda ise 521 kg da⁻¹ olarak belirlemiş ve su kısıntısı koşullarında daha düşük kuru madde miktarları elde ettiklerini bildirmişlerdir. Kırdı ve ark. (2004) sera domates koşullarında yaptıkları araştırmada su kısıntısı uygulandıkça bitkide kuru madde miktarında azalmalar olduğu sonucuna varmışlardır. Zotarelli ve ark. (2009) yaptıkları araştırmada domates bitkisinde kuru madde miktarını yüzey üstü damla sulama yöntemi ile 502 kg da⁻¹, yüzey altı damla sulama yöntemi ile 474 kg da⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Zhang ve ark. (2016) farklı su stresi konularını domates bitkisinde inceledikleri çalışmada su stresinde ki artışın bitkide daha düşük kuru madde miktarına sebep olduğunu belirtmişlerdir.

4.1.11. Gelişme Dönemleri Bulguları

Araştırmanın her iki yılında domates bitkisine ait gelişme dönemi tarihlerinin belirlenmesinde arazide konularda yapılan gözlemler dikkate alınmıştır. 2014 yılı gelişme dönemleri Şekil 4.39 ve 2015 yılı gelişme dönemleri ise Şekil 4.40'da verilmiştir.

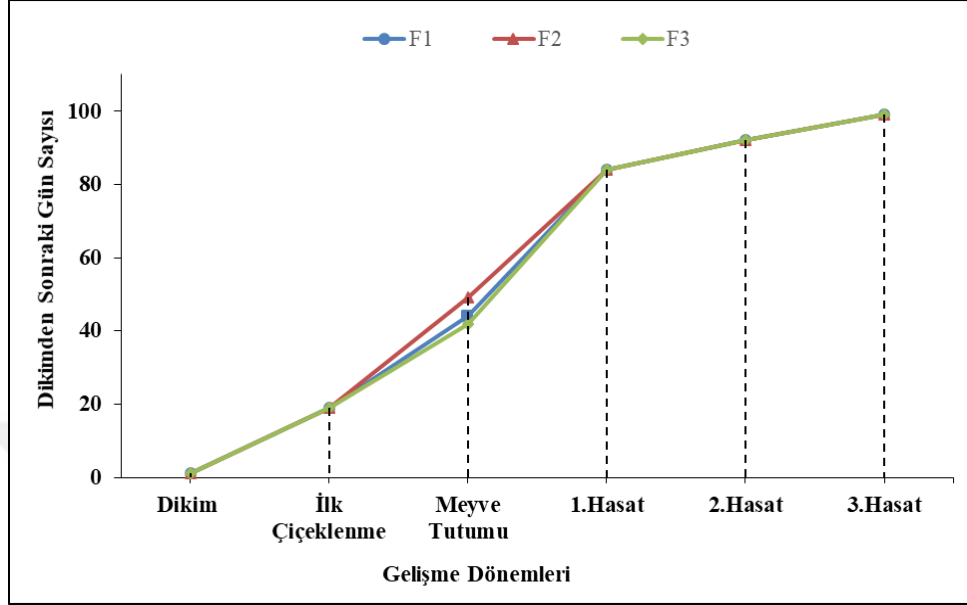
Araştırmanın 2014 birinci yılında I₁₀₀ konusunda gelişme dönemi uzunluğu, fidelerin araziye ekiminden hasat tarihine kadar olan süre şeklinde 101 gün olarak belirlenmiştir. Tohumların sera ortamında arazide ekime hazır fide haline gelene kadar geçen süre ise 35 gün olup bu anlamda toplam gelişme dönemi uzunluğu 136 gün olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.39. Domates bitkisinin gelişme dönemleri, (2014)

Araştırmanın birinci yılında çiçeklenme ve meyve tutumu sürelerinde Ventüri (F2) konusu, F1 (enjeksiyon pompası) ve F3 (basınç farkı) konularına göre birkaç gün daha uzun gelişme dönemine sahiptir. Bunun nedeni araştırmada %70 çiçeklenme görüldüğünde konulu sulamalara başlanması ve F1-F3 konusuna göre daha az miktarda sulama suyu sağlanması olarak belirtilebilir. Su kısıntısı koşullarında ise su kısıntısı arttıkça bitkinin gelişme dönemlerine ulaşması daha geç sürmektedir.

Araştırmanın ikinci yılında I_{100} konusunda gelişme dönemi uzunluğu, fidelerin araziye ekiminden hasat tarihine kadar olan süre şeklinde 99 gün olarak belirlenmiştir. Tohumların sera ortamında arazide ekime hazır fide haline gelene kadar geçen süre ise 35 gün olup bu anlamda toplam gelişme dönemi uzunluğu 134 gün olarak tespit edilmiştir. Araştırmanın ikinci yılında da çiçeklenme ve meyve tutumu sürelerinde Ventüri (F2) konusu, F1 (enjeksiyon pompası) ve F3 (basınç farkı) konularına göre birkaç gün daha uzun gelişme dönemine sahiptir.



Şekil 4.40. Domates bitkisinin gelişme dönemleri, (2015)

4.1.12. Meyve Kalite Parametreleri Bulguları

4.1.12.1. Meyve Sayısı

Hasat edilen domates meyveleri her bitki başına sayılarak adet bitki⁻¹ meyve sayıları elde edilmiştir. Bu şekilde farklı fertigasyon ve sulama konularının etkileri araştırılmıştır.

Araştırmanın 2014 ilk deneme yılında fertigasyon ve sulama düzeylerine göre elde edilen domates bitki sayısına ilişkin varyans analiz tablosu Ek Çizelge 11’de ve LSD gruplandırması ise Çizelge 4.21’de verilmiştir. Meyve sayısında; fertigasyon, sulama düzeyleri ve sulama*fertigasyon etkileşiminde istatistiksel olarak %1 hata seviyesinde farklılıklar görülmüştür. Fertigasyon yöntemlerinde sulama düzeylerine göre ortalama domates meyve sayıları 12.8 - 30.8 adet bitki⁻¹ arasında belirlenmiştir. F1 konusunda ortalama meyve sayıları 17.6 - 30.8 adet bitki⁻¹, F2 konusunda 12.8 - 18.3 adet bitki⁻¹ ve F3 konusunda 20.8 - 23.8 adet bitki⁻¹ arasında değişmiştir.

Çizelge 4.21. Fertigasyon ve sulama konularının meyve sayısına ilişkin LSD gruplandırması, adet bitki⁻¹ (2014)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	30.8 a	19.9 h	17.6 g	23.7 a
F ₂	18.3 f	15.4 d	12.8 i	15.4 c
F ₃	23.8 b	21.9 d	20.8 e	22.2 b
Sulama Konuları Ort.	24.3 a	19.8 b	17.1 c	
İstatistiksel Analiz	F: LSD (0.05)=0.17; P=0.0001** SK: LSD (0.05)=0.08; P=0.0001** F*SK: LSD (0.05)=0.14; P=0.0001**			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

LSD gruplandırması sonucuna göre en yüksek meyve sayısı F1 enjeksiyon pompası I₁₀₀ tam sulama konusunda 30.8 adet bitki⁻¹ belirlenmiş ve en düşük meyve sayısı ise F2 ventüri I₅₀ kısıntılı sulama konusunda 12.8 adet bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir.

Araştırmanın 2015 ikinci deneme yılında yılında fertigasyon ve sulama düzeylerine göre elde edilen domates bitki sayısına ilişkin varyans analiz tablosu Ek Çizelge 12’de ve LSD gruplandırması ise Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Araştırmanın ikinci yılında da meyve sayısında; fertigasyon, sulama düzeyleri ve sulama*fertigasyon etkileşiminde istatistiksel olarak %1 hata seviyesinde farklılıklar görülmüştür. Fertigasyon yöntemlerinde sulama düzeylerine göre ortalama domates meyve sayıları 13.3 – 35.6 adet bitki⁻¹ arasında belirlenmiştir. F1 konusunda ortalama meyve sayıları 19.9 – 35.6 adet bitki⁻¹, F2 konusunda 13.3 – 19.6 adet bitki⁻¹ ve F3 konusunda 20.2 – 23.0 adet bitki⁻¹ arasında değişmiştir.

Çizelge 4.22. Fertigasyon ve sulama konularının meyve sayısına ilişkin LSD gruplandırması, adet bitki⁻¹ (2015)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	35.6 a	30.5 b	19.9 f	28.7 a
F ₂	19.6 g	18.4 h	13.3 i	17.2 c
F ₃	23.0 c	22.3 d	20.2 e	21.9 b
Sulama Konuları Ort.	26.1 a	23.8 b	17.9 c	
İstatistiksel Analiz	F: SD (0.05)=0.14; P=0.0001** SK: SD (0.05)=0.10; P=0.0001** F*SK: SD (0.05)=0.18; P=0.0001**			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

LSD gruplandırması sonucuna göre en yüksek meyve sayısı F1 enjeksiyon pompası I₁₀₀ tam sulama konusunda 35.6 adet bitki⁻¹ belirlenmiş ve en düşük meyve sayısı ise F2 ventüri I₅₀ kısıntılı sulama konusunda 13.3 adet bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir. Araştırmanın her iki deneme yılında da F1 konusunda F2 ve F3 konularına göre daha yüksek meyve sayıları elde edilirken, su kısıntısı koşulları arttıkça meyve sayılarında azalmalar tespit edilmiştir.

Sibomana ve ark. (2013) saksılarda yaptıkları çalışmada domates bitkisine %100 kontrol sulamasına göre %80 - 60 ve 40 olmak üzere toprak suyuna göre sulama yapmışlardır. Araştırmacılar 2009 ve 2010 her iki araştırma yılında da sulama miktarı azaldıkça bitki başına meyve sayılarında azalmalar olduğunu bildirmişlerdir. En yüksek meyve sayısını 46.03 adet bitki⁻¹ olarak en fazla sulama konusunda belirlemişlerdir.

4.1.12.2. Meyve Ağırlığı

Araştırmanın ilk yılında hasatta alınan meyve örneklerinin ortalama ağırlıkları belirlenmiştir. 2014 ilk deneme yılında fertigasyon, sulama düzeyi konuları ile sulama*fertigasyon etkileşimi istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde meyve ağırlıklarında farklılıklar bulunmuştur. Fertigasyon ve sulama konularına ilişkin varyans analiz tablosu Ek Çizelge 13’de verilmiştir. LSD gruplandırması ise Çizelge 4.23’de verilmiştir. Meyve ağırlıkları F1 konusunda 156 – 175 g meyve⁻¹,

F2 konusunda 153 – 161 g meyve⁻¹ ve F3 konusunda 163 – 172 g meyve⁻¹ arasında değişmiştir.

Çizelge 4.23. Fertigasyon ve sulama konularının meyve ağırlığına ilişkin LSD gruplandırması, g meyve⁻¹ (2014)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	175 a	171 b	156 f	167 a
F ₂	161 e	157 f	153 g	157 b
F ₃	172 b	169 c	163 d	168 a
Sulama Konuları Ort.	169 a	166 b	157 c	
İstatistiksel Analiz	F: LSD (0.05)=0.75; P=0.0001** SK: LSD (0.05)=1.11; P=0.0001** F*SK: LSD (0.05)=1.92; P=0.0001**			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

LSD gruplandırmasına göre en yüksek ortalama meyve ağırlığı, F1 (enjeksiyon pompası) ve I₁₀₀ tam sulama konusunda 175 g meyve⁻¹ olarak elde edilirken, en düşük ortalama meyve ağırlığı ise 153 g meyve⁻¹ şeklinde F2 (ventüri) ve I₅₀ kısıntılı sulama konusunda belirlenmiştir.

Araştırmanın 2015 ikinci yılında da ilk yılda olduğu gibi ortalama meyve ağırlıklarında fertigasyon, sulama düzeyi konuları ile sulama*fertigasyon etkileşimi istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde farklılıklar bulunmuştur. Fertigasyon ve sulama konularına ilişkin varyans analiz tablosu Ek Çizelge 14’de ve LSD gruplandırması ise Çizelge 4.24’de verilmiştir. Meyve ağırlıkları F1 konusunda 165 – 182 g meyve⁻¹, F2 konusunda 161 – 169 g meyve⁻¹ ve F3 konusunda 167 – 173 g meyve⁻¹ arasında değişmiştir.

Çizelge 4.24. Fertigasyon ve sulama konularının meyve ağırlığına ilişkin LSD gruplandırması, g meyve⁻¹ (2015)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	182 a	172 b	165 ef	175 a
F ₂	169 cde	162 f	161 f	164 c
F ₃	173 bc	170 cd	167 de	170 b
Sulama Konuları Ort.	175 a	170 b	164 c	
İstatistiksel Analiz	F: SD (0.05)=3.45; P=0.0026** SK: SD (0.05)=2.35; P=0.0001** F*SK: SD (0.05)=4.06; P=0.0039**			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

LSD gruplandırmasına göre en yüksek ortalama meyve ağırlığı, F₁ (enjeksiyon pompası) ve I₁₀₀ tam sulama konusunda 182 g meyve⁻¹ olarak elde edilirken, en düşük ortalama meyve ağırlığı ise ilk yılda olduğu gibi 161 g meyve⁻¹ şeklinde F₂ (ventüri) ve I₅₀ kısıntılı sulama konusunda belirlenmiştir. Araştırmanın her iki yılında da tam sulama ve enjeksiyon pompası (F₁) konusunda en yüksek meyve ağırlıkları belirlenirken, F₂ (ventüri) konusu ve su kısıntısı koşullarında daha düşük ortalama meyve ağırlıkları belirlenmiştir.

Kırda ve ark. (2004) yaptıkları araştırmada tam sulama konusunda ortalama meyve ağırlığını 120 g olarak belirlemiş ve su kısıntısı koşullarında daha düşük meyve ağırlıkları elde etmişlerdir. Topçu ve ark. (2007) Akdeniz Bölgesi'nde domates bitkisi meyve ağırlığına tam sulama, kısmi kök kuruluğu ve kısıntılı sulama konularının etkilerini araştırdıkları çalışmada meyve ortalama ağırlıklarını sırası ile 137.5 – 122.5 – 114.8 g olarak belirlemişlerdir. Shennan ve ark. (1991) yaptıkları araştırmada, hasattan önce %50 ve %70 olan su kısıntısı koşullarında, kontrol sulamasına göre daha düşük meyve ağırlıkları elde etmişlerdir. Sibomana ve ark. (2013) yaptıkları saksı denemesinde tam sulama konusunda 46.03 meyve bitki⁻¹ elde ederken %40 su kısıntısı koşulunda 34.5 meyve bitki⁻¹ şeklinde meyve sayısı belirlemişlerdir.

4.1.12.3. Meyve Hacmi

Hasat zamanlarında tüm parsellerden alınan domates bitkilerinden 10 adet seçilerek laboratuvar ortamında taşıdığı su miktarına göre meyve hacimleri araştırmanın her iki yılında belirlenmiştir.

Araştırmanın ilk yılında fertigasyon yöntemlerine ilişkin meyve hacminde elde edilen varyans analizi Ek Çizelge 15’de verilmiştir. LSD gruplandırması Çizelge 4.25’de verilmiştir. Meyve hacmi bakımından sulama düzeyleri istatistiki olarak %1 hata seviyesinde farklılıklar görülmüş olup fertigasyon ile sulama*fertigasyon etkileşimi yönünden istatistiki anlamda farklılık görülmemiştir. Ortalama meyve hacimleri F1 konusunda 175 – 215 cm³ meyve⁻¹, F2 konusunda 167 – 208 cm³ meyve⁻¹ ve F3 konusunda 169 – 210 cm³ meyve⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

LSD gruplandırması sonucuna göre en yüksek ortalama meyve hacmi değeri F1 (enjeksiyon pompası) I₁₀₀ tam sulama konusunda 215 cm³ meyve⁻¹, en düşük meyve hacmi değeri ise F2 (ventüri) I₅₀ kısıntılı sula konusunda 167 cm³ meyve⁻¹ olarak belirlenmiştir. Araştırmanın ilk yılında F1 konusunda 194 cm³ meyve⁻¹ olarak F2 ve F3 konusuna göre daha yüksek meyve hacmi değeri tam sulama konusunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.25. Fertigasyon ve sulama konularının meyve hacmine ilişkin LSD gruplandırması, cm³ meyve⁻¹ (2014)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	215	192	175	194
F ₂	208	184	167	186
F ₃	210	187	169	188
Sulama Konuları Ort.	211a	187b	170c	
İstatistiksel Analiz	F: öd SK: LSD (0.05)=11.24; P=0.0001** F*SK: öd			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırmanın 2015 ikinci yılında fertigasyon yöntemlerine ilişkin meyve hacminde elde edilen varyans analizi Ek Çizelge 16'da verilmiştir. LSD gruplandırması Çizelge 4.26'da verilmiştir. Meyve hacmi bakımından ikinci deneme yılında da sulama düzeyleri istatistiki olarak %1 hata seviyesinde farklılıklar görülmüş olup fertigasyon ile sulama*fertigasyon etkileşimi yönünden istatistiki anlamda farklılık görülmemiştir. Ortalama meyve hacimleri sulama düzeylerine göre F1 konusunda 144 – 165 cm³ meyve⁻¹, F2 konusunda 131 – 155 cm³ meyve⁻¹ ve F3 konusunda 135 – 157 cm³ meyve⁻¹ olarak tespit edilmiştir. LSD gruplandırması sonucuna göre en yüksek ortalama meyve hacmi değeri F1 (enjeksiyon pompası) I₁₀₀ tam sulama konusunda 164 cm³ meyve⁻¹, en düşük meyve hacmi değeri ise F2 (ventüri) I₅₀ kısıntılı sula konusunda 130 cm³ meyve⁻¹ olarak belirlenmiştir. Araştırmanın ilk yılında F1 konusunda 154 cm³ meyve⁻¹ olarak F2 ve F3 konusuna göre daha yüksek meyve hacmi değeri tam sulama konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.26. Fertigasyon ve sulama konularının meyve hacmine ilişkin LSD gruplandırması, cm³ meyve⁻¹ (2015)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	164	154	144	154
F ₂	154	141	131	142
F ₃	156	151	135	147
Sulama Konuları Ort.	158a	149a	136b	
İstatistiksel Analiz	F: öd SK: LSD (0.05)=9.37; P=0.0008** F*SK: öd			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırmanın her iki yılında da domates bitkisinde ortalama meyve hacmi değerleri fertigasyon konularına göre değişmez iken sulama konularında su kısıntısı koşullarında daha düşük değerler elde edildiği sonucuna varılmıştır. Topçu ve ark. (2007) yaptıkları araştırmada en yüksek meyve hacmi değerini tam sulama

konusunda 135.7 cm³, en düşük meyve hacmini ise kısmi kök kuruluğu ve kısıntılı sulama konularında sırası ile 118.5 cm³ ve 109.9 cm³ olarak belirlemişlerdir.

4.1.12.4. Meyve Çapı

Hasat edilen her parselden 10 adet meyve örneği laboratuvar ortamında çapları dijital kumpas ile araştırmanın 2014 ve 2015 deneme yıllarında ölçülmüştür.

Araştırmanın birinci yılında fertigasyon yöntemlerine ilişkin meyve çaplarına ilişkin varyans analizi Ek Çizelge 17’de, LSD gruplandırması ise Çizelge 4.27’de verilmiştir. Meyve çapı değerinde fertigasyon ve sulama*fertigasyon etkileşiminde istatistiki olarak farklılık görülmez iken sulama düzeyi konusunda %1 hata seviyesinde farklılık görülmüştür. Ortalama meyve çapı değerleri sulama düzeylerine göre F1 konusunda 71 – 79 mm, F2 konusunda 69 – 74 mm ve F3 konusunda 70 – 75 mm arasında değişmiştir. LSD gruplandırmasına göre en yüksek meyve çapı değeri F1 (enjeksiyon pompası) yöntemi I₁₀₀ sulama konusunda 79 mm olarak belirlenirken, en düşük meyve çapı değeri ise 69 mm olarak F2 (ventüri) I₅₀ konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.27. Fertigasyon ve sulama konularının meyve çapına ilişkin LSD gruplandırması, mm (2014)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	79	72	70	74
F ₂	74	70	69	71
F ₃	75	72	69	72
Sulama Konuları Ort.	76a	72b	69c	
İstatistiksel Analiz	F: öd SK: LSD (0.05)=1.63; P=0.0001** F*SK: öd			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırmanın ikinci yılında fertigasyon yöntemlerine ilişkin meyve çaplarına ilişkin varyans analizi Ek Çizelge 18’de, LSD gruplandırması ise Çizelge 4.28’de verilmiştir. Meyve çapı değerinde fertigasyon, sulama düzeyi ile

sulama*fertigasyon etkileşiminde istatistiki olarak farklılıklar görülmemiştir. Sulama düzeylerine göre ortalama meyve çapı değerleri F1 konusunda 65 – 67 mm, F2 konusunda 66 – 69 mm ve F3 konusunda 67 – 68 mm arasında değişmiştir. LSD gruplandırmasına göre en yüksek meyve çapı değeri F3 (basınç farkı) yöntemi I₇₀ sulama konusunda 70 mm olarak belirlenirken, en düşük meyve çapı değeri ise 64 mm olarak F1 (enjeksiyon pompası) I₇₀ konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.28. Fertigasyon ve sulama konularının meyve çapına ilişkin LSD gruplandırması, mm (2015)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	67	64	65	65
F ₂	69	65	66	66
F ₃	67	70	68	68
Sulama Konuları Ort.	67	66	66	
İstatistiksel Analiz	F: öd SK: öd F*SK: öd			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Kırda ve ark. (2004) domates bitkisinde yaptıkları araştırmanın ilk yılı sonuçlarında sulama uygulamalarının meyve çapında istatistiki anlamda fark olmadığını belirtmişlerdir. Sibomana ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada su kısıntısı koşullarında daha düşük meyve çapı değerlerini tespit etmişlerdir.

4.1.12.5. Meyve Boyu

Hasat edilen her parselde ki meyvelerden 10 adet seçilerek laboratuvar ortamında, meyvelerin sap kısmından ucuna kadar olan kısım dijital kumpas ile ölçülerek meyve boyları belirlenmiştir.

Araştırmanın ilk yılında fertigasyon konularından elde edilen meyve boyu değerlerine ilişkin varyans analizi Ek Çizelge 19’da verilmiştir. Konulara ilişkin LSD gruplandırması Çizelge 4.29’da verilmiştir. 2014 deneme yılında fertigasyon ile sulama*fertigasyon etkileşiminde istatistiki olarak önem çıkmaz iken, sulama

düzeylerinde %1 hata seviyesinde farklılıklar tespit edilmiştir. Sulama düzeylerine göre ortalama meyve boyu değerleri F1 konusunda 58 – 62 mm, F2 konusunda 55 - 59 mm ve F3 konusunda ise 57 – 60 mm arasında değişmiştir. LSD gruplandırması sonucuna göre en yüksek meyve boyu değeri enjeksiyon pompası fertigasyon yönteminde (F1) I₁₀₀ sulama konusunda 62 mm, en düşük meyve boyu ise 55 mm olarak ventüri fertigasyon yöntemi (F2) I₅₀ sulama konusunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.29. Fertigasyon ve sulama konularının meyve boyuna ilişkin LSD gruplandırması, mm (2014)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	62	59	58	59
F ₂	59	57	55	57
F ₃	60	58	57	58
Sulama Konuları Ort.	60a	58b	57b	
İstatistiksel Analiz	F: öd SK: LSD (0.05)=1.55; P=0.0001** F*SK: öd			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırmanın ikinci yılında fertigasyon konularından elde edilen meyve boyu değerlerine ilişkin varyans analizi Ek Çizelge 20’de verilmiştir. Konulara ilişkin LSD gruplandırması Çizelge 4.30’da verilmiştir. 2015 deneme yılında fertigasyon ile sulama*fertigasyon etkileşiminde istatistiki olarak önem çıkmaz iken, sulama düzeylerinde %1 hata seviyesinde farklılıklar araştırmanın ilk yılında olduğu gibi tespit edilmiştir. Sulama düzeylerine göre ortalama meyve boyu değerleri F1 konusunda 56 – 58 mm, F2 konusunda 54 - 57 mm ve F3 konusunda ise 55 – 58 mm arasında değişmiştir. LSD gruplandırması sonucuna göre en yüksek meyve boyu değeri enjeksiyon pompası fertigasyon yönteminde (F1) I₁₀₀ sulama konusunda 58 mm, en düşük meyve boyu ise 54 mm olarak ventüri fertigasyon yöntemi (F2) I₅₀ sulama konusunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.30. Fertigasyon ve sulama konularının meyve boyuna ilişkin LSD gruplandırması, mm (2015)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	58	56	56	57
F ₂	57	55	54	55
F ₃	57	56	55	56
Sulama Konuları Ort.	57a	55b	55b	
İstatistiksel Analiz	F: öd SK: LSD (0.05)=1.19; P=0.0059** F*SK: öd			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırmanın her iki yılında da fertigasyon yöntemlerinin meyve boyu üzerine istatistiki olarak etkisi olmadığı belirlenmiş olup sulama düzeylerinde su kısıntısı koşullarında meyve boyunda azalmalar tespit edilmiştir. Patane ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada sulama kısıntısı koşullarında meyve boyu değerlerinde azalmalar olduğunu tespit etmişlerdir.

4.1.12.6. Suda Çözünabilir Kuru Madde (SÇKM)

Hasatta alınan domates meyvelerinden 10 adet seçilerek laboratuvar ortamında el refraktometresi yardımı ile suda çözünabilir kuru madde miktarları (SÇKM) % olarak belirlenmiştir.

Araştırmanın birinci yılında fertigasyon konularından elde edilen SÇKM değerlerine ilişkin varyans analizi Ek Çizelge 21’de verilmiştir. Konulara ilişkin LSD gruplandırması Çizelge 4.31’de verilmiştir. 2014 deneme yılında fertigasyon, sulama*fertigasyon etkileşimi ve sulama düzeylerinde istatistiki olarak farklılıklar tespit edilmemiştir. Sulama düzeylerine göre ortalama SÇKM değerleri F1 konusunda %4.39 – 4.50, F2 konusunda %4.49 – 4.59 ve F3 konusunda ise %4.37 – 4.40 arasında değişmiştir. LSD gruplandırması sonucuna göre en yüksek SÇKM değeri ventüri fertigasyon yönteminde (F2) I₅₀ sulama konusunda % 4.59, en düşük SÇKM değeri ise %4.39 olarak enjeksiyon pompası (F1) I₁₀₀₋₇₀ sulama konularında

ve basınç farkı fertigasyon yöntemi (F3) I_{50} konusunda %4.37 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.31. Fertigasyon ve sulama konularının suda çözünebilir kuru maddeye ilişkin LSD gruplandırması, % (2014)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I_{100}	I_{70}	I_{50}	
F1	4.39	4.39	4.50	4.43
F2	4.49	4.54	4.59	4.54
F3	4.40	4.47	4.37	4.41
Sulama Konuları Ort.	4.43	4.47	4.49	
İstatistiksel Analiz	F: öd SK: öd F*SK: öd			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırmanın ikinci yılında fertigasyon konularından elde edilen SÇKM değerlerine ilişkin varyans analizi Ek Çizelge 22’de verilmiştir. Konulara ilişkin LSD gruplandırması Çizelge 4.32’de verilmiştir. 2015 deneme yılında fertigasyon, ve sulama düzeylerinde istatistiki olarak farklılıklar tespit edilmemişken sulama*fertigasyon etkileşiminde %5 hata seviyesinde farklılıklar belirlenmiştir. Sulama düzeylerine göre ortalama SÇKM değerleri F1 konusunda %5.83 – 6.02, F2 konusunda %5.62 – 5.89 ve F3 konusunda ise %5.57 – 5.86 arasında değişmiştir. LSD gruplandırması sonucuna göre en yüksek SÇKM değeri F1 (enjeksiyon pompası) konusunda I_{70} sulama konusunda %6.02, en düşük SÇKM değeri ise %5.57 olarak F3 (basınç farkı) konusu I_{50} sulama konusunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.32. Fertigasyon ve sulama konularının suda çözünabilir kuru maddeye ilişkin LSD gruplandırması, % (2015)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	5.84 ab	6.02 a	5.83 ab	5.89
F ₂	5.62 bc	5.89 a	5.89 a	5.80
F ₃	5.86 ab	5.83 ab	5.57 c	5.76
Sulama Konuları Ort.	5.77	5.91	4.49	
İstatistiksel Analiz	F: öd SK: öd F*SK: LSD (0.05)=0.24; P=0.0456*			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Kırda ve ark. (2004) yaptıkları araştırmada kısmi kök kuruluğu konularında, tam sulama konusuna göre daha yüksek SÇKM değerleri elde etmişlerdir. Nangare ve ark. (2016) su kısıntısı koşullarında domates meyvelerinde SÇKM değerlerinin arttığını bildirmişlerdir. Topçu ve ark. (2007) Akdeniz Bölgesin’de domates bitkisinde yaptıkları araştırmada, su kısıntısı koşullarında SÇKM değerlerinde istatistiki olarak farklılık olmadığını belirtmişlerdir. SÇKM değerlerini tam sulama, kısmi kök kuruluğu ve kısıntılı sulama konularında sırası ile % 4.7 – 4.6 ve 4.6 olarak tespit etmişlerdir.

4.1.12.7. Meyve Suyunda EC

Araştırmanın her iki yılında parsellerden alınan meyve örnekleri laboratuvar ortamında el mikseri ile meyve suyu haline getirilmiş ve taşınabilir EC metre aleti ile değerler okunarak meyve suyunda EC değerleri belirlenmiştir.

2014 birinci deneme yılında elde edilen domates EC değerlerine ilişkin varyans analizi Ek Çizelge 23’de LSD gruplandırması ise Çizelge 4.33’de verilmiştir. Fertigasyon, sulama düzeyi ve sulama*fertigasyon etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sulama düzeylerine göre ortalama meyvede EC değerleri F1 konusunda 4.34 – 4.62 dS m⁻¹, F2 konusunda 4.44 – 4.62 dS m⁻¹ ve F3 konusunda 4.35 – 4.50 dS m⁻¹ olarak belirlenmiştir. LSD

gruplandırmasına göre en yüksek EC değeri 4.62 dS m⁻¹ olarak enjeksiyon pompası (F1) konusu ve I₁₀₀ tam sulama konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.33. Fertigasyon ve sulama konularının meyve suyunda EC değerlerine ilişkin LSD gruplandırması, dS m⁻¹ (2014)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	4.62	4.44	4.34	4.47
F ₂	4.44	4.62	4.45	4.50
F ₃	4.35	4.41	4.50	4.42
Sulama Konuları Ort.	4.47	4.49	4.43	
İstatistiksel Analiz	F: öd SK: öd F*SK: öd			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırmanın ikinci yılında elde edilen domates EC değerlerine ilişkin varyans analizi Ek Çizelge 24'de LSD gruplandırması ise Çizelge 4.34'de verilmiştir. Meyvede EC değerine ilişkin sulama düzeyi ve sulama*fertigasyon etkileşimi istatistiksel olarak %1 hata seviyesinde önemli bulunmuş, fertigasyon konusu ise önemsiz olarak tespit edilmiştir. Sulama düzeylerine göre ortalama meyvede EC değerleri F1 konusunda 4.65 – 4.85 dS m⁻¹, F2 konusunda 4.79 – 5.24 dS m⁻¹ ve F3 konusunda 4.40 – 4.84 dS m⁻¹ olarak belirlenmiştir. Sulama düzeylerine göre ortalama EC değerleri I₁₀₀ konusunda 4.73 dS m⁻¹, F2 konusunda 4.97 dS m⁻¹ ve F3 konusunda 4.60 dS m⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir. LSD gruplandırmasına göre en yüksek EC değeri 5.24 dS m⁻¹ olarak ventüri fertigasyon konusu (F2) I₇₀ kısıntılı sulama konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.34. Fertigasyon ve sulama konularının meyve suyunda EC değerlerine ilişkin LSD gruplandırması, dS m⁻¹ (2015)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	4.65 bc	4.85 b	4.84 b	4.78
F ₂	4.79 b	5.24 a	4.53 cd	4.86
F ₃	4.75 bc	4.84 b	4.40 d	4.66
Sulama Konuları Ort.	4.73 b	4.97 a	4.60 c	
İstatistiksel Analiz	F: öd SK: LSD (0.05)=0.14; P=0.0002** F*SK: LSD (0.05)=0.24; P=0.0046**			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

4.1.12.8. Meyve Suyunda pH

Araştırmanın her iki yılında parsellerden alınan meyve örnekleri laboratuvar ortamında el mikseri ile meyve suyu haline getirilmiş ve taşınabilir pH metre aleti ile değerler okunarak meyve suyunda pH değerleri belirlenmiştir.

2014 birinci deneme yılında elde edilen domates pH değerlerine ilişkin varyans analizi Ek Çizelge 25’de LSD gruplandırması ise Çizelge 4.35’de verilmiştir. Fertigasyon, sulama düzeyi ve sulama*fertigasyon etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sulama düzeylerine göre ortalama meyvede pH değerleri F1 konusunda 4.37 – 4.41, F2 konusunda 4.39 – 4.42 ve F3 konusunda 4.42 – 4.46 olarak belirlenmiştir. LSD gruplandırmasına göre en yüksek pH değeri 4.46 olarak basınç farkı fertigasyon yöntemi (F3) konusu ve I₇₀ kısıntılı sulama konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.35. Fertigasyon ve sulama konularının meyve suyunda pH değerlerine ilişkin LSD gruplandırması (2014)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	4.41	4.44	4.37	4.41
F ₂	4.39	4.40	4.42	4.41
F ₃	4.44	4.46	4.42	4.44
Sulama Konuları Ort.	4.41	4.44	4.40	
İstatistiksel Analiz	F: öd SK: öd F*SK: öd			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırmanın ikinci yılında elde edilen domates pH değerlerine ilişkin varyans analizi Ek Çizelge 26'da LSD gruplandırması ise Çizelge 4.36'da verilmiştir. Birinci araştırma yılında olduğu gibi fertigasyon, sulama düzeyi ve sulama*fertigasyon etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sulama düzeylerine göre ortalama meyvede pH değerleri F1 konusunda 4.44 – 4.58, F2 konusunda 4.44 – 4.47 ve F3 konusunda 4.44 olarak belirlenmiştir. LSD gruplandırmasına göre en yüksek pH değeri 4.58 olarak enjeksiyon pompası fertigasyon yöntemi (F1) konusu ve I₇₀ kısıntılı sulama konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.36. Fertigasyon ve sulama konularının meyve suyunda pH değerlerine ilişkin LSD gruplandırması (2015)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	4.47	4.58	4.44	4.50
F ₂	4.47	4.44	4.46	4.46
F ₃	4.44	4.44	4.44	4.44
Sulama Konuları Ort.	4.46	4.48	4.45	
İstatistiksel Analiz	F: öd SK: öd F*SK: öd			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Kırda ve ark. (2004) çalışmalarında sulama kısıntısı uygulanması durumunda domates meyvesinde pH değerlerinin istatistiki olarak fark olmadığını belirtmişlerdir. Tam sulama ve kısıntılı sulama koşullardan pH değerlerini tüm konular için 4.7 olarak belirlemişlerdir. Topçu ve ark. (2007) domates meyvesinde pH değerlerini de kısıntılı sulama koşullarında inceledikleri çalışmada su kısıntısı ve tam sulama konularında istatistiki olarak fark olmadığını belirlemişlerdir.

4.1.12.9. Meyvede Asitlik

Asitlik miktarı araştırma boyunca laboratuvar ortamında 0.1 N NaOH kullanılarak titrasyon yöntemi ile her iki yılda da belirlenmiştir.

2014 birinci deneme yılında elde edilen domates asitlik değerlerine ilişkin varyans analizi Ek Çizelge 27’de LSD gruplandırması ise Çizelge 4.37’de verilmiştir. Fertigasyon, sulama düzeyi ve sulama*fertigasyon etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sulama düzeylerine göre ortalama meyvede asitlik değerleri F1 konusunda %0.72 – 0.77, F2 konusunda %0.79 – 0.91 ve F3 konusunda %0.76 – 0.83 olarak belirlenmiştir. LSD gruplandırmasına göre en yüksek asitlik değeri %0.91 olarak ventüri yöntemi (F2) konusu ve I₁₀₀ tam sulama konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.37. Fertigasyon ve sulama konularının meyvede asitlik değerlerine ilişkin LSD gruplandırması, % (2014)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	0.77	0.76	0.72	0.75
F ₂	0.91	0.77	0.79	0.82
F ₃	0.80	0.76	0.83	0.81
Sulama Konuları Ort.	0.83	0.77	0.78	
İstatistiksel Analiz	F: öd SK: öd F*SK: öd			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırmanın ikinci yılında elde edilen meyvede asitlik değerlerine ilişkin varyans analizi Ek Çizelge 28’de LSD gruplandırması ise Çizelge 4.38’de verilmiştir. Fertigasyon ve sulama düzeyinde %1 hata seviyesinde farklılıklar bulunurken sulama*fertigasyon etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sulama düzeylerine göre ortalama domates asitlik değerleri F1 konusunda %0.44 – 0.52, F2 konusunda %0.40 – 0.42 ve F3 konusunda %0.45 – 0.49 olarak belirlenmiştir. LSD gruplandırmasına göre en yüksek asitlik değeri %0.52 olarak enjeksiyon pompası fertigasyon yöntemi (F1) konusu ve I₅₀ kısıntılı sulama konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.38. Fertigasyon ve sulama konularının meyvede asitlik değerlerine ilişkin LSD gruplandırması, % (2015)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	0.44	0.50	0.52	0.49 a
F ₂	0.40	0.48	0.42	0.43 c
F ₃	0.46	0.49	0.45	0.47 b
Sulama Konuları Ort.	0.43 c	0.49 a	0.46 b	
İstatistiksel Analiz	F: LSD (0.05)=0.02; P=0.0057** SK: LSD (0.05)=0.02; P=0.0011** F*SK: öd			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Patane ve ark. (2011) domateste asitlik üzerine su kısıntısı konularını da inceledikleri araştırmada su kısıntısı koşullarında daha yüksek asitlik değerleri elde edildiğini bildirmişlerdir. Kırdı ve ark. (2004) su kısıntısı koşullarında domateste asitlik miktarında istatistiksel olarak farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Nangare ve ark. (2016) su kısıntısı koşullarında asitlik değerlerinin arttığını belirtmişlerdir.

4.1.12.10. Vitamin C

Araştırmada vitamin C değerleri her parselden alınan meyve örnekleri laboratuvar ortamında %3 meta-fosforik asit ve %8 asetik asit çözeltisi ile belirlenmiştir.

Araştırmanın birinci yılında elde edilen domates vitamin C değerlerine ilişkin varyans analizi Ek Çizelge 29'da LSD gruplandırması ise Çizelge 4.39'da verilmiştir. Vitamin C değerlerinde Fertigasyon, sulama düzeyi ve sulama*fertigasyon etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sulama düzeylerine göre ortalama vitamin C değerleri F1 konusunda 22.3 – 25.6 mg 100 g⁻¹, F2 konusunda 23.4 – 28.6 mg 100 g⁻¹ ve F3 konusunda 24.1 – 30.8 mg 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir. LSD gruplandırmasına göre en yüksek asitlik değeri 30.8 mg 100 g⁻¹ olarak basınç farkı fertigasyon yöntemi (F3) konusu ve I₅₀ kısıntılı sulama konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.39. Fertigasyon ve sulama konularının vitamin c değerlerine ilişkin
LSD gruplandırması, mg 100 g⁻¹ (2014)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	24.9	25.6	22.3	24.3
F ₂	28.6	23.4	27.4	26.5
F ₃	28.4	24.1	30.8	27.8
Sulama Konuları Ort.	27.3	24.5	26.9	
İstatistiksel Analiz	F: öd SK: öd F*SK: öd			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırmanın ikinci yılında elde edilen vitamin C değerlerine ilişkin varyans analizi Ek Çizelge 30'da LSD gruplandırması ise Çizelge 4.40'da verilmiştir. Vitamin C değerlerinde Fertigasyon, sulama düzeyi ve sulama*fertigasyon etkileşimi ikinci deneme yılında da istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sulama düzeylerine göre ortalama domates vitamin C değerleri F1 konusunda 12.1 – 13.6 mg 100 g⁻¹, F2 konusunda 10.5 – 12.5 mg 100 g⁻¹ ve F3 konusunda 10.8 – 13.4 mg 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir. LSD gruplandırmasına göre en yüksek asitlik değeri 13.6 mg 100 g⁻¹ olarak enjeksiyon pompası fertigasyon yöntemi (F1) konusu ve I₇₀ kısıntılı sulama konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.40. Fertigasyon ve sulama konularının vitamin c değerlerine ilişkin
LSD gruplandırması, mg 100 g⁻¹ (2015)

Fertigasyon Yöntemi (F)	Sulama Konuları (SK)			Fertigasyon Ort.
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	
F ₁	13.2	13.6	12.1	12.9
F ₂	12.5	10.5	12.4	11.8
F ₃	13.4	10.8	11.8	11.9
Sulama Konuları Ort.	13.1	11.6	12.1	
İstatistiksel Analiz	F: öd SK: öd F*SK: öd			

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Patane ve ark. (2011) domateste vitamin C zerine su kısıntısı konularını da inceledikleri araştırmada su kısıntısı koşullarında daha yüksek vitamin c değerleri elde edildiğini bildirmişlerdir.





5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çukurova Bölgesi'nde açıkta domates üretiminde damla sulama sisteminde kullanılan fertigasyon ekipmanlarından olan enjeksiyon pompası, ventüri ve basınç farkı yöntemlerinin kısıntılı sulama koşullarında domates bitkisinin verimi ile anılan yöntemlerin etkilerinin 2014 – 2015 yıllarında araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda açıklanmıştır.

5.1. Sonuçlar

Çalışmada fertigasyon konularında NO_3 konsantrasyonu değişimleri sulamalar süresince takip edilmiştir. 2014 yılında F1 enjeksiyon pompası konusunda ortalama NO_3 konsantrasyonları sulama konularına göre $2.02 - 49.33 \text{ mg L}^{-1}$, F2 ventüri konusunda $32.10 - 52.41 \text{ mg L}^{-1}$ ve F3 basınç farkı konusunda $1.08 - 54.75 \text{ mg L}^{-1}$ değerleri arasında belirlenmiştir. 2015 yılında F1 enjeksiyon pompası konusunda ortalama NO_3 konsantrasyonları sulama konularına göre $2.59 - 54.58 \text{ mg L}^{-1}$, F2 ventüri konusunda $55.55 - 77.96 \text{ mg L}^{-1}$ ve F3 basınç farkı konusunda $1.58 - 65.30 \text{ mg L}^{-1}$ değerleri arasında bulunmuştur. F1 ve F3 konuları sulama sürelerinin sonunda gübrelerin tamamını bitki kök bölgesine iletirken F2 ventüri konusu sulama sonunda gübreyi tamamen tüketemediği sonucuna varılmıştır. Basınç farkı yöntemi sulama süresince gübre konsantrasyonunu hızlı bir şekilde tükettiği ancak enjeksiyon pompası yönteminin sulamanın sonuna kadar daha doğrusal bir şekilde gübreyi tükettiği sonucuna varılmıştır.

Konulara uygulanan sulama suyu miktarları her iki yılda farklılıklar göstermiştir. 2014 yılında $I_{100} - I_{70}$ ve I_{50} konularında uygulanan sulama suyu miktarları sırası ile $397.9 - 303.4$ ve 240.4 mm olarak belirlenmiştir. 2015 yılında ise aynı sıra ile $409.0 - 304.3$ ve 234.5 mm şeklinde elde edilmiştir. Araştırmanın her iki yılında da F1, F2 ve F3 konularına su kısıntısı koşullarına göre aynı miktarda sulama suyu miktarları verilmiştir. Sulama suyu miktarları su kısıntısı koşullarına paralel olarak azalmıştır.

Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 2014 yılında F1 konusunda sulama konularına göre 438.4 - 578.9 mm, F2 konusunda 443.4 - 584.9 mm ve F3 konusunda 441.4 – 582.9 mm olarak belirlenmiştir. 2015 yılında ise yine aynı sıra ile F1 konusunda 360.0 – 520.5 mm, F2 konusunda 362.0 – 524.5 mm ve F3 konusunda 359.0 – 522.5 mm arasında değişmiştir. Genel olarak 2014 ve 2015 yılında sulama suyu miktarı arttıkça mevsimlik bitki su tüketimi değerleri de artış göstermiştir. Araştırmanın her iki yılında da F2 ventüri yöntemi konusunda daha yüksek bitki su tüketimi değerleri elde edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre domates bitkisinde su kısıntısı uygulanan konularda sulama konularına göre daha düşük verim değerleri elde edilmiştir. Farklı fertigasyon uygulamaları, sulama konuları ve sulama*fertigasyon etkileşiminin verim üzerine etkileri istatistiksel olarak %99 güvenle önemli bulunmuştur. Ortalama verimler araştırmanın 2014 ve 2015 yılında en yüksek F1 tam sulama (I_{100}) konusunda sırası ile 4875 – 5106 kg da⁻¹ en düşük verim değerleri ise F2 kısıntılı sulama (I_{50}) konusunda sırası ile 2803 – 3189 kg da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Domates bitkisinde sulamaların verim değerlerini artırdığı sonucuna varılmıştır. Araştırmanın her iki yılında da elde edilen sulama ve fertigasyon konularında elde edilen bitki su tüketimleri ile verim değerleri arasında ikinci dereceden önemli ilişkiler elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre F1 enjeksiyon pompası konularında verim değerleri daha yüksek çıkmıştır. Bu durum yukarıda açıklandığı gibi sulama süresince enjeksiyon pompası (F1) yönteminin gübre miktarlarına bitki kök bölgesine tamamını iletebilmesine bağlanabilir.

Çalışmada su kullanma etkinliği (WUE) ve sulama suyu kullanma etkinliği (IWUE) değerleri sulama suyu miktarları arttıkça genel olarak azalmıştır. 2014 yılında en yüksek WUE değeri F3 I_{70} konusunda 8.6 kg m⁻³ en düşük WUE değeri ise 5.7 kg m⁻³ F2 I_{70} konusundan elde edilmiştir. IWUE değeri ise en yüksek F3 I_{50} konusunda 15.6 kg m⁻³ ve en düşük IWUE değeri F2 I_{100} konusunda 6.1 kg m⁻³ olarak belirlenmiştir. Araştırmanın 2015 yılında en yüksek WUE değeri F3 I_{50}

konusunda 10.9 kg m^{-3} ve en düşük WUE değeri F2 I₁₀₀ konusunda 7.5 kg m^{-3} şeklinde belirlenmiştir. IWUE değeri ise en yüksek F3 I₅₀ konusunda 16.8 kg m^{-3} ve en düşük IWUE değeri F2 I₁₀₀ konusunda 9.5 kg m^{-3} şeklinde tespit edilmiştir. 2014 yılında WUE ve IWUE değerlerinde I₇₀ konusunda elde edilen istisnai durumlar sulama konuları ve bitki su tüketimi değerlerinden kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır.

Araştırmanın her iki yılında da domates bitkisinde enjeksiyon pompası konusunda ve sulama suyu miktarları arttıkça yaprak alan indeksi, bitki boyu, kuru madde miktarı değerlerinin arttığı araştırmanın her iki yılında da tespit edilmiştir. Ventüri yöntemi tüm sulama konularında bahsi geçen parametrelerde en düşük değerleri elde ederken, F3 basınç farkı yöntemi enjeksiyon pompası konusundan sonra en yüksek değerlere sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışma yıllarında farklı fertigasyon konuları, sulama konuları ve sulama*fertigasyon etkileşimi meyve sayısı ve meyve ağırlığı değerlerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunurken meyve hacmi değerlerine sadece sulama konusunda önemli bulunmuştur. Meyve çapı değerlerinde 2014 araştırma yılında sulama konusu istatistiksel olarak önemli iken diğer konularda önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır. Meyve boyu değerlerinde 2014 ve 2015 yılında sulama konuları istatistiksel olarak önemli iken diğer konuların etkileri önemsiz bulunmuştur. SÇKM değerlerinde 2015 yılında sulama*fertigasyon etkileşiminde %5 önem seviyesinde farklılıklar belirlenirken diğer konuların etkileri tespit edilmemiştir. Domates meyvesinde EC değerlerinde 2015 yılında sulama*fertigasyon etkileşimi istatistiksel olarak önemli iken diğer konularda önemsiz olarak belirlenmiştir. Meyvede pH ve vitamin C değerlerinde araştırmanın her iki yılında bahsi geçen konuların etkileri önemsiz iken asitlik değerleri üzerine etkileri 2015 yılında fertigasyon ve sulama konuları önemli olarak bulunmuştur.

Günümüzde sulama suyu ile gübreleme işleminin beraber uygulandığı fertigasyon tekniği yoğun olarak devam etmektedir. Fertigasyon yöntemlerinde

farklı ekipmanlar kullanılmakta ancak kullanılan gübrelerin bitki kök bölgesine iletilmesi konusu üretim açısından önem arz etmektedir. Yapılan araştırmada en yaygın olarak kullanılan 3 farklı fertigasyon ekipmanlarının etkileri farklı su kısıntısı koşullarında domates bitkisi üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre F2 ventüri fertigasyon ekipmanının olduğu konular genellikle en düşük değerleri elde etmiştir. F1 enjeksiyon pompası yönteminde sulamalar süresince verilen gübrelerin bitki kök bölgesine tamamına yakın iletildiği ve bitkilerin bundan yararlanarak verim ve diğer parametrelere olumlu tepkiler verdiği açık şekilde görülmektedir. F3 basınç farkı yöntemi F1 yöntemine benzer şekilde gübreleri bitki kök bölgesine iletmekte ancak verim ve diğer etmenler göz önüne alındığında enjeksiyon pompası yönteminden geride kalmaktadır.

5.2. Öneriler

Önümüzdeki yıllarda ülkemizde özellikle iklim değişikliği etkilerine dair yapılan tahmin ve çalışmalar dikkate alındığında suyun önemi daha da belirginleşmektedir. Yapılan çalışmada bu amaç göz önüne alınarak farklı su kısıntısı konuları ele alınmıştır. Domates bitkisinde tam sulama konuları araştırma boyunca enjeksiyon pompası konusu ile birlikte olumlu etki yaratabilecek tüm parametrelerde en iyi değerleri elde etmiştir. Damla sulama sistemlerinde domates yetiştiriciliğinde fertigasyon ekipmanlarından olan enjeksiyon pompasının diğer ekipmanlara göre tercih edilmesi, çalışma sonucuna göre önerilmektedir. Fertigasyon tekniklerinde üreticilerin gübreyi sulamalar sırasında önceden veya sonradan verip gübresiz sulamaya devam etmesi yerine, sulama süresince gübrelemenin devam etmesi araştırma sonucuna göre önerilmektedir.

Sulamalarda tarla kapasitesinin eksik neme getirilmesi sulama açısından kaçınılmazdır. Araştırmada tüm konularda 60 cm derinlikteki mevcut nem tarla kapasitesine getirilecek şekilde sulamalar dikkate alınmıştır. Bu anlamda farklı su

kısıntısı konuları fertigasyon ekipmanları ile ele alınmıştır. Sulamalar genel olarak, meyve verim bileşenlerinde olumlu etkiler meydana getirmektedir. Domates bitkisinde sulamaların 60 cm toprak nemine göre yapılması gerekmektedir.

Sulama suyu miktarı domates bitkisinde verim ve bileşenleri artırdığı araştırma sonucunda belirlenmiştir. Bu nedenle domates bitkisinde mutlaka toprak nem değerlerine göre gereken sulama suyu miktarı uygulanmalıdır.

Yapılan çalışma sonucunda Akdeniz Bölgesi'nde açıkta domates yetiştiriciliğinde gübrelemelerin enjeksiyon pompası ile yapılması ve su kısıntısı olmadığı durumlarda tam sulamaların yapılması gerektiği tespit edilmiştir. Gelecek yıllarda su kısıntısı olması durumunda I₇₀ sulama konusunun enjeksiyon pompası ile birlikte dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.



KAYNAKLAR

- Ay, C., Karayel, H., B., 2006. The Effects of Different Organic Fertilizers Which are Applied as Base and Liquid Dressing in a Greenhouse on the Growth, Yield and Fruit Quality in Tomato. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Bilecik, Sayı:11.
- Badr, M., A., El-Yazied, A., A., A., 2007. Effect of Fertigation Frequency from Subsurface Drip Irrigation on Tomato Yield Grown on Sandy Soil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, Egypt, 1(3): 279-285.
- Bağatur, T., Önen, F., Kayaalp, N., 2018. Testing of System Performance for Different Aerator Configuration Using Venturi. El Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi, Diyarbakır, Cilt: 5, No: 3, 724-733.
- Bracy, R., P., Parish, R., L., Rosendale, R., M., 2003. Fertigation Uniformity Affected by Injector Type. American Society for Horticultural Science, Louisiana, 13, 1.
- Cook, W., P., Sanders, D., C., 1991. Nitrogen Application Frequency for Drip-Irrigated Tomatoes. Hortscience, Charleston, 26(3):250-252.
- Çağlar, K.Ö., (1969). Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:10, Ankara 230s.
- Çebi, Ü., Özer, S., Alintaş, S., Öztürk, O., Yurtseven, E., 2018. Farklı Sulama Suyu Kalitesi ve Su Düzeylerinin Serada Yetiştirilen Domates Bitkisinin Verim ve Su Kullanım Etkinliği Üzerine Etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, Şanlıurfa, 22 (1) : 33 - 46.
- Çetin, Ö., Yıldırım, O., Uygan, D., Boyacı, H., 2002. Irrigation Scheduling of Drip-Irrigated Tomatoes Using Class A Pan Evaporation. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, Eskişehir, 26, 171-178.

- Çetin, Ö., Uygan, D., Boyacı, H., 2008. Improvement of The Irrigation Efficiency Using the Canopy Covers for Drip Irrigation Scheduling of Tomatoes. Irrigation Science, Diyarbakır, 23.
- Demir, V., Gönüloğlu, E., 1995. Damla Sulama Sistemlerinde Kullanılan Gübre Uygulama Ekipmanları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, İzmir, Cilt:32, Sayı:1.
- Fan, J., Wu, L., Zhang, F., Yan, S., Xiang, Y., 2017. Evaluation of Drip Fertigation Uniformity Affected by Injector Type, Pressure Difference and Lateral Layout. Irrigation and Drainage, China, 10.
- Fao, 2019. Faostat Agriculture. <http://faostat.fao.org/site/567/-DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>, Erişim tarihi 02.12.2019.
- Günay, A., 2005. Özel Sebze Yetiştiriciliği II. Bölüm, Domates Yetiştiriciliği. 318-343.
- Gürbüz, T., 2001. Sanayi Domatesinde Farklı Sulama Yöntemleri ve Sulama Düzeylerinin Su-Verim İlişkileri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 54s.
- Hanson, B., May, D., 2004. Effect of Subsurface Drip Irrigation on Processing Tomato Yield, Water Table Depth, Soil Salinity, And Profitability. Agricultural Water Management, California, 68:1-17.
- Hebbbar, S., S., Ramachandrappa, B., K., Nanjappa, H., V., Prabhakar, M., 2004. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). European Journal of Agronomy, India, 21:117-127.
- Howell, T., A., Musick, J., T., Tolk, J., A., 1986. Canopy Temperature of Irrigated Winter Wheat. Transactions of the Asae, Usa, 29(6):1692-1699.
- Howell, T.A., Yazar, A., Schneider, A.D., Dusek, D.A And Copeland, K.S., 1995. Yield and Water Use Efficiency of Corn in Response to LEPA Irrigation. ASAE Trans. of the ASAE, 38(6):1737-1747.
- Ipcc, (1996). Climate Change 1995: The Science of Climate Change. J.T. Houghton, L. G. Meira Filho, B. A. Callender, N.Harris, A. Kattenberg,

- and K. Maskell. (eds.). Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge. 572 pp.
- Kaman, H., Kurunç, A., Demir, H., Tezcan, A., Sayıcı, A., Can, M., Gökçen, U., 2017. Farklı Sulama Suyu Tuzluluğunun Domateste Yaprak Alanı ve Kuru Madde Üzerine Etkileri. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, Eskişehir, 34: 152-158.
- Kırnak, H., Kaya, C., 2004. Determination of Irrigation Scheduling of Tomato Using Pan-Evaporation in Harran Plain. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, Eskişehir, 21 (1) : 43-50.
- Kırda, C., Baytorun, N., Derici, M., R., Daşgan, H., Y., Tanrıverdi, Ç., Gümüş, Z., 2003. Fertigasyon Tekniği ile Serada Yetiştirilen Domatesin, Kök Bölgesi Toprak Suyu Tansiyonuna Verim Tepkisi ve Azotlu Gübre Alımı. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, Adana, 27, 323-328.
- Kırda, C., Çetin, M., Daşgan, Y., Topçu, S., Kaman, H., Ekici, B., Derici, M., R., Özgüven, A., İ., 2004. Yield Response of Greenhouse Grown Tomato to Partial Root Drying and Conventional Deficit Irrigation. Agricultural Water Management, Adana, 69: 191 – 201.
- Li, J., Meng, Y., Liu, Y., 2006a. Hydraulic Performance of Differential Pressure Tanks For Fertigation. American Society of Agricultural and Biological Engineers, China, 49(6): 1815–1822.
- Li, J., Meng, Y., Liu, Y., 2006b. Field Evaluation of Fertigation Uniformity as Affected by Injector Type and Manufacturing Variability of Emitters. Irrigation Science, China, 25:117–125.
- Li, Y., Wang, L., Xue, X., Guo, W., Xu, F., Li, Y., S, W., Chen, F., 2017. Comparison of Drip Fertigation and Negative Pressure Fertigation on soil Water Dynamics and Water Use Efficiency of Greenhouse Tomato Grown in The North China Plain. Agricultural Water Management, China, 184:1-8.

- Mahajan, G., Singh, K., G., 2006. Response of Greenhouse Tomato to Irrigation and Fertigation. *Agricultural Water Management*, 84: 202-206.
- Nangare, D., D., Singh, Y., Kumar, P., S., Minhas, P., S., 2016. Growth, Fruit Yield and Quality of Tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) as Affected by Deficit Irrigation Regulated on Phenological Basis. *Agricultural Water Management*, India, 171:73–79.
- Neto, A., J., S., Zolnier, S., Lopes, D., C., 2014. Development and Evaluation of an Automated System for Fertigation Control in Soilless Tomato Production. *Computers and Electronics in Agriculture*, Brazil, 103:17–25.
- Noyan, Ö., F., Karaata, H., Çağatay, K., Demir, M., Balçın, M., 2001. Tokat-Kazova Koşullarında Fertigasyon Yöntemi ile Sırik Domatese (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) Uygulanacak Azotlu Gübrenin Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. 2. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Ankara, Tokat.
- Özbahçe, A., Tarı, A., F., 2009. Effect of Different Emitter Spaces and Irrigation Levels on Yield and Yield Components of Processing Tomato. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, Eskişehir, 21 (2) : 63-70.
- Özbahçe, A., Tarı, A., F., Çetin, Ö., 2012. Toprak Nemi İzlenerek Oluşturulan Sulama Programından Uygun Pan Katsayısının Tahmini: Domates Örneği. 9. Sebze Tarımı Sempozyumu, Konya, 399-406.
- Özdemir, E., Dündar, Ö., 1998. Effect of Different Postharvest Application on Storage of Kozan and Valencia Late Oranges. *XXV.Int.Hort*, Brussels, p.378.
- Patane, C., Tringali, S., Sortino, O., 2011. Effects of Deficit Irrigation on Biomass, Yield, Water Productivity and Fruit Quality of Processing Tomato Under Semi Arid Mediterranean Climate Conditions. *Scientia Horticulturae*, 129:590–596.
- Papadopoulos, I., 2000. Fertigation: Present Situation and Future Prospects. in *Plant Nutrient Management Under Pressurized Irrigation Systems in Mediterranean Region*, Ryan, 3-49.

- Sarısaçlı, İ. E., 2009. Salça. www.igeme.gov.tr (erişim 20.07.2009).
- Savvas, D., Samantouros, K., Paralemos, D., Vlachakos, G., Stamatakis, M., Vassilatos, C., 2004. Yield and Nutrient Status in The Root Environment of Tomatoes (*Lycopersicon Esculentum*) Grown on Chemically Active and Inactive Inorganic Substrates. *Acta Horticulturae*, 644: 377-383.
- Shedeed, S., I., Zaghloul, S., M., Yassen, A., A., 2009. Effect of Method and Rate of Fertilizer Application under Drip Irrigation on Yield and Nutrient Uptake by Tomato. *Ozean Journal of Applied Sciences*, Egypt, 2(2).
- Shennan, C., Mitchell, J., P., Grattan, S., R., May, D., M., 1991. Tomato Fruit Yields and Quality under Water Deficit and Salinity. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, California, 116(2):215-221.
- Shrivastava, P., K., Parikh, M., M., Sawani, N., G., Raman, S., 1994. Effect of Drip Irrigation and Mulching on Tomato Yield. *Agricultural Water Management*, 25:179-184.
- Sibomana, I., C., Aguyoh, J., N., Opiyo, A., M., 2013. Water Stress Affects Growth and Yield of Container Grown Tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill) Plants. *Global Journal of Bio-Science and Biotechnology*, Kenya, 4:461-466.
- Singandhupe, R., B., Rao, G., G., S., N., Patil, N., G., 2003. Fertigation Studies and Irrigation Scheduling in Drip Irrigation System in Tomato Crop (*Lycopersicon Esculentum* L.). *European Journal of Agronomy*, India, 19:327-340.
- Sun, Y., Niu, W., 2012. Simulating the Effects of Structural Parameters on the Hydraulic Performances of Venturi Tube. *Hindawi Publishing Corporation Modelling and Simulation in Engineering*, China, 2012,7.
- Tanaskovik, V., Cukaliev, O., Romic, D., Ondrasek, G., 2011. The Influence of Drip Fertigation on Water Use Efficiency in Tomato Crop Production. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Macedonia, 76:57-63.

- Topçu, S., Kırdar, C., Daşgan, Y., Kaman, H., Çetin, M., Yazıcı, A., Bacon, M., A., 2007. Yield Response and N-Fertiliser Recovery of Tomato Grown Under Deficit Irrigation. *European Journal of Agronomy*, Adana, 26:64-70.
- Ussal, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, USDA Hand Book, 60: 147.
- Üzen, N., Çetin, Ö., 2017. Pamukta Farklı Lateral Aralıkları ve Azotun Fertigasyonda Uygulama Sıklığının Lf Verimi ile Besin İçeriğine Etkisi. *Toprak Su Dergisi*, Diyarbakır, (1):40-48.
- Zhang, H., Xiong, Y., Huang, G., Xu, X., Huang, Q., 2016. Effects of Water Stress on Processing Tomatoes Yield, Quality Andwater Use Efficiency with Plastic Mulched Drip Irrigation in Sandy Soi lof The Hetao Irrigation District. *Agricultural Water Management*, China, (yayınlanmamış).
- Zotarelli, L., Scholberg, J., M., Dukes, M., D., Carpena, R., M., Icerman, J., 2009. Tomato Yield, Biomass Accumulation, Root Distribution and Irrigation Water Use Efficiency on a Sandy Soil, as Affected by Nitrogen Rate and Irrigation Scheduling. *Agricultural Water Management*, Florida, 25:179-184.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Gaziantep'te doğdu. İlk, orta okul ve lise eğitimini Gaziantep'te tamamladı. 2002 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde öğrenim görmeye başladı ve 2006 yılında tamamladı. 2007 yılında özel sektörde çalışmaya başladı. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimine başlayıp 2010 yılında bitirdi. 2011 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde doktora başladı. Aynı zamanda 2011 yılında Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Enstitüsü Müdürlüğüne atanarak çalışmaya başladı ve halen aynı kurumda Ziraat Yüksek Mühendisi olarak görev yapmaktadır. 1 çocuk babasıdır.





EKLER



Ek Çizelge 1. Domates verim değerlerine ilişkin varyans analizi (2014)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	91994.5	45997.2	2	5.6939	0,0676
Fertigasyon Yöntemi	6811006	3405503	2	421.5593	0.0001**
Hata1	32313.4	8078.35	4	0.6183	0.6579
Sulama Konuları	4345035	2172517	2	166.2833	0.0001**
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	470612	117653	4	9.0051	0.0013**
Hata	156782	13065	12		
Toplam	11907743		26		0.0001**

CV(%)=3.0

Ek Çizelge 2. Domates verim değerlerine ilişkin varyans analizi (2015)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	323273	161637	2	1.1930	0.3923
Fertigasyon Yöntemi	5702292	2851146	2	21.0440	0.0075**
Hata1	541941	135485	4	0.5470	0.7048
Sulama Konuları	3675988	1837994	2	7.4207	0.0080**
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	362829	90707.1	4	0.3662	0.8281
Hata	2972221	247685	12		
Toplam	13578543		26		0.0297*

CV(%)=12.2

Ek Çizelge 3. WUE değerlerine ilişkin varyans analizi (2014)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	0.00003	1.48e-5	2	1.0000	0.4444
Fertigasyon Yöntemi	28.4204	14.2102	2	959187.3	0.0001*
Hata1	0.00006	1.48e-5	4	4.0000	0.0274*
Sulama Konuları	0.33067	0.16534	2	44641.00	0.0001*
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	1.89508	0.47377	4	127918.0	0.0001*
Hata	0.000044	3.704006	12		
Toplam	30.646252		26		0.0001**

CV(%)=0.02

Ek Çizelge 4. IWUE değerlerine ilişkin varyans analizi (2014)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	0.00067	0.00034	2	5.6875	0.0677
Fertigasyon Yöntemi	74.3424	37.1712	2	627264.1	0.0001*
Hata1	0.00024	0.00006	4	1.1429	0.3828
Sulama Konuları	46.5582	23.2791	2	448954.4	0.0001*
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	6.01235	1.50309	4	28988.11	0.0001*
Hata	0.00062	5.185e-5	12		
Toplam	126.91452		26		0.0001**

CV(%)=0.05

Ek Çizelge 5. WUE değerlerine ilişkin varyans analizi (2015)

Kaynaklar	Kareler Toplam	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	8.89e-5	4.44e-5	2	0.4211	0.6824
Fertigasyon Yöntemi	31.5114	15.7557	2	149264.3	0.0001**
Hata1	0.00042	0.00011	4	1.4250	0.2847
Sulama Konuları	9.44442	4.72221	2	63749.85	0.0001**
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	1.51849	0.37962	4	5124.900	0.0001**
Hata	0.000889	0.000074	12		
Toplam	42.475667		26		0.0001**

CV(%)=0.09

Ek Çizelge 6. IWUE değerlerine ilişkin varyans analizi (2015)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	0.00176	0.00088	2	2.2571	0.2207
Fertigasyon Yöntemi	59.0638	29.5319	2	75939.20	0.0001**
Hata1	0.00156	0.00039	4	2.1649	0.1350
Sulama Konuları	90.8995	45.4497	2	253019.2	0.0001**
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	2.97249	0.74312	4	4136.969	0.0001**
Hata	0.00216	0.00018	12		
Toplam	152.94127		26		0.0001**

CV(%)=0.1

Ek Çizelge 7. Domates bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analizi (2014)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	30.8889	15.4444	2	2.4821	0.1991
Fertigasyon Yöntemi	493.556	246.778	2	39.6607	0.0023**
Hata1	24.8889	6.22222	4	0.8096	0.5425
Sulama Konuları	1192.67	596.333	2	77.5952	0.0001**
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	73.7778	18.4444	4	2.4000	0.1078
Hata	92.2222	7.685	12		
Toplam	1908.0000		26		0.0001**

CV(%)=4.1

Ek Çizelge 8. Domates bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analizi (2015)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	20.6667	10.3333	2	2.8615	0.1692
Fertigasyon Yöntemi	754.889	377.444	2	104.5231	0.0004**
Hata1	14.4444	3.61111	4	1.2662	0.3362
Sulama Konuları	1204.67	602.333	2	211.2078	0.0001**
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	1.77778	0.44444	4	0.1558	0.9566
Hata	34.2222	2.852	12		
Toplam	2030.6667		26		0.0001**

CV(%)=2.4

Ek Çizelge 9. Domates biyokütle değerlerine ilişkin varyans analizi (2014)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	16.963	8.48148	2	0.1198	0.8902
Fertigasyon Yöntemi	334366	167183	2	2360.847	0.0001**
Hata1	283.259	70.8148	4	0.5425	0.7078
Sulama Konuları	220774	110387	2	845.6385	0.0001**
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	36911.9	9227.98	4	70.6924	0.0001**
Hata	1566.44	130.5	12		
Toplam	593918.74		26		0.0001**

CV(%)=2.3

Ek Çizelge 10. Domates biyokütle değerlerine ilişkin varyans analizi (2015)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	218.631	109.316	2	1.0063	0.4426
Fertigasyon Yöntemi	69979.2	34989.6	2	322.0850	0.0001**
Hata1	434.539	108.635	4	0.4906	0.7429
Sulama Konuları	145634	72816.9	2	328.8293	0.0001**
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	18170	4542.49	4	20.5132	0.0001**
Hata	2657.31	221.4	12		
Toplam	237093.38		26		0.001**

CV(%)=3.8

Ek Çizelge 11. Domates meyve sayısı değerlerine ilişkin varyans analizi (2014)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	0.01276	0.00638	2	0.3655	0.7148
Fertigasyon Yöntemi	355.161	177.581	2	10171.14	0.0001**
Hata1	0.06984	0.01746	4	2.7304	0.0794
Sulama Konuları	241.093	120.547	2	18851.79	0.0001**
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	86.0764	21.5191	4	3365.282	0.0001**
Hata	0.07673	0.0064	12		
Toplam	682.49021		26		0.0001**

CV(%)=0.3

Ek Çizelge 12. Domates meyve sayısı değerlerine ilişkin varyans analizi (2015)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	0.00059	0.00029	2	0.0264	0.9741
Fertigasyon Yöntemi	606.675	303.337	2	27332.25	0.0001**
Hata1	0.04439	0.0111	4	1.0826	0.4079
Sulama Konuları	324.555	162.278	2	15829.11	0.0001**
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	137.692	34.4229	4	3357.728	0.0001**
Hata	0.1230	0.0103	12		
Toplam	1069.0899		26		0.0001**

CV(%)=0.5

Ek Çizelge 13. Domates meyve ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analizi (2014)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	2.66667	1.33333	2	4.0000	0.1111
Fertigasyon Yöntemi	684.667	342.333	2	1027.000	0.0001*
Hata1	1.33333	0.33333	4	0.2857	0.8816
Sulama Konuları	680.667	340.333	2	291.7143	0.0001*
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	143.333	35.8333	4	30.7143	0.0001*
Hata	14.0000	1.167	12		
Toplam	1526.6667		26		0.0001**

CV(%)=0.7

Ek Çizelge 14. Domates meyve ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analizi (2015)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	9.55556	4.77778	2	0.6880	0.5536
Fertigasyon Yöntemi	514.667	257.333	2	37.0560	0.0026**
Hata1	27.7778	6.94444	4	1.3298	0.3145
Sulama Konuları	480.667	240.333	2	46.0213	0.0001**
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	145.333	36.3333	4	6.9574	0.0039**
Hata	62.6667	5.2222	12		
Toplam	1240.6667		26		0.0001**

CV(%)=1.4

Ek Çizelge 15. Domates meyve hacmi değerlerine ilişkin varyans analizi (2014)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	445.836	222.918	2	2.9983	0.1601
Fertigasyon Yöntemi	297.488	148.744	2	2.0007	0.2499
Hata1	297.388	74.3469	4	0.6212	0.6561
Sulama Konuları	7582.99	3791.49	2	31.6810	0.0001*
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	1.38362	0.34591	4	0.0029	1.0000
Hata	1436.126	119.677	12		
Toplam	10061.208		26		0.0036**

CV(%)=5.8

Ek Çizelge 16. Domates meyve hacmi değerlerine ilişkin varyans analizi (2015)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	94.7652	47.3826	2	0.7612	0.5247
Fertigasyon Yöntemi	671.416	335.708	2	5.3929	0.0732
Hata1	249.001	62.2504	4	0.7475	0.5782
Sulama Konuları	2282.2	1141.1	2	13.7016	0.0008*
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	49.363	12.3407	4	0.1482	0.9603
Hata	999.3874	83.282	12		
Toplam	4346.1356		26		0.0373*

CV(%)=6.16

Ek Çizelge 17. Domates meyve çapı değerlerine ilişkin varyans analizi (2014)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	13.1634	6.58169	2	2.2206	0.2246
Fertigasyon Yöntemi	38.1535	19.0768	2	6.4363	0.0562
Hata1	11.8558	2.96394	4	1.1827	0.3671
Sulama Konuları	199.594	99.7968	2	39.8222	0.0001*
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	11.8464	2.9616	4	1.1818	0.3675
Hata	30.07267	2.5061	12		
Toplam	304.68530		26		0.0005**

CV(%)=2.2

Ek Çizelge 18. Domates meyve çapı değerlerine ilişkin varyans analizi (2015)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	18.0935	9.04676	2	1.4337	0.3393
Fertigasyon Yöntemi	28.5973	14.2987	2	2.2661	0.2198
Hata1	25.2398	6.30995	4	1.1351	0.3860
Sulama Konuları	11.9716	5.98581	2	1.0768	0.3714
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	29.6638	7.41595	4	1.3341	0.3131
Hata	66.70465	5.55872	12		
Toplam	180.27076		26		0.2588

CV(%)=3.5

Ek Çizelge 19. Domates meyve boyu değerlerine ilişkin varyans analizi (2014)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	14.2319	7.11597	2	1.3152	0.3640
Fertigasyon Yöntemi	24.4423	12.2212	2	2.2587	0.2205
Hata1	21.6428	5.41069	4	2.3776	0.1101
Sulama Konuları	72.3834	36.1917	2	15.9039	0.0004*
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	0.22714	0.05679	4	0.0250	0.9986
Hata	27.30781	2.27565	12		
Toplam	160.23544		26		0.0089**

CV(%)=2.6

Ek Çizelge 20. Domates meyve boyu değerlerine ilişkin varyans analizi (2015)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	7.09942	3.54971	2	1.7665	0.2820
Fertigasyon Yöntemi	11.7367	5.86833	2	2.9203	0.1652
Hata1	8.03788	2.00947	4	1.4975	0.2641
Sulama Konuları	21.8259	10.913	2	8.1325	0.0059*
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	7.09942	3.54971	2	1.7665	0.2820
Hata	16.102751	1.34190	12		
Toplam	65.615430		26		0.0501*

CV(%)=2.1

Ek Çizelge 21. Domates SÇKM değerlerine ilişkin varyans analizi (2014)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	0.03185	0.01593	2	1.6329	0.3031
Fertigasyon Yöntemi	0.09062	0.04531	2	4.6456	0.0906
Hata1	0.03901	0.00975	4	0.3851	0.8153
Sulama Konuları	0.01654	0.00827	2	0.3266	0.7276
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	0.03877	0.00969	4	0.3826	0.8169
Hata	0.30395062	0.025329	12		
Toplam	0.52074074		26		0.8114

CV(%)=3.6

Ek Çizelge 22. Domates SÇKM değerlerine ilişkin varyans analizi (2015)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	0.13588	0.06794	2	1.8988	0.2631
Fertigasyon Yöntemi	0.09638	0.04819	2	1.3468	0.3571
Hata1	0.14313	0.03578	4	2.0174	0.1559
Sulama Konuları	0.12897	0.06449	2	3.6357	0.0583
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	0.23893	0.05973	4	3.3677	0.0456*
Hata	0.21283951	0.017737	12		
Toplam	0.95613169		26		0.0321*

CV(%)=2.3

Ek Çizelge 23. Domates meyve suyunda EC değerlerine ilişkin varyans analizi (2014)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	0.13804	0.06902	2	5.4563	0.0719
Fertigasyon Yöntemi	0.03222	0.01611	2	1.2736	0.3733
Hata1	0.0506	0.01265	4	0.2233	0.9202
Sulama Konuları	0.01798	0.00899	2	0.1587	0.8550
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	0.20075	0.05019	4	0.8858	0.5014
Hata	0.6798938	0.056658	12		
Toplam	1.1194749		26		0.8544

CV(%)=5.3

Ek Çizelge 24. Domates meyve suyunda EC değerlerine ilişkin varyans analizi (2015)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	0.02847	0.01423	2	0.9195	0.4693
Fertigasyon Yöntemi	0.17322	0.08661	2	5.5952	0.0693
Hata1	0.06192	0.01548	4	0.8570	0.5166
Sulama Konuları	0.68308	0.34154	2	18.9095	0.0002*
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	0.48131	0.12033	4	6.6620	0.0046*
Hata	0.2167432	0.018062	12		
Toplam	1.6447407		26		0.0024**

CV(%)=2.8

Ek Çizelge 25. Domates meyve suyunda pH değerlerine ilişkin varyans analizi (2014)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	42.6075	21.3037	2	0.5273	0.6262
Fertigasyon Yöntemi	53.8072	26.9036	2	0.6659	0.5628
Hata1	161.6	40.4001	4	1.6786	0.2191
Sulama Konuları	41.1388	20.5694	2	0.8546	0.4498
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	91.099	22.7748	4	0.9463	0.4707
Hata	0.03354321	0.002795	12		
Toplam	0.09747407		26		0.2000

CV(%)=18.7

Ek Çizelge 26. Domates meyve suyunda pH değerlerine ilişkin varyans analizi (2015)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	0.00263	0.00132	2	0.2544	0.7871
Fertigasyon Yöntemi	0.01676	0.00838	2	1.6187	0.3055
Hata1	0.0207	0.00518	4	0.9418	0.4729
Sulama Konuları	0.00546	0.00273	2	0.4970	0.6203
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	0.02853	0.00713	4	1.2977	0.3253
Hata	0.06594568	0.005495	12		
Toplam	0.14002551		26		0.5323

CV(%)=1.66

Ek Çizelge 27. Domates meyvede asitlik değerlerine ilişkin varyans analizi (2014)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	0.04536	0.02268	2	4.5416	0.0935
Fertigasyon Yöntemi	0.02589	0.01295	2	2.5922	0.1897
Hata1	0.01998	0.00499	4	0.7083	0.6016
Sulama Konuları	0.01925	0.00963	2	1.3651	0.2923
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	0.02802	0.007	4	0.9934	0.4480
Hata	0.08460741	0.007051	12		
Toplam	0.22310700		26		0.2813

CV(%)=10.6

Ek Çizelge 28. Domates meyvede asitlik değerlerine ilişkin varyans analizi (2015)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	0.0021	0.00105	2	3.6141	0.1269
Fertigasyon Yöntemi	0.0142	0.0071	2	24.3915	0.0057**
Hata1	0.00116	0.00029	4	0.5063	0.7322
Sulama Konuları	0.01452	0.00726	2	12.6275	0.0011**
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	0.00716	0.00179	4	3.1123	0.0567
Hata	0.00690123	0.000575	12		
Toplam	0.04605761		26		0.0046**

CV(%)=5.18

Ek Çizelge 29. Domates vitamin-C değerlerine ilişkin varyans analizi (2014)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	42.6075	21.3037	2	0.5273	0.6262
Fertigasyon Yöntemi	53.8072	26.9036	2	0.6659	0.5628
Hata1	161.6	40.4001	4	1.6786	0.2191
Sulama Konuları	41.1388	20.5694	2	0.8546	0.4498
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	91.099	22.7748	4	0.9463	0.4707
Hata	288.81296	24.0677	12		
Toplam	679.06561		26		0.4036

CV(%)=18.7

Ek Çizelge 30. Domates vitamin-C değerlerine ilişkin varyans analizi (2015)

Kaynaklar	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	SD	Hesap F	Tablo F
Tekerrür	3.45293	1.72646	2	1.2298	0.3835
Fertigasyon Yöntemi	7.41097	3.70549	2	2.6395	0.1858
Hata1	5.61543	1.40386	4	0.3490	0.8398
Sulama Konuları	8.96991	4.48495	2	1.1150	0.3596
Fertigasyon Yöntemi*Sulama Konuları	12.4567	3.11417	4	0.7742	0.5627
Hata	48.269891	4.02249	12		
Toplam	86.175807		26		0.7623

CV(%)=16.4