



EGE ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SERA DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDE

OTOMASYONA DAYALI

UYGUN SULAMA PROGRAMININ SAPTANMASI

Tolga ALTAY

Tez Danışmanı : Prof. Dr. İ. Hakkı TÜZEL

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 501.04.01

Sunuş Tarihi : 26.06.2015

Bornova-İZMİR

2015

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**SERA DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDE
OTOMASYONA DAYALI
UYGUN SULAMA PROGRAMININ SAPTANMASI**

Tolga ALTAY

Tez Danışmanı : Prof. Dr. İ. Hakkı TÜZEL

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 02.09.2015

Bornova-İZMİR

2015

Tolga ALTAY tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “Sera Domates Yetiştiriciliğinde Otomasyona Dayalı Uygun Sulama Programının Saptanması” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 02/09/2017 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

Jüri Başkanı	: Prof. Dr. İ. Hakkı TÜZEL
Raportör Üye	: Prof. Dr. Erhan AKKUZU
Üye	: Doç. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU

İmza

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Sera Domates Yetiştiriciliğinde Otomasyona Dayalı Uygun Sulama Programının Saptanması” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

07 / 09 / 2015



Tolga ALTAY

ÖZET**SERA DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDE OTOMASYONA
DAYALI UYGUN SULAMA PROGRAMININ SAPTANMASI**

ALTAY, Tolga

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İ. Hakkı TÜZEL

Ağustos 2015, 63 sayfa

Çalışma 2014 yılı ilkbahar bitki yetiştirme dönemini kapsayacak şekilde Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi (UTAEM) içinde bulunan PE örtülü serada gerçekleştirilmiştir. Domatesin (cv. Newton F1) bitkisel materyal olarak kullanıldığı çalışmada; uygulanan sulama düzeyleri bitki kök bölgesi kullanılabilir nem kapasitesinin farklı düzeylerde tüketilmesine izin verilen sulama programlarına dayandırılmıştır. Tam sulama (S1) konusunda kullanılabilir nem kapasitesinin % 15; diğer konularda ise sırasıyla (S2) % 30, (S3) % 45 ve (S4) % 60 düzeylerinde tüketilmesine izin verilmiş; böylece kullanılabilir nem kapasitesi seviyeleri S1 konusunda % 85-100, S2 konusunda % 70-85, S3 konusunda % 55-70 ve S4 konusunda % 40-55 arasında tutulmaya çalışılmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada damla sulama yöntemi kullanılmış ve sulamaların zamanlamasında bitki kök bölgesine yerleştirilen toprak nem algılayıcılarından (sensör) yararlanılmıştır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlarda ; S1 konusunda 241 mm., diğer konularda da sırasıyla 204.2 mm., 125.9 mm ve 92.3 mm. bitki su tüketimi hesaplanmıştır. Verim değerleri konulara göre sırasıyla 10.32 kg/m², 9.68 kg/m², 7.42 kg/m² ve 5.57 kg/m² olarak bulunmuştur.

Konulara göre verim etmeni (ky) değeri, pazarlanabilir ve toplam verimde sırasıyla 0.68 ve 0.66 olmuştur.

Konulara göre bitki su tüketimi ve sulama suyu miktarlarından elde edilen su kullanım etkinlikleri WUE (kg/m³) ve IWUE (kg/m³) değerleri; pazarlanabilir

ve toplam verimde sırasıyla 41.26-59.15, 41.26-60.35 ile 42.82-59.74, 42.82-60.94 olarak bulunmuştur.

Meyve kalite analizleri sonuçlarına göre; konular arasında yalnızca meyve sertliği açısından farklılık bulunmuş, diğer kalite parametreleri farklılık göstermemiştir.

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre; sera domates yetiştiriciliğinde bitki kök bölgesindeki nem açığının % 30'u aşmaması gerektiği sonucuna varılmıştır

Anahtar Sözcükler : Sera, domates, toprak nem algılayıcısı, otomasyon, bitki su tüketimi.

ABSTRACT**DETERMINATION OF AUTOMATED OPTIMUM
IRRIGATION PROGRAM IN GREENHOUSE TOMATO
PRODUCTION**

ALTAY, Tolga

MSc in Farm Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. I. Hakkı TUZEL

August 2015, 63 pages

The research was conducted in PE covered greenhouse placed in the International Agricultural Research and Training Center during the spring growing season of 2014 and tomato (cv Newton F) was selected. In this research, applied irrigation levels were based on the irrigation schedules which allow consuming of different levels of available plant root zone moisture capacity. Available moisture capacity is allowed to be consumed in full irrigation treatment (S1) 15%, (S2) 30%, (S3) 45% and (S4) 60%, to set available moisture capacity levels 85-100%, 70-85%, 55-70% and 40-55% in the irrigation treatments S1, S2, S3 and S4 respectively. The experimental design was conducted as a randomized block design with 3 replications. In this research drip irrigation system and for the timing of irrigation soil moisture sensors, placed in the plant root zone, were used.

Plant water consumption was determined 241 mm, 204.2 mm, 125.9 mm, 92.3 mm, respectively. Yields were obtained in irrigation treatments as 10.32 kg/m², 9.68 kg/m², 7.42 kg/m², 5.57 kg/m², respectively.

Efficiency factor values (ky) of marketable and total yield were determined 0.68 and 0.66, respectively.

Water use efficiency (WUE) (kg/m³) and irrigation water use efficiency (IWUE) (kg/m³) values were determined in the marketable and total yield ranging from 41.26-59.15 kg/m³, 41.26-60.35 kg/m³ and 42.82-59.74 kg/m³, 42.82-60.94 kg/m³, respectively.

Fruit quality analysis results showed that irrigation treatments were statistically significant only on fruit firmness, but no significance on other quality parameters.

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre; uygun sulama yönünden, sera domates yetiştiriciliğinde bitki kök bölgesindeki nem açığının %30'u aşmaması gerektiği sonucuna varılmıştır

According to the results, 30% of soil moisture depletion is recommended during the application of automated irrigation in greenhouse tomato production.

Keywords : Greenhouse, tomato, soil moisture sensor, automation , plant water consumption.

TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun belirlenmesinde görüş ve önerilerini esirgemeyen, araştırmanın yürütülmesi esnasında karşılaştığım soru ve sorunlarda sabırla yardımcı olan, verilerin toplanması, düzenlenmesi, değerlendirilmesi konusunda her aşamada yardımlarını aldığım,engin bilgi, deneyim ve öngörüsü ile çalışmalarına yön veren, gerek davranışlarıyla gerekse çalışmalarıyla bana örnek olan, her zaman desteğini hissettiğim tez danışmanım, Prof. Dr. İ. Hakkı TÜZEL’e,

Araştırmanın gerçekleştirildiği Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi (UTAEM) serası ile araştırmada kullanılan alet-ekipman desteği için Kurum Müdürü Dilek KAHRAMAN’a,

Verilerin toplanması, düzenlenmesi, değerlendirilmesi aşamalarında ve tezimin yazımı sırasında yardımlarını esirgemeyen Araş. Gör. Ulaş TUNALI’ya,

Araştırma sırasında gözlem, ölçüm, değerlendirmeler ve yetiştiricilik aşamalarında bana destek sağlayan Kurum arkadaşlarımdan Dr. Funda KIDOĞLU, Nesrin Karaman ve İlhami KEÇELİ’ye,

Araştırma sırasında gübreleme konusundaki desteğini esirgemeyen hocalarımdan, Prof . Dr. Eşref İRGET ve fide teminiden, laboratuvar analizlerinin yapılması, değerlendirilmesi, istatistiksel analizi konularında yardımlarını aldığım Doç. Dr. Gölgen Bahar ÖZTEKİN İRGET’e,

Bana her zaman destek olan, tez çalışmamın yürütülmesi ve tezin yazılması sırasında bana moral veren aileme, özellikle baba bunu bitirince ne olacak ki diye soran canım oğlum Ege’ye,

Teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xviii
1.GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1 Türkiye’de Örtüaltı Tarımı ve Domates Yetiştiriciliği.....	4
2.2 Domates Bitkisine İlişkin Genel Bilgiler	6
2.3 Domates Bitkisinde Yapılan Su-Verim İlişkisi Çalışmaları	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	12
3.1 Materyal	12
3.1.1 Deneme Yeri.....	12
3.1.2 İklim Özellikleri.....	13
3.1.3 Araştırma Serası.....	13
3.1.4 Deneme alanının toprak özellikleri	14

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.1.5 Deneme alanının sulama suyu özellikleri	15
3.1.6 Denemede kullanılan bitkisel materyal	15
3.1.7 Sulama sistemi.....	16
3.1.8 Araştırmada kullanılan veri toplayıcılar	18
3.2 Yöntem	20
3.2.1 Toprak hazırlığı ve dikim	20
3.2.2 Araştırma konuları ve deneme deseni	21
3.2.3 Gübreleme.....	23
3.2.4 Bakım işleri	23
3.2.5 Denemede yapılan ölçüm ve gözlemler	25
3.2.6 Bitki su tüketimi ve su kullanım randımanları	28
3.2.7 Yaprak alan indeksi (YAI) hesaplamaları	29
3.2.8 Referans bitki su tüketimi hesaplama yöntemleri	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1 İklim Verileri.....	31
4.2 Uygulanan Sulama Suyu.....	33

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.3 Bitki Su Tüketimi	34
4.4 Verim	38
4.5 Meyve Kalitesi	42
4.6 Su Kullanım Randımanı (WUE)	43
4.7 Verim Etmeni (Ky)	45
4.8 Bitki Gelişimi.....	46
4.9 Yaprak Alan İndeksi ve Yaprak Alanı-Su Tüketim İlişkileri	49
4.9 Referans Bitki Su Tüketimleri	51
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	54
KAYNAKLAR DİZİNİ	56
ÖZGEÇMİŞ	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Türkiye’de örtüaltı üretim alanları.....	4
3.1 Deneme alanının uydudan görünüşü.....	12
3.2 Araştırma serasından görünüm	14
3.3 Sondaj kuyusu denetim birimi.....	16
3.4 Sistem denetim birimi ve gübre çözelti tankları.....	17
3.5 Damla sulama lateralleri	17
3.6 Sulama konuları için sistem ana bağlantı noktası	18
3.7 Araştırmada kullanılan veri depolayıcılar.....	18
3.8 Araştırmada kullanılan toprak nem algılayıcıları ve elektronik sayaç.....	19
3.9 Sera içine yerleştirilen iklim istasyonu.....	19
3.10 Dikim sonrası seradan bir görünüm	20
3.11 Deneme konuları ve seradaki konumları	22
3.12 Deneme parselinin ölçüleri ve sensör konumu.....	23
3.13 Sera içindeki Bumble arıları.....	24
3.14 Minolta CR-300 renk ölçerlere ait CIE L*a*b* renk skalaları.....	26
4.1 Sera içi sıcaklık değerleri (°C).....	31
4.2 Sera içi oransal nem değerleri (%).....	32

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.3 Sera içi solar radyasyon değerleri ($Mj/m^2/gün$)	32
4.4 Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarlarının yığışımli değerleri (mm).....	34
4.5 Konulara göre günlük bitki su tüketim değerleri (mm/gün).....	35
4.6 Deneme konularının yığışımli bitki su tüketim değerleri (mm.).....	37
4.7 0-30 cm. derinlikteki toprak nem sensörü değerleri (%).....	37
4.8 30-60 cm. derinlikteki toprak nem sensörü değerleri (%).....	38
4.9 Konulara göre meyve çaplarının sınıflandırılması (cm/ad.).....	41
4.10 Sulama suyu ile pazarlanabilir ve toplam verim ilişkileri.....	44
4.11 Bitki su tüketimi ile pazarlanabilir ve toplam verim ilişkileri.....	45
4.12 Pazarlanabilir ve toplam verime göre ky grafiği.....	46
4.13 YAI'nin ölçüm tarihlerine göre değerleri (m^2/m^2).....	47
4.14 Konulara göre ortalama bitki boyları (cm).....	48
4.15 Konulara göre bitki gövde çapları (cm)).....	49
4.16 BST-YAI ilişki grafiği ve ilişki denklemi.....	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 2014 yılı Türkiye’deki plastik seralarda yetiştirilen bitkilerin üretim alanları ve miktarları.....	5
2.2 2014 yılı Türkiye domates üretim alanları ve miktarları.....	5
2.3 2014 yılı İzmir İli plastik sera üretim alanları (da).....	6
2.4 2014 yılı Menemen İlçesi plastik sera üretim alanları (da).....	6
3.1 Menemen ilçesi uzun yıllar iklim verileri.....	13
3.2 Deneme alanı toprağının bünye, TK, SN, HA değerleri.....	14
3.3 Deneme alanı toprağının bazı kimyasal özellikleri.....	14
3.4 Araştırmada kullanılan sulama suyuna ilişkin bazı kalite özellikleri.....	15
3.5 Yetiştirilen domates çeşidi, yetiştirme dönemi ve kontrollü sulama başlangıcı	15
3.6 Gübreleme amacıyla uygulanması gereken saf madde miktarı.....	23
4.1 Sulama suyu miktarları (mm) ve tarihleri).....	33
4.2 Konulara göre aylık bitki su tüketim miktarları (mm.).....	36
4.3 Konulara göre verim değerleri.....	38
4.4 Verimlere ait varyans analiz tablosu.....	38
4.5 Pazarlanabilir verimlere ait varyans analiz tablosu.....	39
4.6 Meyve ağırlığına ait varyans analiz tablosu.....	39

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.7 Pazarlanabilir meyve ağırlığına ait varyans analiz tablosu.....	40
4.8 Meyve kalite analiz değerleri.....	42
4.9 Pazarlanabilir ve toplam verime göre su kullanım etkinlikleri.....	43
4.10 Verim etmenin hesaplanabilmesi için gerekli oranlar.....	46
4.11 Konulara göre genel ortalama bitki boyları (cm.).....	47
4.12 Bitki boyu konu ortalamalarına ait varyans analiz tablosu.....	47
4.13 Konulara göre ortalama bitki gövde çapları (cm.).....	48
4.14 Bitki gövde çapı konu ortalamalarına ait varyans analiz tablosu	48
4.15 Konulara göre ortalama YAI değerleri (m^2/m^2)	49
4.16 Yaprak alan indeksi (YAI) konu ortalamalarına ait varyans analiz tablosu.....	49
4.17 Sera içi referans bitki su tüketimi hesaplama yöntemlerinden elde edilen sonuçlar (mm)	51
4.18 Sera dışı referans bitki su tüketimi hesaplama yöntemlerinden elde edilen sonuçlar (mm)	52
4.19 Gelişim dönemlerine göre domates bitkisi için bulunan bitki katsayıları (kc).....	53

1.GİRİŞ

Günümüzde sulamaya ayrılan su kaynaklarının değişik nedenlerle azalması, suyun etkin kullanımına yönelik bir seri önlemi gündeme getirmiştir. Uygulanan birim sudan en fazla yararın sağlanması için su kayıplarını azaltan yeni tekniklerin geliştirilmesine önem verilmektedir.

Dünya nüfusunun hızla artması, tarımsal açıdan işlenebilir alanların sabit kalması hatta erozyon, çoraklaşma, turizme açma, yerleşim alanlarına dönüştürme vb. nedenlerle giderek azalması, aynı şekilde su kaynaklarının da buna paralel olarak azalışı, insanları birim alandan daha az sulama ile daha fazla ürün elde edilme arayışlarına yöneltmiştir. Tarımda en fazla ürün artışı, çevre koşullarına bağlı olmadan seralarda ya da örtüaltında sağlanabilir. Aynı zamanda pazara sürekli taze sebze ve meyve verebilmek tarımda mevsimlik işgücü kullanımını tüm mevsim boyunca değerlendirmek ancak seracılıkla mümkündür (Yüksel, 1995).

Giderek artan dünya nüfusuna karşın gıda maddeleri üretiminin yetersiz kalması, beslenme problemini ortaya çıkarmaktadır. İnsanların sürekli olarak düzenli beslenmesi için hem tarımsal üretimin arttırılması hem de üretim alanlarının genişletilmesi gerekmektedir. Fakat üretim alanlarının genişletilmesi neredeyse imkansızdır. Bu sebepten dolayı insanoğlu tarımsal üretimi artırmanın yollarını araştırmıştır. Tarımsal üretim; birim alandan daha fazla ürün miktarı olarak ve tarım alanlarındaki üretimi bütün bir yıl boyunca sürekli hale getirerek arttırılabilir. Bu ise koşulların uygun olmadığı durumlarda seralar kullanılarak gerçekleştirilebilir (Üstün, 1998);

Ülkemizde yetiştirilen sera bitkilerinin büyük bir bölümünü sebze türleri oluştururken, üretimi yapılan sebze türleri içinde domates ilk sırada yer almakta, bunu hıyar, karpuz, biber (sivri) ve patlıcan takip etmektedir (TÜİK, 2014).

Domates, dünyada en çok üretilen, tüketilen ve ticarete konu olan tarım ürünlerinin başında gelmesi, insan beslenmesinde vazgeçilmez ürünlerden olması ve gıda sanayinde dondurulmuş, konserve, salça, ketçap, tursu gibi çok çeşitli kullanım alanlarına sahip olması nedeniyle önemli sebzelerin başında gelmektedir. Domates dünyada birçok ülkede yetiştirilmekle birlikte, uygun iklim koşulları nedeniyle Türkiye domates üretiminde önemli ülkelerden biridir (Keskin ve Gül, 2004)

Tarımsal üretimde birim alandan elde edilecek ürün miktarı ve kalitesini artırmak için bitkinin suya gereksinim duyduğu zaman ve gereksinim duyulan miktarda uygulanması gerekir. Ayrıca su yetersizliğinin olduğu yerlerde su kısıtının iyi kullanılması gerekmektedir. Bitkinin suya olan gereksinmesinin zamanında ve yeterli miktarda sağlanabilmesi için bitki su tüketiminin bilinmesi ve toprağın su tutma özelliklerinin de dikkate alınarak uygun bir sulama programının yapılması gerekir. Domates yetiştiriciliğinde sulama, verime en çok etki eden faktörlerden birisidir. Bu amaçla kıt kaynaklardan olan suyun etkili bir biçimde kullanılması gerekmektedir (Tülücü, 2003).

Doorenbos ve Kassam (1979), domates bitkisinin toplam su ihtiyacının 400 -600 mm arasında değiştiğini ve etkili kök bölgesinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30-40'ı tüketildiğinde sulamaya başlanırsa yüksek verim elde edilebileceğini ve damla sulama yönteminin domates yetiştiriciliği için en uygun sulama yöntemi olduğunu belirtmişlerdir.

Ertek vd. (2002), sanayileşme ve hızlı kentleşme nedeniyle giderek daralmakta olan tarım alanlarından ve buna bağlı olarak azalmakta olan sulama suyundan en yüksek yararın sağlanabilmesi için birim alandan birim su ile daha fazla ürün elde edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle yetiştirme döneminde bitkilerin gereksinim duyduğu sulama suyu miktarının ve dolayısıyla su tüketimlerinin bilinmesi ayrıca bitki su tüketimleri büyük ölçüde toprak ve iklim koşullarına bağlı olduğundan anılan koşulların farklılık gösterdiği yöreler için ayrı ayrı belirlenmesi ve bitkinin optimum ürün vermesini sağlayacak sulama programlarının oluşturulması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Su kaynağının, sulanması düşünülen alan için yeterli olmadığında veya su artırımını yoluyla daha fazla alanın sulamaya açılmasının planlandığı durumlarda, kısıntılı sulama işletmeciliği söz konusu olabilir ve sulama programları değiştirilerek bitki su tüketimlerinde azalmalar sağlanabilir (Kara, 1995).

Sulama zamanının planlanmasında amaç, sulamaya başlanacak zamanın ve uygulanacak sulama suyunun belirlenmesidir. Bu işlemlerin yapılabilmesi için tarımın yapılan bitki özellikleri, ıslatılacak toprak derinliği, toprağın su tutma kapasitesi, sulamaya başlanacak nem düzeyi, her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi gibi bilgilere gerek vardır. Sulama zamanının planlanmasında temel esas, toprak nemini sulamaya başlanacak nem

düzeyine düştüğünde tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu uygulamaktır (Güngör vd, 1996).

Otomasyon sistemleri, uzun araştırma ve tecrübeler sonucunda ortaya çıktığı için, özellikle kurulum maliyetleri, yüksek sistemlerdir. Sera otomasyon sistemlerinin de kurulum maliyetinin çok yüksek olması nedeniyle, bu sistemler tarım sektöründe fazla kullanılmamaktadır. Ayrıca; önceleri bu sistemlerin bilgisayar destekli çalışması durumunda; bu sistemleri kullanabilecek donanımlı kişilere ihtiyaç duyulmakta idi. Ancak günümüzde; hem bilgisayarların kullanımının kolaylaşması ve genişlemesi, hem de otomasyonun kurulum maliyetinin seralarda kısa zamanda karşılanıyor olması gibi sebeplerle bu sistemler yaygınlaşmaya başlamaktadır.

Bilgisayar kontrollü sera otomasyon sistemlerinin, ilaç kullanımında % 45 azalma, iş gücü ve genel masraflarda sırasıyla % 65 ve % 74 azalma, % 83 daha etkili yönetim, % 100 iyileştirilmiş koşullar sağladıkları belirtilmektedir (Arguscontrols, 2006). Diğer taraftan otomasyonun sulama uygulamalarında kullanılmasıyla, tüm sulama sisteminin kontrol edilmesi sonucunda yüksek randımana ulaşılması, suyun, işçiliğin ve enerjinin korunması, sulama ve gübreleme işlemlerinin sıklığını değiştirme ve ayrıca bu işlemleri optimize etme imkanının elde edilmesi, çalışma hassasiyeti ve sistem kullanım esnekliği sağlanabilir (Anonymous,(a)).

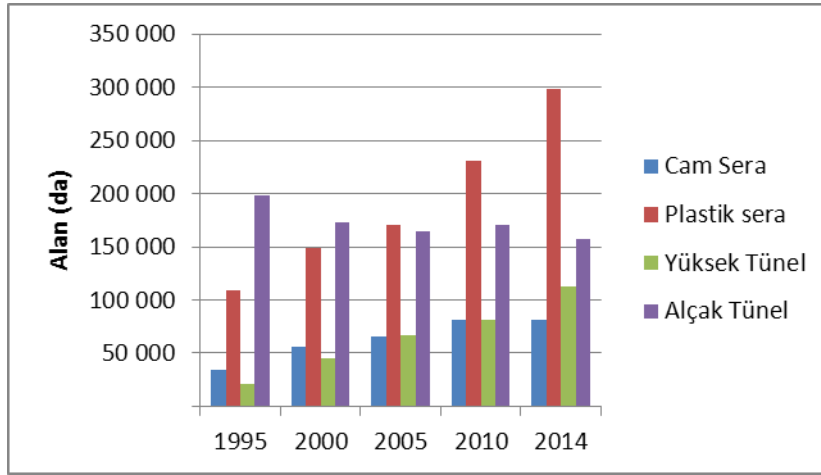
Günümüzde sulama uygulamalarının otomasyona dayandırıldığı çalışmaların yeterli sayısal düzeyde olduğunu belirtmek mümkün değildir. Bitki kök bölgesi nem düzeyinin sensörler yardımıyla sürekli olarak izlenmesi ve kontrol edilmesi sonucunda hem kök bölgesi altına sızımın denetlenebilmesi, hem de suyun etkin bir şekilde kullanımı ile yüksek verim ve kaliteye ulaşılması yanında nem sensörlerinin kullanım olanaklarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Araştırmada, sera domates yetiştiriciliğinde verim ve kalite yönünden, otomasyona dayalı en uygun sulama programının saptanması, farklı sulama programları altında bitki su tüketim değerlerinin belirlenmesi ve verimlerin karşılaştırılması ile bitki su tüketimi açısından elde edilecek değerler yardımıyla, girdi kullanımını optimum düzeye getirebilecek ve dolayısıyla çevre kirliliğini azaltacak önerilerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Türkiye’de Örtüaltı Tarımı ve Domates Yetiştiriciliği

Örtüaltı yetiştiriciliği ülkemizde alçak tünel, yüksek tünel ve seralarda (cam ve plastik) gerçekleştirilmektedir. Örtüaltı alanımız 2014 yılı itibari ile 649118 dekadır. Bu alanın % 46.01’i plastik sera, % 24.14’ü alçak plastik tünel, % 17.37’si yüksek plastik tünel, % 12.47’si cam seradır (TÜİK, 2014). Şekil 2.1’de çeşitlerine göre örtüaltı üretim alanları verilmektedir.



Şekil 2.1 Türkiye örtüaltı üretim alanları.

Ülkemizde örtüaltı yetiştiriciliğinde sebze üretimi başı çekmektedir. Bunu kesme çiçek, meyvecilik (muz hariç) ve iç mekân bitkileri takip etmektedir. Domates tüm sera sebzeleri içerisinde % 47’lik payla ilk sırada yer almakta bunu % 32 ile hıyar, % 9 ile biber, % 7 ile patlıcan ve diğerleri takip etmektedir. (T.C.Başbakanlık DPT Dokuzuncu Kalkınma Planı, 2007)

Ülkemizdeki plastik örtü malzemesi ile kaplı sera üretim alanları başlıca yetiştirilen türler ile üretim miktarları Çizelge 2.1’de verilmiştir. 2014 yılı itibariyle plastik seralarda en fazla üretim domatesten yapılmakta, bunu sırasıyla hıyar, sivri biber ve patlıcan izlemektedir (TÜİK, 2014).

Çizelge 2.1. 2014 yılı Türkiye’deki plastik seralarda yetiştirilen bitkilerin üretim alanları ve miktarları.

Ürün adı	Ekilen Alan (da)	Üretim (Ton)
Domates	162.613	2.261.956
Hıyar	38.886	566.807
Biber (Sivri)	26.200	225.537
Patlıcan	11.292	105.215
Marul (Kıvırcık)	7.086	19.295
Biber (Dolmalık)	5.656	44.823
Fasulye (Taze)	5.435	17.560
Kabak (Sakız)	5.308	39.473
Marul (Göbekli)	4.512	12.503
Kavun	3.355	24.228
Karpuz	2.351	16.068
Marul (Aysberg)	2.252	6.841
Biber (Çarliston)	1.534	16.578
Biber (Salçalık, Kapyra)	1.134	10.975

Örtüaltında üretilen domatesin yaklaşık % 66’sı plastik seralarda, % 22’si cam seralarda, % 6’sı yüksek plastik tünellerde ve yine yaklaşık % 6 ‘sı alçak plastik tünellerde gerçekleşmiştir (Çizelge 2.2). Ülkemizde toplam domates üretim alanlarının yaklaşık 13.5’i örtüaltında gerçekleşirken, üretim olarak bu oran yaklaşık % 27.7’ye tekabül etmektedir (TÜİK, 2014).

Çizelge 2.2. 2014 yılı örtüaltı domates üretim alanları (da) ve miktarları (ton).

Üretim Alanı	Ekilen Alan (da)	Üretim (Ton)
Plastik Sera	162.613	2.261.956
Cam Sera	54.734	758.961
Yüksek Tünel	14.955	182.256
Alçak Tünel	14.207	82.397
Toplam	246.509	3.285.570

İzmir ve ilçelerinde sebze üretimi yaygın olarak plastik örtü malzemesi ile kaplı seralarda gerçekleştirilmektedir (Çizelge 2.3). Araştırmanın yürütüldüğü Menemen ilçesindeki plastik seralarda özellikle domates ve hıyar bitkilerinin üretimi (Çizelge 2.4) gerçekleştirilmektedir (TÜİK, 2014).

Çizelge 2.3. 2014 yılı İzmir İli plastik sera üretim alanları (da).

Ürün adı	Ekilen Alan (da)	Üretim (Ton)
Hıyar	6.524	155.353
Marul (Göbekli)	2.403	7.568
Domates	1.018	28.596
Marul (Aysberg)	490	1.519
Marul (Kıvırcık)	437	1.351
Maydanoz	84	92
Roka	84	88
Fasulye (Taze)	83	168
Biber (Dolmalık)	78	534
Biber (Sivri)	48	125
Patlıcan	31	100

Çizelge 2.4. 2014 yılı Menemen İlçesi plastik sera üretim alanları (da).

Ürün adı	Ekilen Alan (da)	Üretim (Ton)
Domates	20	302
Hıyar	13	156

2.2 Domates Bitkisine İlişkin Genel Bilgiler

Domates, patlıcangiller (solanaceae) familyasından tek yıllık bir bitkidir. Anavatanı Güney Amerika olup, Avrupa 'da üretimine 16. yüzyılda başlanmış daha sonra dünyanın her tarafına yayılmıştır. Domatesin botanik adı *Lycopersicon esculentum* mill. olarak kabul edilmektedir (Doorenbos ve Kassam, 1979).

Anavatanı Güney Amerika olan domates, ülkemiz ekonomisinde çok önemli bir yere sahiptir. Yetistirme yapılan bölgelerde çiftçilerimizin önemli gelir kaynaklarından birisini oluşturmaktadır. Sağlık ve beslenme yönünden çok yararlı olan domates, Dünya'da ve Türkiye'de taze ve işlenerek tüketimi en basta gelen sebzeler arasında yer almaktadır (Aybak ve Kaygısız, 2004).

Ülkemizin iklim koşullarının domatesin yetiştirilmesi için çok uygun oluşu, bu sebze işleyecek sanayinin 1970'li yıllardan itibaren hızla kurulmuş olması, bu sebze olan yönelmeyi hızlandırmış ve Türkiye domates üretiminde Dünya ülkeleri arasında alt sıralardan hızla üst sıralara tırmanarak Amerika ve İtalya gibi üretim devlerinin arasına girmiştir. Ayrıca sadece üretimin miktarı artırılmamış,

domatesten elde edilen işlenmiş domates ürünleri çeşitlendirilmiş, kaliteli ürün satın alan Japonya, Kanada ve ABD pazarına da mal satabilecek bir üretim miktarı ve kalitesine ulaşılmıştır. Bugün Türkiye üretim miktarı ve ürün kalitesi ile pek çok ülkeyi geride bırakarak ilk üç arasına girmeyi başarmıştır (Vural vd., 2000).

Domates bol miktarda çeşitli vitamin, niacin, protein, yağ, karbonhidrat, kalsiyum, fosfor ve demir içermektedir. Yemeklerin çeşnisi ve renk kaynağı, sofraların birincil salatası, çerezi ve garnitürü olan domatesin salça, domates suyu, ketçap, tursu ve daha birçok şekilde bütün yıl boyunca bol miktarda kullanılması, bu değerli sebzenin tarımının günden güne değer kazanıp gelişmesine neden olmaktadır (İstanbuluoğlu ve Kocaman, 1996).

Günümüzde, sağlıklı bir beslenme için sebzelerin oldukça önemli olduğu bilinmektedir. Sera sebze yetiştiriciliğinin en önemli ürünleri arasında olan domates, beslenme açısından da önemli olan sebzelerden biridir. Sevgican (1981) tarafından domatesin 100 gramında 0.55 mg vitamin B6, 1700 IU vitamin A, 0.10 mg vitamin B1 ve 21 mg vitamin C içerdiği bildirilmiştir.

Domates bitkisi gece ile gündüz sıcaklıkları arasında 10–15 °C 'lık fark görülen geçiş yöreleri ile karasal iklimi sevmektedir. Esasen gen merkezine baktığımız zaman bu özelliği görülmektedir. Bitki yüksek hava neminden hoşlanmaz ancak kök çevresinin düzenli su alması bitkinin mükemmel gelişmesini ve yüksek verim oluşturmalarını sağlamaktadır. Domates en iyi gelişimini 15–28 °C arasındaki sıcaklıklarda gösterir. 30°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda bitki gelişmesi devam eder, çiçeklenme meydana gelir, ancak polen çimlenmesi kötüleşir, polen tüpü meydana gelse de yeterli derecede uzayamaz ve döllenme oluşmadığı için çiçek dökülür, partenokarpik küçük meyveler meydana gelir ve verim azalır (Vural vd., 2000).

2.3 Domates Bitkisinde Yapılan Su-Verim İlişkisi Çalışmaları

Domates, topraktaki nem eksikliğine oldukça duyarlı bir bitkidir. En duyarlı olduğu periyot, çiçeklenme periyodudur. Bunu meyve oluşumu periyodu izlemektedir. İlk çiçeklenmenin görülmeye başladığı zamana kadar ki gelişme döneminde ise topraktaki nem eksikliğinden daha az etkilenmektedir. Bitki su tüketiminin yüksek olduğu dönemlerde, etkili kök derinliğinde toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 40'dan fazlası tüketildiğinde, bitki topraktaki nem eksikliğinden kaynaklanan gerilime girmekte, bitki gelişmesi ve

verim olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Bunun yanında, domates toprak tuzluluğuna orta derecede duyarlıdır ve toprak tuzluluğundan kaynaklanan verim azalması için, toprağın elektriksel iletkenliğinin (ECe) eşik değeri 2.5 dS/m'dir (Doorenbos ve Kassam 1986).

Doorenbos ve Kassam (1979), domates bitkisinin toplam su ihtiyacının 400 ile 600 mm arasında değiştiğini ve etkili kök bölgesinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30- 40'ı tüketildiğinde sulamaya başlanırsa yüksek verim elde edilebileceğini ve damla sulama yönteminin domates yetiştiriciliği için en uygun sulama yöntemi olduğunu belirtmişlerdir. Domates için kullanılan sulama yöntemleri, karık ve damla sulamadır. Damla sulama yönteminde, bitki topraktaki nem eksikliğinden kaynaklanan gerilime sokmamak için genellikle su tutma kapasitesinin %30'u tüketildiğinde sulamaya başlanmakta, her defasında az miktarda sulama suyu, sık aralıklarla uygulanmaktadır. Damla sulama yönteminde, toprakta tutulan tuzlar yerçekimi ve kapillar kuvvetlerin etkisi ile ıslatılan toprak hacminin çeperine taşınır ve bitki kılcal köklerinin geliştiği, toprak ortamı önemli düzeyde tuzdan arındırılır. Ayrıca, yüksek toprak nemi düzeyinde sulama yapmaya daha uygun olduğundan, toprak suyu içersindeki tuz eriyiğinden kaynaklanan ozmotik basınç yüksek olsa bile, suyun toprak taneleri tarafından tutulma gücü düşük olduğundan, bitki suyu daha kolay alabilmektedir. Sonuçta, domatesin sulanmasında tuzlu su ya da tuzlu toprak koşullarında karık yönteminin uygulanması sakıncalı olmasına karşın, damla sulama yöntemi uygulanarak domates yetiştiriciliği yapılabilir (Doorenbos ve Kassam 1986, Yıldırım 2008)

Selenay (1986), damla sulama yöntemi ile sulanan domates bitkisinin uygun sulama aralığı ve uygulanacak su miktarının belirlenmesi amacıyla yürüttüğü çalışmada, deneme konularını; 1, 2 ve 4 gün sulama aralığı ve A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 60, 80 ve 100'ü kadar sulama suyu uygulanması şeklinde oluşturmuştur. Sonuçta, Ankara koşullarında, domates yetiştiriciliğinde damla sulama yönteminin uygulanması durumunda, sulama zamanı planlaması amacıyla A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarının % 60' ı kadar sulama suyu miktarının 4 gün ara ile uygulanması önerilmiştir.

Sipahi (1987), tarafından Harran ovasında domatesin bitki su tüketimini belirlemek amacı ile yapılan çalışmada, 90 cm toprak derinliğinde toprak nemin solma noktasına düştüğünde, kullanılabilir nem %15'e, 30'a ve 45'e düştüğünde sulama yapılmıştır. Araştırma sonucunda kullanılabilir nemin % 30'a düştüğünde

sulama yapılan konu önerilmiştir. Önerilen konudaki domatesin mevsimlik su tüketimi 1742.3 mm bulunmuştur.

Tokat-Kazova koşullarında domatesin bitki su tüketimini belirlemek amacı ile yapılan çalışmada beş sulama konusu incelenmiştir. En yüksek ürün topraktaki nemin % 35'e düştüğünde sulama yapılan konuda elde edilmiştir. Mevsimlik su tüketimi en yüksek olarak Temmuz ve Ağustos aylarında ve toplam 806.6 mm olarak gerçekleşmiştir. Bu konuda en yüksek tüketim 262.4 mm ile ağustos ayında gerçekleşmiştir, bu ayda en yüksek günlük ortalama su tüketimi 8.5 mm dolayında olmuştur (Sipahi, 1987),

Iğdır ovasında yapılan çalışmada domatesin sulama suyu ihtiyacı 628 mm, mevsimlik su tüketimi 802 mm olarak bulunmuş, 90 cm toprak katmanındaki elverişli nem miktarı %30'a düştüğünde tarla kapasitesine getirecek kadar suyun uygulanması gerektiği bildirilmiştir (Evren, 1992).

Ul vd. (1994), 1992-1993 yıllarında iki yıllık olarak yapmış oldukları çalışmada sonbahar dönemi sera domates yetiştiriciliğinde farklı su düzeylerinin verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla 0.75 – 2.00 arasında katsayılar uygulamışlardır. Konulara uyguladıkları su miktarları 62-171 mm, verim değerlerini ise 3734 - 4492 kg/m² arasında bulmuşlardır. Meyvede toplam kuru madde miktarı ve pH etkilenmiş, toplam suda çözünebilir kuru madde ve titre edilebilir asitlik değerleri ise etkilenmemiştir.

Kodal vd. (1995), farklı sulama uygulamalarının domates verimine etkilerini belirlemek amacıyla Ankara'da iki yıl süren bir çalışma yapmışlardır. Araştırmada dört sulama konusu ele alınmış ve her iki yılda da; IRSIS bilgisayar paket programı yardımıyla, bitki yetiştirme dönemi boyunca günlük olarak ölçülen iklim faktörleri ve günlük ölçülen yağış değerlerinden yararlanılarak Penman (FAO) Modifikasyonu yöntemiyle hesaplanan bitki su tüketimi ve sabit sulama suyu miktarına göre bulunan sulama tarihlerine göre sulama yapılan konuya diğer konulara nazaran daha az su uygulanmıştır. Konular arasında domates verimi farklılığı önemsiz bulunmuştur. Araştırma sonucuna göre, domates bitkisi sulama zamanı planlaması yapılırken, bitki su tüketimi tahmininde Penman (FAO) Modifikasyonu yönteminin seçilmesi ve gerçek zamanlı planlama uygulaması durumunda IRSIS bilgisayar paket programının kullanılması önerilmektedir.

Locassio ve Smajstrla (1996), Amerika – Florida’da, domates bitkisini, damla sulama yöntemi ile A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 0, % 25, % 50, % 75 ve % 100 kadar sulama suyu uygulanması koşulunda yetiştirmişlerdir. Araştırma sonucunda, en yüksek domates verimi 87 t/ha ile 1.00 pan katsayısından ve 79.3 t/ha ile 0.75 pan katsayısından, en düşük domates verimi ise 30.7 t/ha ile susuz konudan elde edildiği belirtilmiştir.

Orta vd. (1997a), Trakya koşullarında serada yetiştirilen domatesin sulama zamanı belirlemesine yönelik yaptıkları çalışmada, 2 ve 4 gün ara ile A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 50, % 100 ve % 150’sini uygulamışlar, sonuçlara göre sulama aralıkları ve sulama suyu miktarlarının verim üzerindeki etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, deneme konularının meyve ağırlığı ve çapı üzerine istatistiksel açıdan önemli bir etkisinin bulunmadığını, en yüksek verimin ölçülen buharlaşma miktarının %50’ si kadar sulama suyunun 2 gün ara ile uygulandığı konudan elde etmişlerdir.

Orta vd. (1997b) tarafından yapılan bir araştırmada, damla sulama yöntemiyle domates bitkisine iki ve dört gün arayla A -Sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 50, % 100 ve % 150’sinin uygulandığı sulama sularının verim değerleri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, sulama aralığı ve sulama suyu miktarının verim üzerine önemli etkisi olduğunu belirtmişlerdir. En yüksek verim iki gün ara ile sulanan ve sulama suyunun A - Sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 50’sinin uygulandığı parsellerden alınmıştır.

Gürbüz (2001), Büyük Menderes Ovası ekolojik şartlarında yetiştirilen NDM725 domates çeşidini, karık ve damla sulama yöntemlerini kullanarak dört farklı sulama dozu ile sulamış ve su-verim ilişkilerini incelemiştir. Buharlaşma kabından meydana gelen birikimli buharlaşmanın dört farklı pan katsayısı (0.35, 0.70, 1.05 ve 1.4) ile çarpımından elde edilen sulama suyu miktarları neticesinde 181.63 – 726.53 mm arasında sulama suyu uygulamış ve 387.37 – 851.78 mm arasında mevsimlik bitki su tüketimi değerleri elde etmiştir. En yüksek verim değeri damla sulama yöntemi ile tam su alan konuda (3538.4 kg/da) ve en düşük verim değeri en düşük sulama dozu uygulanan karık sulama yönteminden (2093.8 kg/da) elde edilmiştir.

Mahajan ve Sing (2006), seralarda domates bitkisinin sulama ve gübrelemeye etkisini belirlemeye yönelik 2002–2004 tarihlerinde Hindistan’da yapılan çalışmada, açık su yüzeyi buharlaşma kabından günlük buharlaşan miktarın 0.5 ve 1.0 katı ve farklı azot dozu (%100:137 kg/ha, % 125 ve % 150) kullanmışlardır. Suyun kısıtlı (0.5xEpan) ancak azotun % 125 uygulandığı konuda en yüksek 95.9 t/ha verim alınmıştır. En düşük verim kontrol konusu olarak sera dışında seçilen alanda ve 137 t/ha azot uygulanan konuda 43.1 t/ha hesaplamıştır. Yüksek verim sağlanması sera koşullarında sulama suyunun kontrollü şekilde damla sulama ile uygulanmasından kaynaklandığı bildirmişlerdir. Aynı çalışmada sulama randımanları sonuçlarına ilişkin tepkiler verim tepkisine benzer gerçekleştiği ve en yüksek verimin alındığı konuda 0.231 t/ha/mm, en düşük verimin alındığı konuda ise randıman 0.053 t/ha/mm gerçekleştiği ifade edilmiştir. Kök uzunlukları verim ve sulama randımanlarına benzer gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Bahar E. (2008) Gökçeada koşullarında, organik olarak yetiştirilen domatesin damla sulama yöntemi ile uygulanan farklı sulama düzeylerinin verim ve su tüketimi üzerine etkilerini belirlemek için 5 farklı pan katsayısı ($K_{pc} = 1.00$; 0.75; 0.50; 0.25 ; 0.00) kullanmıştır. Her kısıtlama düzeyi içerisinde de bitkilerin gelişim dönemlerinde uygulanacak farklı su artım düzeyleri ile 5 farklı sulama seviyesi uygulayarak yaptığı araştırmada; konulara uygulanan sulama suyu miktarları 2006 yılında 370.57 – 79.30 mm, bitki su tüketimleri 532.47 – 248.01 mm olmuştur. 2007 yılında ise sulama suyu miktarları 359.80 – 60.00 mm ve bitki su tüketimleri 479.93 – 162.63 mm arasında değişmiştir. Sonuçta, her iki yılda da sulama düzeylerinin meyve verimini etkilediği; en yüksek verimin ilk yıl $K_{pc3} = 0.75$ konusundan 5858 kg/da; ikinci yıl yine aynı konuda 5302 kg/da olarak elde edildiği belirlenmiştir. Bitki su tüketimi değerleri 2006 yılında Radyasyon yöntemiyle 700.95 mm, Penman yöntemiyle 764.64 mm ve FAO-Blaney-Criddle yöntemiyle 657.32 mm ve 2007 yılında sırasıyla 614.99 mm, 748.98 mm ve 676.37 mm olarak hesaplanmıştır. Yapılan sulama suyu düzeyleri ve artırımlar verimi etkilemiştir. Araştırmanın yürütüldüğü yıllar göz önüne alınacak olursa 2006 yılında en yüksek meyve verimi, ölçülen kap buharlaşma değerlerinin % 75’i kadar sulama suyunun uygulandığı K_{pc3} konusunda 5858 kg/da olarak gerçekleşmiştir. 2007 yılında ise en yüksek verim, yine aynı konuda 5302 kg/da bulunmuştur. 2006 ve 2007 yıllarının verimlerinin ortalamaları değerlendirildiğinde % 50 sulama konusunda artırımların tam olarak uyguladığı K_{pc4} ve % 25 konularında artırımların tam olarak uygulandığı K_{pc7} konusu, yüksek verim değerlerine sahip diğer konulardır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Deneme Yeri

Ege Bölgesi Türkiye'nin batısında, 36° - 41° kuzey enlemleri ile 26° - 30° doğu boylamları arasında yer alan ve yaklaşık 8.2 milyon hektar yüzölçümüne sahip bir bölgedir. Bölgede Susurluk, Gediz, Bakırçay, Büyük ve Küçük Menderes Havzalarını sulayan nehirlerin oluşturduğu verimli ovalar bulunmaktadır. Bu bölgede yer alan Menemen Ovası $38^{\circ} 26'$ ile $38^{\circ} 40'$ kuzey enlemleri ve $26^{\circ} 40'$ ile $27^{\circ} 07'$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Batı Anadolu'daki dört büyük vadi arasında havza ve taban genişliği bakımından ikinci sıradadır. Kuzeyden Bakırçay, güneyden Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarınca sınırlanan vadinin aluviyal tabanı Manisa'nın batısındaki Emiralem Boğazı ile ikiye bölünmüştür. Boğazla deniz arasında kalan aşağı kısım Menemen Ovası olup 33.545 ha alanı kapsamaktadır. Doğuda Yamanlar Dağı, kuzeyde Foça dağlık yöresi ovayı kuşatmıştır. Denizden yüksekliği 10.3 m'dir (Topraksu, 1971).

Araştırma, Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezinin (UTAEM) araştırma alanında 200 m²'lik alana sahip olan (20 m x 10 m), doğu-batı doğrultusundaki polietilen (PE) örtülü serada gerçekleştirilmiştir. Sera yan ve çatı havalandırmalarına sahiptir. Deneme alanının uydudan görünüşü Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme alanının uydudan görünüşü.

3.1.2 İklim Özellikleri

Menemen Ovasında Akdeniz iklimi hakim olup yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Uzun yıllar ortalama iklim verilerine göre; toplam yıllık yağış 540.0 mm olup bunun % 50.5' i kış, % 24.3' si ilkbahar, % 23.0' ü sonbahar ve % 2.2' si yaz aylarında düşmektedir. Ortalama sıcaklık 16.9 °C olup, en sıcak ay ortalaması 27.0 °C ile Temmuz ve en soğuk ay ortalaması 7.8 °C ile Ocak ayıdır. Ortalama nispi nem % 58.0 olup en yüksek % 67.6 ile Aralık, en düşük ise % 46.6 ile Temmuz ayında gerçekleşmiştir. Toplam buharlaşma 1510.2 mm, en düşük aylık buharlaşma 43.8 mm ile Aralık ve Ocak ayında, en yüksek buharlaşma ise 258.2 mm ile Temmuz ayında gerçekleşmiştir. Menemen Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi rasat istasyonunun uzun yıllar iklim verileri Çizelge 3.1 de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Menemen ilçesi uzun yıllar iklim verileri (UTAEM, 2014)

İklim Verileri	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Yıllık
Yağış (mm)	37.4	74.4	108.4	90.1	74.2	61.5	42.3	27.2	6.7	2.5	2.8	12.5	540.0
Sıcaklık (°C)	17.5	12.9	9.7	7.8	8.8	11.0	15.0	20.0	24.7	27.0	26.4	22.3	16.9
Ext. Max sıcaklık (°C)	39.4	31.3	25.4	22.8	26.5	31.9	33.8	40.2	43.0	42.3	44.3	41.4	44.3
Ext. Min sıcaklık (°C)	1.2	-2.0	-4.5	-7.6	-5.6	-4.4	-1.4	2.8	6.7	10.7	10.8	6.0	-7.6
Toprak sıcaklığı (5cm) (°C)	18.0	12.4	8.5	7.1	8.5	11.6	16.5	22.3	27.1	30.2	30.0	25.3	18.1
Nispi nem (%)	60.4	64.4	67.6	66.0	63.5	61.8	59.0	55.4	48.7	46.6	48.4	54.5	58.0
Buharlaşma (mm)	99.2	57.0	43.8	43.8	49.1	77.6	109.7	167.3	218.6	258.2	226.8	159.1	1510.2
Rüzgar hızı (m/s)	2.3	2.7	3.5	3.7	3.7	3.2	2.7	2.5	2.6	2.8	2.6	2.4	2.9

3.1.3 Araştırma serası

Araştırma serası demir konstrüksiyona sahip 10 m genişlikte ve 20 m uzunluktadır. Seranın yan yüksekliği 2.5 metre, mahya yüksekliği 3.5 metredir. Sera polietilen malzeme ile kaplı olup, gerekli hallerde ısıtma; termosifonla ısıtılan suyun sera içinin tamamında bulunan 100 mm.'lik galvaniz borular içinde dolaşımı ile gerçekleştirilmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Araştırma serasından görünüm.

3.1.4 Deneme alanının toprak özellikleri

Sera toprağının sulama yönünden önemli bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.2 ve 3.3’de verilmiştir. Elde edilen veriler, Jackson (1962) tarafından verilen yöntemle bağlı olarak sera toprağını temsil ettiği düşünülen ve tesadüfi seçilen noktalardan alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri ile yapılan laboratuvar analizi sonuçlarına dayanmaktadır.

Çizelge 3.2. Deneme alanı toprağının bünye, TK, SN, HA değerleri.

Derinlik (cm)	Bünye	% Kum	%Kil	% Silt	HA (g/cm ³)	TK (p _w %)	SN (p _w %)
0-30	Tın	51	15	34	1.35	22.2	8.3
30-60	Tın	49	17	34	1.50	20.0	6.9
60-90	Kumlu-Tın	65	9	26	1.48	18.0	5.4

Çizelge 3.2’den de anlaşılacağı üzere sera toprağı tın sınıfındadır.

Çizelge 3.3. Deneme alanı toprağının bazı kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	Su ile Doymuşluk (%)	Toplam tuz (%)	pH (su ile doymuş toprakta)	EC (dS/m)	CaCO ₃ (%)	Bitkilere yararlı		Organik madde (%)
						P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)	
0-30	58	0.128	7.48	2.47	4.8	40.8	87.3	1.9
30-60	55	0.071	7.98	1.53	5.2	12.6	70.7	1.4
60-90	48	0.055	8.08	1.51	4.4	9.9	64.7	1.1

Tuzluluk sorunu bulunmayan deneme alanı toprakları hafif alkali karakterli, orta kireçli, organik madde miktarı az, bitkiye yarayışlı fosfor içeriği çok yüksek, potasyum içeriği ise yüksek seviyededir.

3.1.5 Deneme alanının sulama suyu özellikleri

Sulama suyu olarak deneme alanının hemen yakınında bulunan sondaj kuyusundan çıkarılan yer altı suyu kullanılmıştır. Laboratuvar analizlerinden elde edilen sulama suyu kalite analizleri Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Araştırmada kullanılan sulama suyuna ilişkin bazı kalite özellikleri.

EC (dS/m)	pH	KATYONLAR (me/l)					ANYONLAR (me/l)					Na (%)	Sınıfı	SAR
		Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	TOPLAM	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	TOPLAM			
0.625	7.8	1.6	0.18	0.5	2.5	4.78	0	1.12	0.4	3.28	4.78	33.5	T ₂ A ₁	1.3

Çizelge 3.4’deki değerlere bakıldığında sulama suyunun T₂A₁ sınıfında olduğu ve deneme serası toprağı ve domates bitkisi için sulamada bir sorun yaratmadığı anlaşılmaktadır.

3.1.6 Deneme de kullanılan bitkisel materyal

Çalışma alanında örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde en fazla üretimi yapılan bitki olması dolayısıyla domates (*Lycopersicon esculentum*) kullanılmıştır. Yetiştirme dönemi ve yetiştirilen çeşitle ilgili bilgi Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Yetiştirilen domates çeşidi, yetiştirme dönemi ve kontrollü sulama başlangıcı.

Çeşit	Dikim tarihi	Kontrollü sulama başlangıç tarihi	Son hasat tarihi
Newton F1	03.03.2014	21.03.2014	06.08.2014

Çeşidin bazı özellikleri arasında ;

- Yüksek adaptasyon ve yüksek verim
- Meyve üniformitesi çok yüksek
- Mozaik virüsü , mantari solgunluk ve baş-kök çürüklüğü, yaprak küfü hastalıklarına dayanıklıdır.
- Soğukta meyve tutum kalitesi yüksek
- Meyveleri yuvarlak, ortalama çapı 67-77 mm. ve ortalama ağırlığı 140 gr'dır

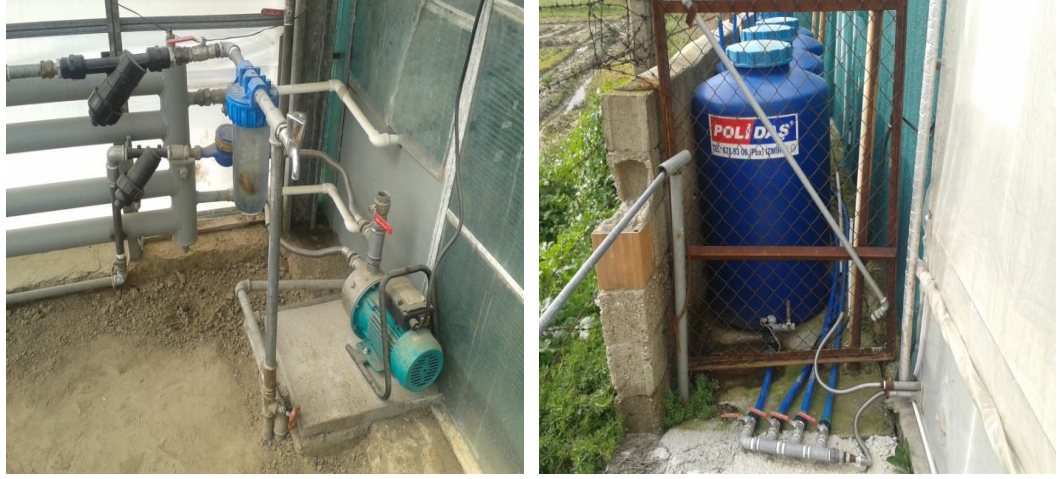
3.1.7 Sulama sistemi

Sulama suyu sondaj kuyusundan bir elektromotopomp ile alınmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Sondaj kuyusu denetim birimi.

Sulama suyu, sistem denetim birimine yaklaşık 30 m. uzaklıktaki sondaj kuyusundan 1" çapındaki galvaniz boruyla taşınmıştır. Sistem, denetim birimi girişinde 2" çapındaki elek filtre ile gübre tanklarına bağlanmıştır (Şekil 3.4). Gübre tankları üzerinde bulunan 4 adet konu çıkışı sera içersindeki bitkilerin sulanması için kullanılmıştır. Buradan gelen besin solüsyonlu suda 100 mikron disk filtreden geçerek manifoldlara ulaştırılmıştır.



Şekil 3.4. Sistem denetim birimi ve gübre çözelti tankları.

Çalışmada damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Damla sulama lateralleri her bitki sırasına yerleştirilmiştir. Lateral üzerindeki damlatıcıların debileri 2 l/sa, aralıkları 0.33 m olup infiltrometre testlerine bağlı olarak saptanmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Damla sulama lateralleri.

Her deneme parseline ilişkin lateraller bir manifolda bağlanmış ve manifold girişlerine ayrı ayrı mini vanalar yerleştirilmiştir. Aynı konuya ilişkin parsellerdeki lateraller gübre tanklarından gelen boruya bağlanmıştır. Bu bağlantı sırasında solenoid vanalar kullanılmıştır. Sistemde ayrıca kontrollerin yapılması ve olası bir arıza durumunda kullanılmak üzere elle kontrol edilebilen vanalar ile sayaçlardan yararlanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Sulama konuları için sistem bağlantı noktaları

3.1.8 Araştırmada kullanılan veri toplayıcılar

Her araştırma konusunda, belirlenen bir tekerrür parselinde bitki kök bölgesi özelliklerinin (sıcaklık, % nem) ve sulamaların izlenmesi için GP1 veri toplayıcısı ve kontrol edici kullanılmıştır (Şekil 3.7).

Bu veri toplayıcısınada birisi 15 cm derinliğe, bir diğeri de 45 cm derinliğe olmak üzere her konu için 2 adet; toplamda da 8 adet SM300 toprak nem algılayıcıları yerleştirilmiş, akış ölçer yardımıyla da verilen su miktarları gözlenmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.7. Araştırmada kullanılan veri depolayıcıları.



Şekil 3.8. Araştırmada kullanılan toprak nem algılayıcıları ve elektronik sayaç.

Sera içerisine kurulan bir iklim veri sensörü, sera içindeki güneş radyasyonu, oransal hava nemi, hava sıcaklığı gibi bitkiyi etkileyen çevre koşullarını izlemek amacıyla kullanılmıştır (Şekil 3.9).

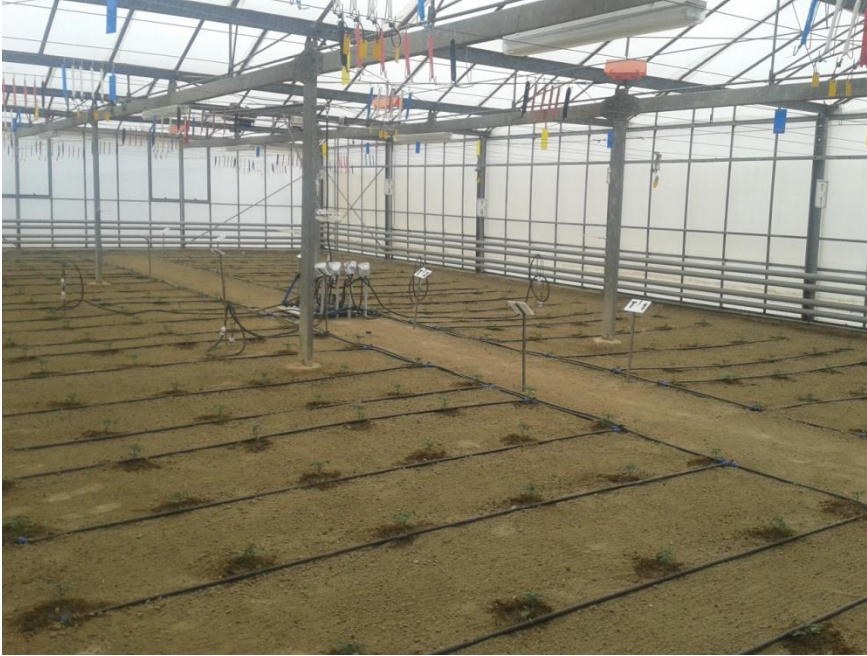


Şekil 3.9. Sera içine yerleştirilen iklim istasyonu.

3.2 Yöntem

3.2.1 Toprak hazırlığı ve dikim

Dikimden önce toprak yaklaşık 40-50 cm derinliğinde bellenerak işlenmiş, analiz sonuçlarına göre; taban gübresi olarak (dekara 4 ton hesabıyla) 800 kg. iyi yanmış çiftlik gübresi toprak yüzeyine serpilip bekletilmeden karıştırılmıştır. Fideler 03.03.2014 tarihinde dikilmiştir. Bitkiler tek sıra dikim tekniğine göre, sıra arası 80 cm., sıra üzeri 70 cm. olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Her parselde toplam 24 bitki, kenar tesirleri çıkarıldığında 8 bitki bulunacak şekilde dikim yapılmıştır. Dikimden sonra seradan bir görünüm Şekil 3.10’de verilmiştir.



Şekil 3.10. Dikim sonrası seradan bir görüntü.

3.2.2 Araştırma konuları ve deneme deseni

Denemede 4 farklı sulama düzeyi konusu, 3 tekerrürlü olarak, toplam 12 adet parselde gerçekleştirilmiştir.

Konular :

S₁: 0-30 cm toprak derinliğindeki elverişli nemin %15'i tüketildiğinde sulamalara başlanmış ve 0-60 cm derinlikteki eksik nem tarla kapasitesine tamamlanmıştır.

S₂: 0-30 cm toprak derinliğindeki elverişli nemin %30'u tüketildiğinde sulamalara başlanmış ve 0-60 cm derinlikteki kullanılabilir nem düzeyinin %15'i kadar su uygulanmıştır.

S₃: 0-30 cm toprak derinliğindeki elverişli nemin %45'i tüketildiğinde sulamalara başlanmış ve 0-60 cm derinlikteki kullanılabilir nem düzeyinin %15'i kadar su uygulanmıştır.

S₄: 0-30 cm toprak derinliğindeki elverişli nemin %60'ı tüketildiğinde sulamalara başlanmış ve 0-60 cm derinlikteki kullanılabilir nem düzeyinin %15'i kadar su uygulanmıştır.

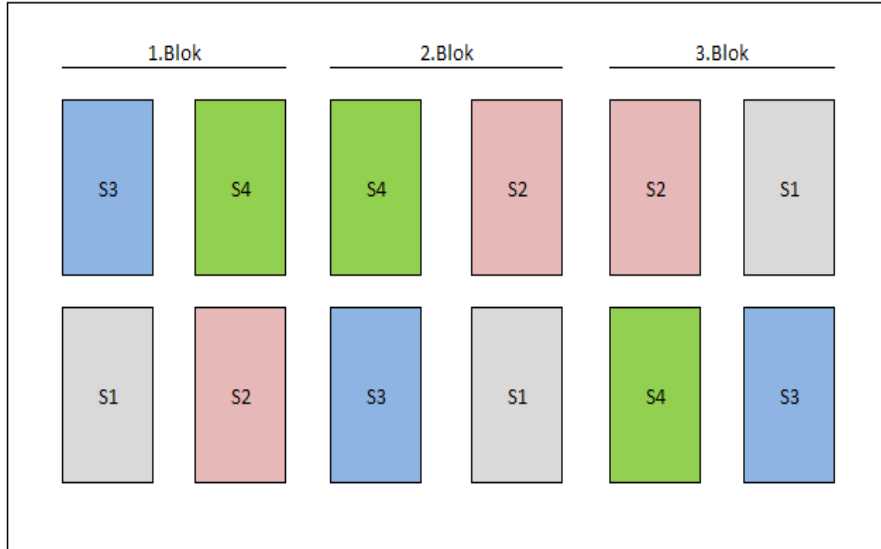
Toprak nem algılayıcıları tarafından saatte bir elde edilen veriler veri depolayıcı tarafından toplandıktan sonra oluşturulan iletişim ağı yardımıyla bir bilgisayar yazılımı olan sulama programcısına gönderilmiştir.

Başka bir deyişle sulamaların başlangıçları otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Sulama başladıktan hemen sonra ilgili sensör 5 saniye okuma aralığında verileri sulama programcısına göndermeye programlanmış, böylece verilmesi gereken miktarda su değerinin aşılmasının önüne geçilmiştir. Her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı, toprağın sulama yönünden önemli fiziksel özelliklerine bağlı olarak hesaplanmıştır. Bu amaçla, deneme toprağına ilişkin tarla kapasitesi, devamlı solma noktası, hacim ağırlık değerleri dikkate alınarak etkili kök derinliği, ıslatma yüzdesi gibi parametreler kullanılmıştır. Hesaplanan su dozları sulama programcısına yüklenmiş, su dozları dijital sayaçlar yardımıyla okunduktan sonra istenilen miktarda su verildiği anda sulamalar kesilmiştir.

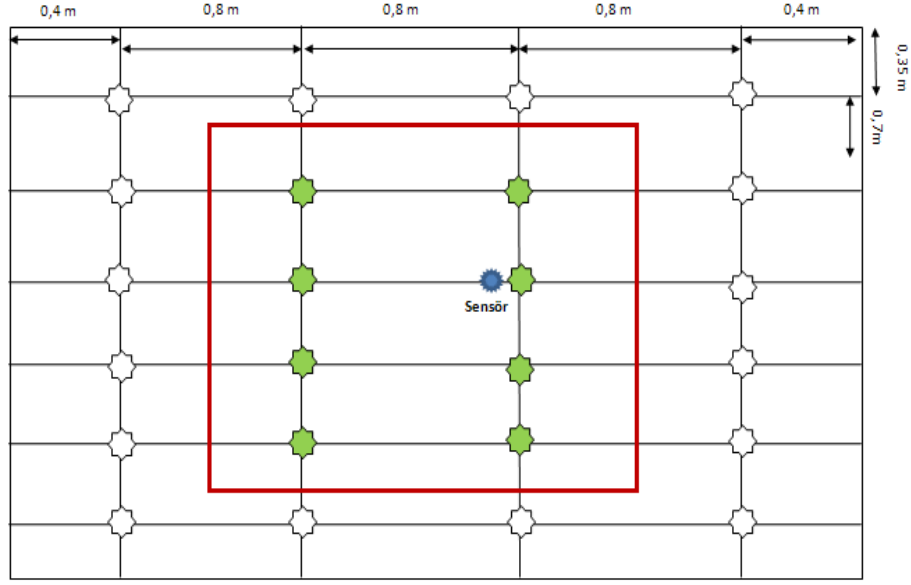
Sulamanın programlanması, SM300 sensörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sulamalar, toprağın kullanılabilir nem kapasitesi hesaplamalarına göre, kullanılabilir nem kapasitesininin % 15'ine tekabül eden, hacimsel olarak toprak nem değerlerine dönüştürülerek her konu için belirlenen toprak nem sensörü eşik değerlerine ulaştığında başlatılmıştır. Sulamalar, bahsi geçen üç deneme konusu için yapılan kullanılabilir nem kapasitesi hesaplamalarına göre, kullanılabilir nem kapasitesininin % 15'ine tekabül eden sulama miktarı değerine eriştiğinde otomatik olarak durdurulmuştur.

Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme deseni ve konular, Şekil 3.11'de, bir tekerrürdeki ölçüm noktalarının konumları ve bitki sıralarına ilişkin ölçüler Şekil 3.12'de gösterilmiştir. Domates bitkisinin dikimi; sıra arası 80 cm, sıra üzeri 70 cm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Parseller arası 1.5 m, bloklar arası 2.0 m boşluk bırakılmıştır.

Bitki yoğunluğu 1.8 bitki m⁻² olarak düzenlenmiştir. Her bir parsel 4.2 x 3.2 m= 13.44 m² boyutunda olup her parselde 24 bitki yetiştirilmiştir. Kenar tesiri olarak her parselin başında ve sonundaki ilk bitkiler çıkartıldığında 2.8 X 1.6 m= 4.48 m²'lik alandaki 8 bitkiden gerekli veriler elde edilmiştir.



Şekil 3.11. Deneme konuları ve seradaki konumları



DENEME PARSELİ

Şekil 3.12. Deneme parselinin ölçüleri ve sensör konumu.

3.2.3 Gübreleme

Toprak analiz sonuçları dikkate alınarak önerilen gübre dozlarında gübreleme yapılmıştır. Gübre olarak Mono Amonyum Fosfat (MAP), Amonyum Nitrat (NH_4NO_3), ve Potasyum Nitrat (KNO_3) gübreleri kullanılmıştır.

Toprak analizi sonucunda verilmesi gereken saf madde miktarı Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Gübreleme amacıyla uygulanması gereken saf madde miktarı.

Aylar	N (kg/da)	P_2O_5 (kg/da)	K_2O (kg/da)
Mart	0.22	0.28	0.01
Nisan	6.24	1.82	0.17
Mayıs	8.60	0.88	0.24
Haziran	4.30	0.28	0.12
Temmuz	2.15	0.25	0.06
Toplam	21.50	3.50	0.60

3.2.4 Bakım işleri

Fideler dikimden sonra izlenmiş, çeşitli nedenlerden dolayı gelişim göstermeyenlerin yerine çiçek serasında bulunan aynı tür fideler alınarak ilgili yerlere aktarılmıştır. Sırik domates çeşitleri dikine büyüemeyen bitkiler olduklarından dik büyüebilmeleri için askıya alınmıştır. Sera bitki yetiştiriciliğinde ise ışık gören yüzeyin artması, bakım işlerinin kolaylaşması,

bitkiler arası hava hareketliliğinin sağlanması, verim ve kalitenin yükselmesi, hastalık ve zararlı kontrolünün kolaylaşması ve dekara bitki sayısının artması gibi sebeplerden askıya alma işlemi yararlıdır (Sevgican, 2002).

Bitkiler meyve vermeye başladıktan bir süre sonra, üstteki meyve gelişimlerini yavaşlatmaması amacıyla alt sürgünler budanmıştır. Ayrıca haziran ayı başında son salkımın üzerinde iki yaprak kalacak tarzda bitkilerin büyüme uçları alınmıştır.

Ayrıca meyve tutumunu arttırıcı işlemlerden polinasyon amacıyla özel yetiştirilen Bumble arıları kullanılmıştır (Şekil 3.13)



Şekil 3.13. Sera içindeki Bumble arıları

Bitkiler tek gövdeli olarak yetiştirilmiş, bu nedenle yan (koltuk) sürgün budaması düzenli olarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca her salkımda 6 meyve olacak tarzda çiçek-meyve budaması yapılmıştır. Yaşlı yapraklar da düzenli olarak bitkiden uzaklaştırılmıştır. Üretim Mart-Ağustos ayları arasında gerçekleştirilmesi nedeniyle Haziran ayı başında son salkımın üzerinde iki yaprak kalacak tarzda bitkilerin büyüme uçları alınmıştır.

Hastalık ve zararlıların bulaşmasını önlemek için gerekli görüldüğü dönemlerde ilaçlama işlemi uygulanmıştır. Ayrıca yabancı otlarla mücadele edilerek, dönem dönem çapalama işlemi ile yabancı otlar seradan uzaklaştırılmıştır.

3.2.5 Denemede yapılan ölçüm ve gözlemler

3.2.5.1 İklim, toprak, sulama suyu miktarı ve bitkisel materyale ilişkin ölçümler

Dört deneme konusuna ait, sera ortasında belirlenen tekerrürlerdeki parsellerde toprağın sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), nem (%) değerleri, akış ölçer yardımıyla da uygulanan sulama suyu miktarları (litre) ölçülmüştür.

Bu değerlerin ölçümü için GP1 veri toplayıcısına SM300 algılayıcıları bağlanarak, toprağın 15 cm ve 45 cm derinliğine yerleştirilen sensörlerle, ilgili okumalar gerçekleştirilmiştir.

Bir başka GP1 veri toplayıcısı ile polietilen sera içindeki güneş radyasyonu (Wm^{-2}), oransal hava nemi (%), hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) gibi bitkiyi etkileyen çevre koşullarının ölçümleri yapılmıştır.

3.2.5.2 Bitki gelişimi

Bitki boyu (cm) üretim sonuna kadar, her konudan seçilen dört bitkide, toprak yüzeyinden büyüme ucuna kadar olan bitki kısmı baz alınarak şeritmetre yardımıyla ölçülmüştür. Gövde çapıda aynı bitkilerde kumpas yardımı ile, bitki boyunun en alt, orta ve üst kısımlarından boğum aralarından cm olarak ölçülmüş, her üçünün ortalaması gövde çapı olarak verilmiştir.

3.2.5.3 Verim

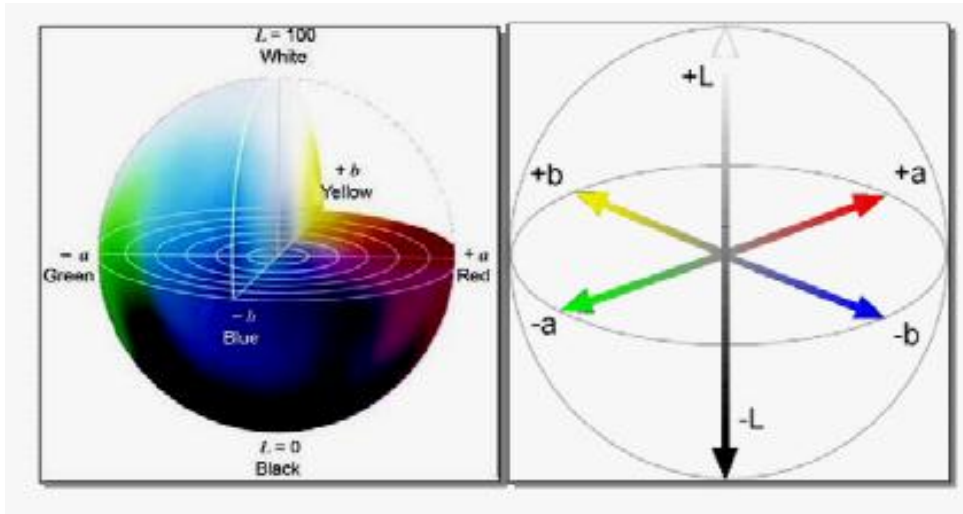
Çevre parsellerden gelebilecek etkileri elemine etmek amacıyla, verim değerleri her parselin orta sıralarında bulunan ve yine aynı amaçla bu sıraların başlangıçlarındaki ve sonlarındaki toplam 16 bitki haricindeki 8 adet bitkiden ($2.8 \times 1.6 \text{ m} = 4.48 \text{ m}^2$) yapılan hasatlardan elde edilmiştir. İlk hasattan son hasada kadar olan süreçte her tekerrürden toplanan meyveler ayrı ayrı tartılmıştır. Hasat periyodu sonunda her bir konudaki verim değerleri kümülatif olarak toplanarak toplam verim (kg/m^2) değeri bulunmuştur. Toplam verimden pazarlanamaz boydaki ve zarar görmüş meyvelerin ağırlığı çıkarılarak pazarlanabilir verim (kg/m^2) hesaplanmıştır. Her hasatta toplanan meyvelerin sayısı tekerrürlere göre alınmış ve dönem sonunda uygulamalara ait toplam ve pazarlanabilir meyve sayısı, m^2 'deki bitki sayısı üzerinden belirlenmiştir. Uygulamalara ait toplam ve

pazarlanabilir verim ilgili meyve sayısına bölünerek ortalama meyve ağırlığı (g) hesaplanmıştır.

3.2.5.4 Meyve kalite analizleri

Her tekerrürde, kenar tesiri alanları çıkarıldıktan sonra kalan alan içerisindeki tüm meyvelerin çapları meyvenin orta kısmından kumpas yardımıyla ölçülmüş ve sonuçların ortalaması cm olarak verilmiştir. Bitkinin 4. Salkımından alınan her konuya ait her tekerrürden rastgele seçilen 10 adet meyve ile kalite analizleri gerçekleştirilmiştir.

Hasat edilen meyveler hiç bekletilmeden sertlik ölçümüne tabi tutulmuştur. Bunun için her konuya ait tekerrürlerden rastgele seçilen meyvelerin kabuğu, meyvenin orta kısmından, meyve etinin üzerinden soyulmuş; soyulan bu kısımda meyve eti sertliği Effe-gi tipi 7.94 mm çaplı uca sahip standart el penetrometresi yardımıyla kg olarak ölçülmüş ve değerler Newton ölçü birimine çevrilerek kaydedilmiştir. Rastgele seçilen 5 meyvenin rengi Minolta CR-300 renkölçerle L^*a^*b olarak ölçülmüştür. Bu sistemde, renkler üç boyutlu küresel bir uzayda nokta olarak belirlenirler. L, siyah:0'dan beyaz:100'a olacak şekilde rengin açıklık veya koyuluğunu, a ve b ise L'ye dik bir renk düzleminde rengi belirler. Eksenin tam ortasında renk ($a=0$, $b=0$) renksiz (gri-akromatik)'dir. Yatay eksen pozitif a kırmızıyı, negatif a yeşili; dikey eksen pozitif b sarıyı ve negatif b ise maviyi göstermektedir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Minolta CR-300 renk ölçelere ait CIE $L^*a^*b^*$ renk skalaları.

Alınan meyve örneklerinden bir kısmı küçük parçalar halinde darası alınmış plastik kaplara konulmuş ve hassas terazide tartılarak yaş ağırlıkları saptanmıştır. Daha sonra 65°C'lik etüvde kurumaya bırakılmıştır. Örnekler sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulduktan sonra kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Yaş ağırlık ile kuru ağırlık arasındaki fark hesaplanarak % toplam kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir (Kaçar, 1972).

Toplam suda çözünebilir katı madde (TSÇKM) için hazırlanan süzükten alınan 10 ml örneğe 15 ml saf su konularak, 0.1 N NaOH çözeltisi ile 8.01 değeri elde edinceye kadar pH metre ile titrasyon yapılmıştır. Titre edilebilir asit miktarı (mval/100 ml), harcanan NaOH miktarı üzerinden aşağıdaki formüle göre asit miktarı hesaplanmıştır (Karaçalı,1993).

$$\text{Titre edilebilir asit miktarı} = \frac{\text{Sarfedilen NaOH miktarı} * 0.1 * \text{NaOH faktörü}}{\text{Örnek Miktarı (ml.)}} * 100$$

(1)

3-4 adet meyveden parçalayıcı ve karıştırıcı bir makina yardımıyla elde edilen meyve püresi kaba filtre kağıdı yardımıyla süzülerek, bu süzükten alınan 1-2 damla örnek Euromex RD-645 dijital el refraktometresi ile toplam suda çözünebilir kuru madde (TSÇKM) miktarı okunmuş ve sonuçlar % olarak verilmiştir.

Süzüğe batırılan el tipi Mettler Toledo MC-126 EC metre probu yardımı ile yapılan okumalar sonucunda meyve suyunun EC değeri (dS/m) elde edilmiştir. Yine aynı süzüğe batırılan masa tipi Mettler Toledo SevenEasy pH metre probu yardımı ile yapılan okumalar sonucunda meyve suyunun pH değerleri elde edilmiştir.

Denemede elde edilen verilere TARİST istatistiksel analiz paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için %5 önem düzeyinde LSD testi yapılmıştır (İkiz vd., 2006).

3.2.6 Bitki su tüketimi ve su kullanım randımanları

Gerçek bitki su tüketimi (BST) ; 15 cm. derinlikteki sensörlerden elde edilen değerler vasıtasıyla, su bütçesi eşitliği yardımıyla hesaplanmıştır. Sensörler; her konunun ikinci bloktaki deneme parseline, bitki sıraları üzerinden 3. bitkinin kök bölgesine yerleştirilmiştir.

$$\Delta TN = I - D - ETa$$

(2)

Eşitlikte ETa gerçek bitki su tüketimini (mm), I uygulanan toplam sulama suyu miktarını (mm), ΔTN toprak nemindeki değişim (mm), D ise drene olan su miktarını (mm) temsil etmektedir. Seranın çevresi kapalı olduğundan yağış ve yüzey akış ile suyun gelmediği, yer altı su seviyesi bitki kök derinliğine yakın olmadığından kapılar yükselmenin olmadığı kabul edilmiştir.

Sulamalarda verilecek net su miktarının belirlenmesinde kullanılan formül ;

$$dn = \frac{(TK - SN) * D * P * \gamma t * Ry}{100}$$

(3)

d : Net sulama suyu miktarı (mm)

TK : Tarla kapasitesi (%)

SN : Solma noktası (%)

D : Derinlik (cm)

P : Islatma oranı (%)

γt : Toprağın hacim ağırlığı (g/cm^3)

Ry : Kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı (%)

Su kullanım etkinliğinin hesaplanması için uygulanan sulama suyu miktarı (IWUE) ile dönemsel bitki su tüketimi (WUE) değerleri kullanılmıştır (Chaves et al., 2004; Jones, 2004). İgili eşitlikler verilmiştir.

$$IWUE = \frac{\text{Verim (pazarlanabilir toplam)}(kg)}{\text{Sulama suyu miktarı } (m^3)}$$

(4)

$$WUE = \frac{\text{Verim (pazarlanabilir toplam)} (kg)}{\text{Bitki su tüketimi} (m^3)}$$

(5)

Denemede verim etmeni (k_y) degerinin eldesi için de hesaplamalar yapılmıştır. Doorenbos ve ark. (1979), yalnızca iklim, su, toprak ve bitkiye ilişkin bilgileri gerektiren oransal nem açığı ile oransal verim azalması arasındaki ilişkiyi hesaplayacak bir yöntemi önermektedir (Tülücü, 2003). İlgili eşitlik gösterilmektedir.

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right)$$

(6)

Burada Y_a gerçek verimi, Y_m maksimum verimi, k_y verim etmenini, ET_a gerçek bitki su tüketimini, ET_m ise maksimum bitki su tüketimini ifade etmektedir.

3.2.7 Yaprak alan indeksi (YAI) hesaplamaları

İki haftalık dönemlerde her tekerrürde belirlenmiş olan tek bitkinin yaprak eni ve boyu ölçülmüş, bu değerler kullanılarak yaprak alanı değerleri hesaplanmış, ölçülen bu değerlerin ortalaması alınmıştır. Bu değerler daha önce aynı serada yetiştirilen domates bitkisi yaprak alanı taramaları ve ölçülen yaprak alanı değerleri arasındaki doğrusal ilişki denklemi ($y=0.4696x - 0.0081$) kullanılarak yeniden hesaplanmıştır. Hesaplama kullanılan eşitlik verilmiştir.

$$YAI = \frac{\text{Yaprak eni (cm)} \times \text{Yaprak boyu (cm)}}{10000 \text{ cm}^2} \times \text{Bitki yoğunluğu (m}^2\text{m}^{-2}\text{)}$$

(7)

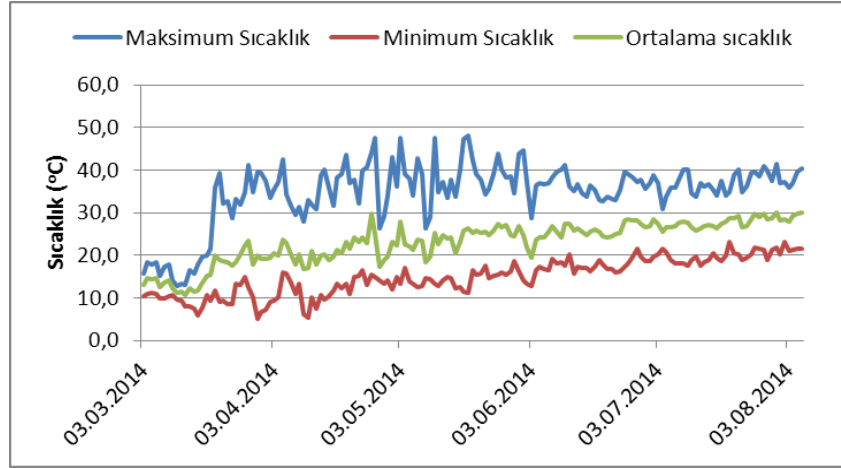
3.2.8 Referans bitki su tüketimi hesaplama yöntemleri

Araştırmada referans bitki su tüketiminin hesaplanması için gerekli olan iklim verileri sera içerisinde ve dışarısında bulunan çeşitli iklim sensörlerinden elde edilmiştir. Sera içinde ölçülen iklim verileri ile, FAO tarafından hazırlanmış FAO-56 Penman-Monteith (Allen et al., 1998) eşitliğine göre günlük bitki su tüketimleri hesaplanmış, IAM_ETo paket programı kullanılarak program tarafından kullanılan Priestley/Taylor Metodu (Pristley and Taylor, 1972), FAO Radyasyon Metodu (Doorenbos and Pruitt, 1977) ve Hargreaves Metodu (Hargreaves and Samani 1985) eşitliklerine göre bitki su tüketimleri hesaplanmıştır. Sera içi ve dışı iklim sensörlerinden alınan verilerle ele alınan tüm yöntemler için iki ayrı referans bitki su tüketimi belirlenerek aralarındaki ilişki incelenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 İklim Verileri

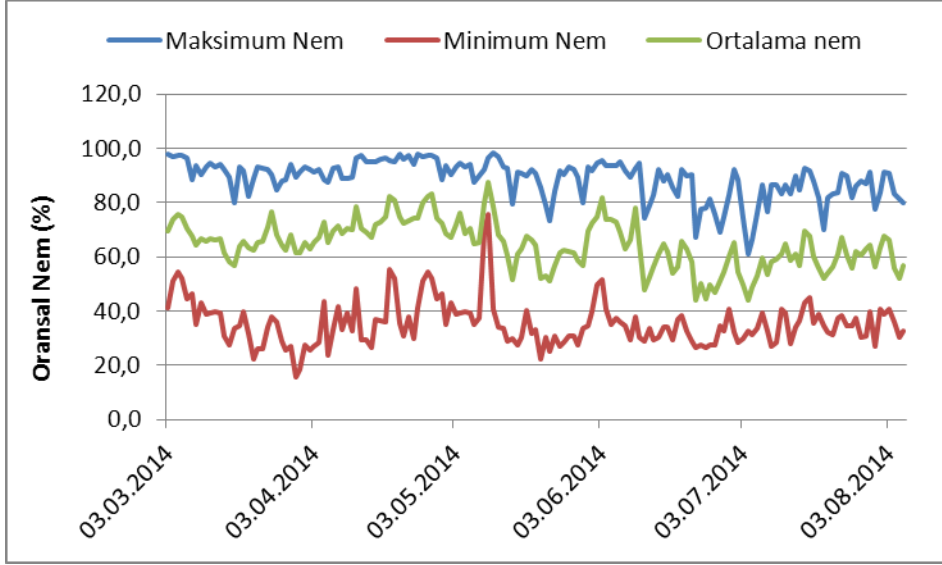
Denemenin yapıldığı 2014 yılında domates bitkisinin yetiştirme dönemindeki sera içi ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Sera içi sıcaklık değerleri (°C)

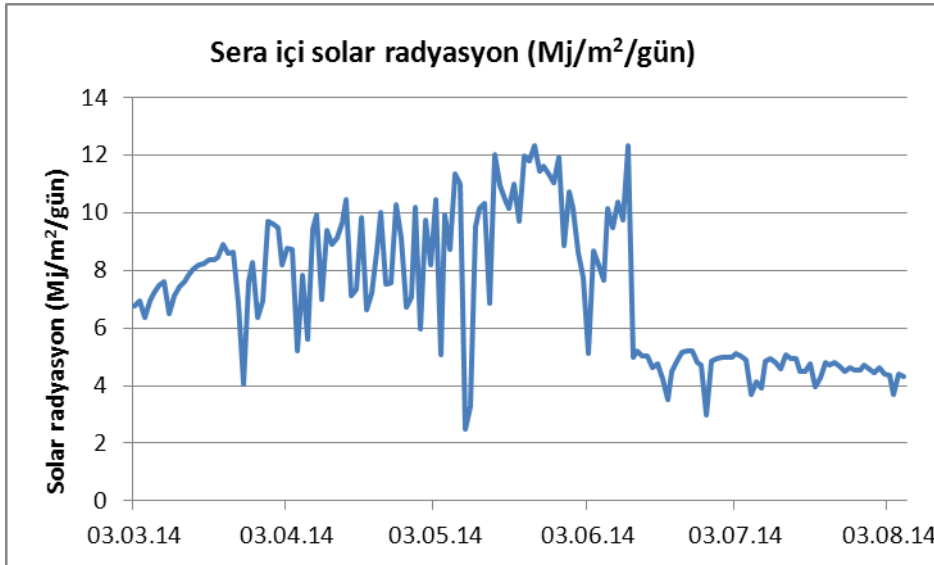
Maksimum sıcaklık 19.05.2014 tarihinde 48.1 °C kaydedilmişken, en düşük sıcaklık 30.03.2014 tarihinde 5 °C olarak kaydedilmiştir. Bitki yetiştirme döneminde maksimum sıcaklık değerleri 12.7 ile 48.1 °C arasında değişirken ortalama maksimum sıcaklık değeri 34.7 °C olmuştur. Minimum sıcaklık değerleri 5-21 °C arasında değişirken ortalama minimum sıcaklık değeri 14,9 °C olmuştur. Ortalama sıcaklık değerleri de 10.6 – 30.1 °C arasında değişiklik gösterirken ortalama sıcaklık değeri 23.1 °C olmuştur.

Maksimum oransal nem 11.05.2014 tarihinde % 98.2 kaydedilmişken, en düşük oransal nem 30.03.2014 tarihinde % 15.9 olarak kaydedilmiştir. Bitki yetiştirme döneminde maksimum oransal nem değerleri % 60.9 ile % 98.2 arasında değişirken ortalama maksimum oransal nem değeri % 88.8 olmuştur. Minimum oransal nem değerleri % 15.9 ile % 75.5 arasında değişirken ortalama minimum oransal nem değeri % 35.4 olmuştur. Ortalama oransal nem değerleri de % 43.8 ile % 87.6 arasında değişiklik gösterirken ortalama oransal nem değeri % 64.5 olmuştur.



Şekil 4.2. Sera içi oransal nem değerleri (%)

En yüksek solar radyasyon değeri 11 Haziran gününde $12.33 \text{ Mj/m}^2/\text{gün}$ olarak ölçülmüştür. 12 Haziran tarihinde gölgelendirme örtüsü çekildiği için değerler doğal olarak düşmüştür.



Şekil 4.3. Sera içi solar radyasyon değerleri ($\text{Mj/m}^2/\text{gün}$)

Domates ılık ve sıcak iklim sebzesidir. Soğuklardan hoşlanmaz. Yetiştirme döneminde sıcaklık 2°C 'ye düşerse bitki tamamen zarar görür. Sıcaklık 14°C 'nin altına düştüğü zaman olgunlaşma gecikir ve verim düşer. Bitki büyümesi için en uygun sıcaklık $22-26^\circ\text{C}$ 'dir. Sıcaklık 15°C 'nin altına ve 35°C 'nin üstüne çıktığı zaman meyve tutumunda düzensizlikler olmaktadır. Gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farkının $8-12^\circ\text{C}$ olması istenir. Domates 3°C 'ye kadar düşen yerlerde

sorunsuz yetişir. 15 °C civarındaki sıcaklıklarda çiçekler açar ancak tozlanma, polen tüpü gelişmesi açısından problemler yaşanır. İyi bir tozlanma ve döllenme için sıcaklığın en az 16-17 °C'den yüksek olması gerekir. Genel olarak ısı 24 °C'nin üzerine çıktığında seralar havalandırılmaya başlanmalıdır. Oransal nem % 65-70 olmalıdır. Döllenme için ise nemin % 70-80 olması gerekir. Domates yetiştiriciliğinde ışığın da önemi büyüktür. En az 6 saat doğrudan güneş ışığı alan yerlerde yetiştirilmelidir. Isının yüksek, ışığın düşük olduğu dönemlerde bitki zayıf gelişir ve boya kaçar, ısının düşük ışığın yüksek olduğu dönemlerde ise bitki gelişimi yavaşlar. Düşük ışıklandırmada şiddetli çiçek dökümleri görülmektedir. Işık yoğunluğunun meyvelerde askorbik asit ve karoten miktarı üzerinede etkisi olduğu tespit edilmiştir (Tarım Gözlem Dergisi, Kasım-Aralık 2014).

4.2 Uygulanan Sulama Suyu

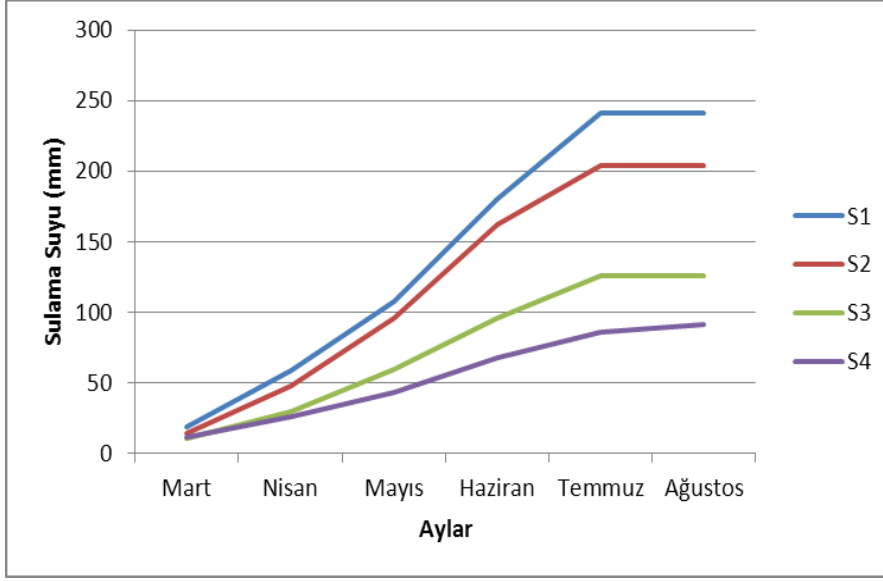
Dikimden, deneme konularının başlatıldığı tarihe kadar geçen sürede parsellere eşit miktarda (15 mm.) su verilmiş, böylece bitkinin ilk gelişim evresinde gerçekleşebilecek bir su kısıtının deneme sonuçlarını olumsuz etkilemesinin önüne geçilmiştir.

Deneme konularının başlatılmasından hemen sonra toprak nemi önce tüm konularda tarla kapasitesine çıkarılmış, daha sonra belirlenen sensör eşik değerlerine ulaştığı anlarda sulama uygulaması başlatılmıştır.

Deneme süresince deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 4.1. ve yığılımlı olarak Şekil 4.4 'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Sulama suyu sayıları, miktarları (mm) ve tarihleri

AYLAR	S1		S2		S3		S4	
	Sulama Sayısı	Sulama Suyu (mm)	Sulama Sayısı	Sulama Suyu (mm)	Sulama Sayısı	Sulama Suyu (mm)	Sulama Sayısı	Sulama Suyu (mm)
Mart	4	18,8	3	14,6	2	10,4	2	11,2
Nisan	9	39,5	7	33,3	4	19,1	3	14,9
Mayıs	10	49,6	9	48	5	30,1	3	17,2
Haziran	12	72,8	11	66,3	6	36,2	4	24,1
Temmuz	10	60,3	7	41,9	5	30,1	3	18,1
Ağustos	0	0	0	0	0	0	1	6
TOPLAM	45	241	37	204,2	22	125,9	16	91,4

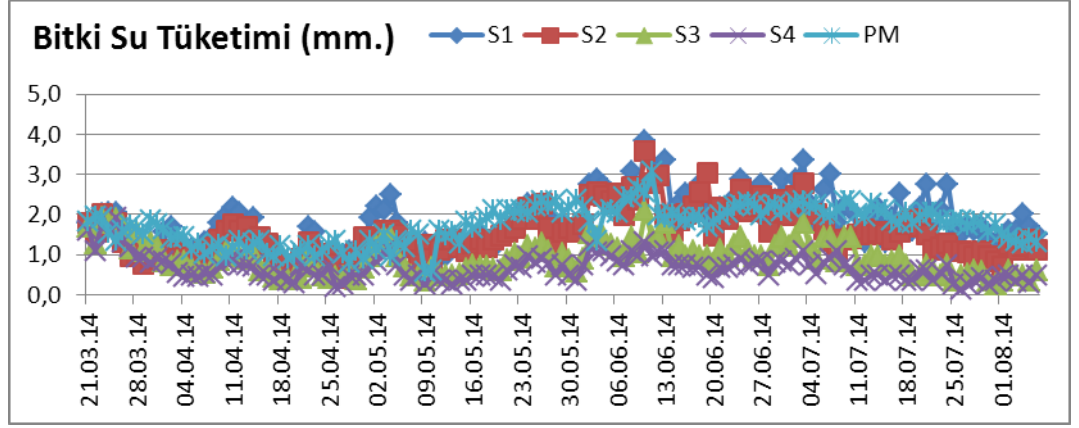


Şekil 4.4. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarlarının yığılmış değerleri (mm).

Şekil 4.4'ten de anlaşıldığı üzere yetiştirme dönemi boyunca en fazla sulama suyu uygulanan deneme konusu 241.0 mm ile S1 konusunda olmuş, bu değeri 204.3 mm ile S2 konusu takip etmiş, S3 uygulamasında 125.9 mm sulama suyu uygulanmış ve en düşük sulama suyu uygulaması 91.4 mm ile S4 uygulamasında elde edilmiştir. Değerlere bakıldığında, S1 konusuna göre S2, S3 ve S4 konularında sırasıyla % 15.3, % 47.7 ve % 62.1 daha az sulama suyu uygulanmıştır.

4.3 Bitki Su Tüketimi

Deneme konularında uygulanan sulama suyunun miktarının yanında toprak nem sensörlerinden elde edilen toprak nem ölçüm değerleri ile toprak su bütçesi eşitliği kullanılarak su kullanım miktarları (ETa) hesaplanmıştır. S1, S2, S3 ve S4 konuları için bu değerler sırasıyla, 250.1, 213.9, 127.0 ve 92.3 mm olarak hesaplanmıştır. S1 konusuna göre S2, S3 ve S4 konularında yine sırasıyla % 14.8, % 49.2 ve % 63.1 daha az bitki su tüketim değerleri elde edilmiştir.



Şekil 4.5. Konulara göre günlük bitki su tüketim değerleri (mm/gün)

Doorenbos ve Kassam (1979), domates bitkisinin toplam su ihtiyacının 400 -600 mm arasında değiştiğini ve etkili kök bölgesinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30-40'ı tüketildiğinde sulamaya başlanırsa yüksek verim elde edilebileceğini ve damla sulama yönteminin domates yetiştiriciliği için en uygun sulama yöntemi olduğunu belirtmişlerdir.

Tüzel vd. (1993), Ege Üniversitesine ait seralarda yürüttükleri çalışmalarında farklı sulama aralıklarının serada yetiştirilen domatesin verim parametrelerine olan ilişkilerini araştırmışlardır. Denemede uygulanacak su miktarını belirlemede buharlaşma kabındaki buharlaşmadan yararlanılmıştır. Ayrıca denemede 4 farklı kap katsayısı (0.60, 0.80, 1.00 ve 1.20) ve 2 farklı sulama aralığı (1 ve 3 gün) denenmiştir. Deneme sonucunda sulama aralıklarının deneme koşullarında yetiştirilen domateste verime etki etmediği, kap katsayısının 1.20 olarak alınabileceği önerilmiştir. Her iki sulama aralığında önerilen kap katsayısı için mevsimlik su tüketim değerleri 250 – 300 mm arasında değiştiği belirtilmiştir.

Ul vd. (1994), 1992-1993 yıllarında iki yıllık olarak yapmış oldukları çalışmada sonbahar dönemi sera domates yetiştiriciliğinde farklı su düzeylerinin verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla 0.75 – 2.00 arasında katsayılar uygulamışlardır. Konulara uyguladıkları su miktarları 62 - 171 mm arasında değişmiştir.

Kırda vd. (2004), serada ilkbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde kısmi kök kuruluğu ve geleneksel su kısıtının verim üzerine etkilerini inceledikleri

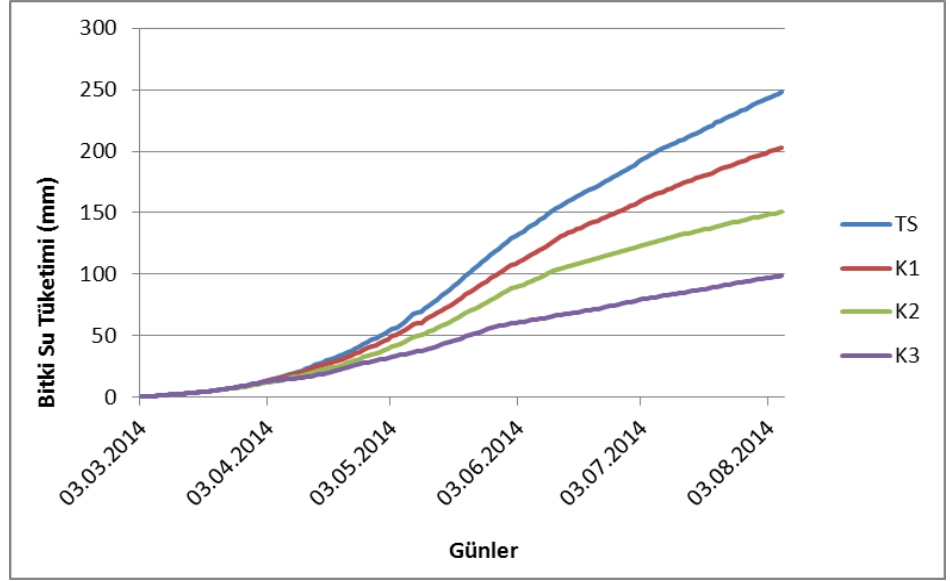
araştırma sonucunda; tam sulama konusunda bitki su tüketimi de 375 mm. olarak gerçekleşmiştir.

Liu et al. (2013), Kuzey Çin’de serada ilkbahar döneminde yetiştirilen domatestte yaptıkları araştırma sonucunda ,buharlaşıma kabı katsayılarının 0.5 -0.7 - 0.9 ve 1.1 olarak alındığı koşullarda; sulama suyu miktarının 185.1 mm ile 365.8 mm arasında değiştiğini , bitki su tüketiminin 249.1 mm ile 388.0 mm arasında değiştiğini bulmuşlardır.

Araştırmada, dikim sonrası tüm deneme konularına toprağı tarla kapasitesine kadar çıkarmak için uygulanan eşit miktarda sulama uygulaması yapılan 21 Mart tarihinden sonra ilgili hesaplamalardan elde edilen yığışımli bitki su tüketimi değerleri deneme konularına göre Şekil 4.6’da ve aylık su tüketim sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

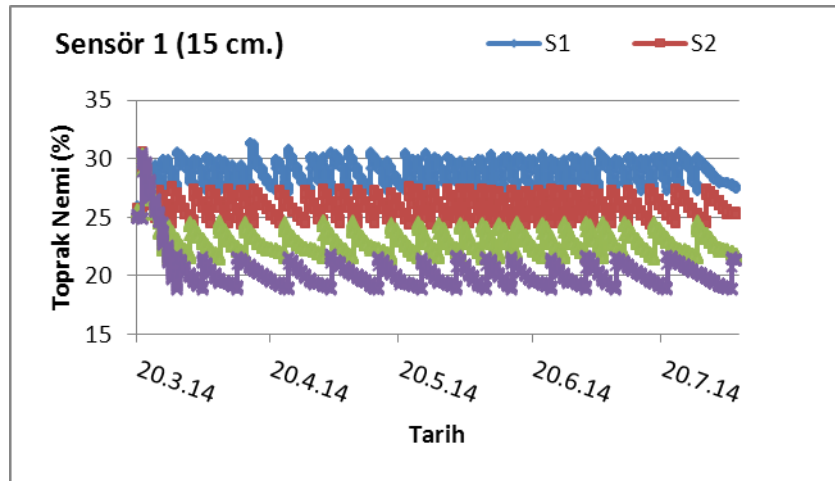
Çizelge 4.2. Konulara göre aylık bitki su tüketim miktarları (mm.)

AYLAR	S1	S2	S3	S4
	Bitki Su Tüketimi (mm)	Bitki Su Tüketimi (mm)	Bitki Su Tüketimi (mm)	Bitki Su Tüketimi (mm)
Mart	16,8	14,9	16,6	14,1
Nisan	37,9	32,6	19,9	16,3
Mayıs	48,9	44,6	25,3	17,8
Haziran	74,6	68,9	36	24,9
Temmuz	62,1	46,2	26,3	16,7
Ağustos	9,8	6,8	2,9	2,5
TOPLAM	250,1	213,9	127	92,3

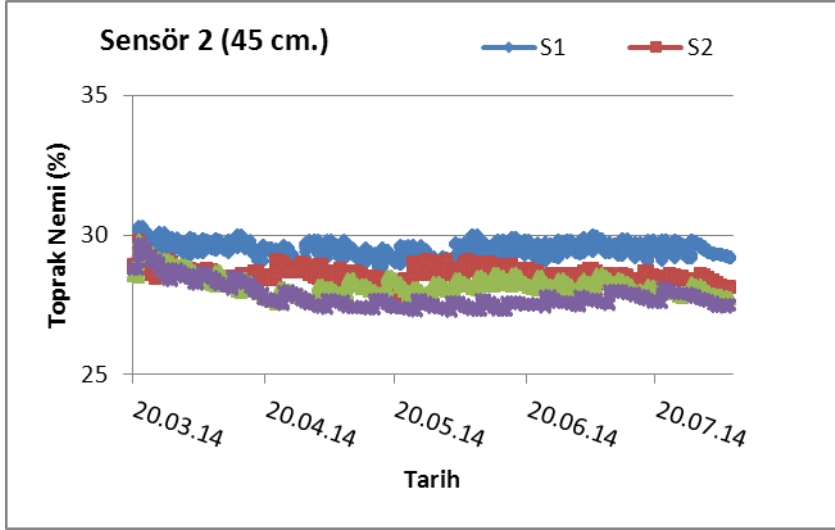


Şekil 4.6. Deneme konularının yığışımı bitki su tüketim değerleri (mm.)

Deneme süresince toprak nem değerleri toprak nem algılayıcıları yardımıyla okunmuş ve kaydedilmiştir. Kısıt uygulamasının başlangıcından sonra bütün deneme konularında sulamaları başlatan SM 300 algılayıcılarıyla gerçekleştirilen % nem içeriği biriminden toprak nem değeri okumaları Şekil 4.7 ve 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.7. 0-30 cm. derinlikteki toprak nem sensörü değerleri (%)



Şekil 4.8. 30-60 cm. derinlikteki toprak nem sensörü değerleri (%)

4.4 Verim

Deneme konularından elde edilen toplam ve pazarlanabilir (kg/m^2) verim değerleri ile meyve sayısı (adet/m^2) ve meyve ağırlığı (g/ad.) değerleri Çizelge 4.3’de, toplam ve pazarlanabilir verim değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4 ve 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Konulara göre verim değerleri

Konular	Toplam verim (kg.)	Verim (kg./m^2)	Pazarlanabilir verim (kg.)	Pazarlanabilir verim (kg./m^2)	Toplam meyve sayısı (ad./m^2)	Pazarlanabilir meyve sayısı (ad./m^2)	Ortalama meyve ağırlığı (g/ad.)	Pazarlanabilir meyve ağırlığı (g/ad.)
S1	138.71	10.32 a	138.66	10.32 a	75.00	74.78	137.60 a	138.00 a
S2	130.09	9.68 a	129.84	9.66 a	75.00	73.88	129.07 a	130.75 a
S3	99.66	7.42 b	98.64	7.34 b	74.60	71.13	99.46 b	103.19 b
S4	74.81	5.57 c	73.32	5.46 c	75.00	70.01	74.27 c	77.99 c

Çizelge 4.4. Verimlere ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F (Hesap)	Prob>F
Blok (Tekerrür)	2	0.28	1.86	0.23 ö.d
Konu	3	14.24	94.81	<.0001**
Hata (S)	6	0.90		
Genel	11			

** %1 hata seviyesinde güvenilir öd önemli değil

Yapılan istatistik analizine göre konular arasında ortalama verimde % 99 güvenle fark bulunmuştur . Verimde Duncan Sınıflandırmasına göre S1 ve S2 konuları ortalamaları 10.32 ve 9.68 kg. olup 1. grupta yer almışlardır. S3 konusu 2., S4 konusuda 3. Grupta yer almıştır.

Çizelge 4.5. Pazarlanabilir verimlere ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F (Hesap)	Prob>F
Blok (Tekerrür)	2	0.27	1.75	0.25 ö.d
Konu	3	14,90	97.38	<.0001**
Hata (S)	6	0.92		
Genel	11			

** %1 hata seviyesinde güvenilir öd önemli değil

Yapılan istatistik analizine göre konular arasında pazarlanabilir verimde % 99 güvenle fark bulunmuştur (Çizelge 4.6 ve 4.7). Meyve ağırlığı Duncan Sınıflandırmasına göre S1 ve S2 konuları ortalamaları 10.32 ve 9.66 kg. olup 1. grupta yer almışlardır. S3 konusu 2., S4 konusuda 3. Grupta yer almıştır.

Çizelge 4.6. Meyve ağırlığına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F (Hesap)	Prob>F
Blok (Tekerrür)	2	51.52	2.02	0.21 ö.d
Konu	3	2518.82	98.82	<.0001**
Hata (S)	6	152.93		
Genel	11			

** %1 hata seviyesinde güvenilir öd önemli değil

Yapılan istatistik analizine göre konular arasında meyve ağırlığı yönünden % 99 güvenle fark bulunmuştur. Verimde Duncan Sınıflandırmasına göre S1 ve S2 konuları ortalamaları 137.60 ve 129.07 g. olup 1. grupta yer almışlardır. S3 konucu 2., S4 konusuda 3. Grupta yer almıştır.

Çizelge 4.7. Pazarlanabilir meyve ağırlığına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F (Hesap)	Prob>F
Blok (Tekerrür)	2	55.47	2.25	0.19 ö.d
Konu	3	2261.54	91.77	<.0001**
Hata (S)	6	147.86		
Genel	11			

** %1 hata seviyesinde güvenilir

öd önemli değil

Yapılan istatistik analizine göre konular arasında pazarlanabilir meyve ağırlığı yönünden % 99 güvenle fark bulunmuştur. Meyve ağırlığı Duncan Sınıflandırmasına göre S1 ve S2 konuları ortalamaları 138.00 ve 130.75 g. olup 1. grupta yer almışlardır. S3 konusu 2., S4 konusuda 3. Grupta yer almıştır.

Konulara göre ortalama verim sırasıyla 10.32, 9.68, 7.42 ve 5.57 kg./m² olarak bulunmuştur. Pazarlanabilir verim ise yine sırasıyla 10.32, 9.66, 7.34 ve 5.46 kg./m² olarak bulunmuştur.

Rad vd. (2005), yapmış oldukları araştırma sonucunda; 2002-2003 üretim döneminde Silifke sera koşullarında tek ürün yetiştirme tekniğine göre domatesin dekara verimini, sonbahar dönemi için 7500 kg., ilkbahar dönemi için 9000 kg. olarak tespit etmişlerdir.

Kırda vd. (2004), serada ilkbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde kısmi kök kuruluğu ve geleneksel su kısıtının verim üzerine etkilerini inceledikleri araştırma sonucunda, tam sulama konusundan 110.9 t ha⁻¹ verim elde etmişlerdir.

Ay vd. (2006), Simav'da, jeotermal olarak ısıtılan ve geç ilkbahar ürünü olarak domates yetiştirilen bir serada yaptıkları araştırma sonucunda 7.3-8.3 ton/da verim elde etmişlerdir.

Yakar (2008), serada ilkbahar döneminde iki yıl süreyle yaptığı araştırma sonucunda, ilk yıl sonundaki verim değerleri 5992.5 ile 9080.4 kg da⁻¹ arasında, ikinci yıl ise 10254.9 ile 11571.8 kg da⁻¹ arasında bulmuştur.

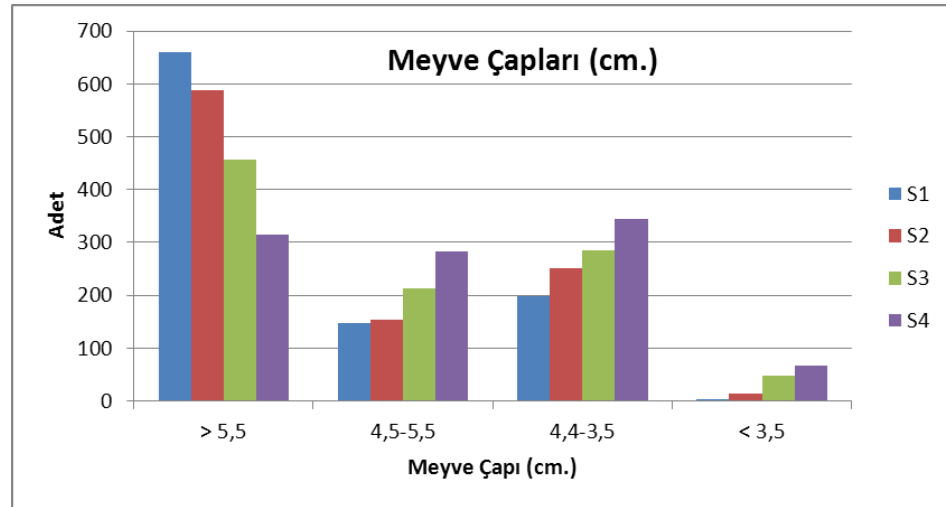
Mahmoud et al. (2012), yaptıkları araştırma sonucunda konulara göre verim değerleri ilk yıl 87.6 – 112.5 t ha⁻¹, ikinci yılda 87.9 – 113.4 t ha⁻¹ arasında değiştiğini bulmuşlardır.

İbrahim et al. (2014), serada domates yetiştiriciliğinde dört farklı sulama konusu ile (tam sulama, % 80-60-40 sulama) yaptıkları araştırmanın sonucunda; ilk yıl 84 ile 166 t/ha arasında, ikinci yıl 89.5 ile 171 t/ha arasında verim elde etmişlerdir.

Al-Harbi et al. (2015), serada domates yetiştiriciliğinde iki farklı su kaynağı ve dokuz farklı sulama uygulaması ile gerçekleştirerek iki yıl yürüttükleri araştırmada; toplam verimi ilk yıl 75.1 ile 124.6 t ha⁻¹ arasında, ikinci yıl 75.6 ile 125.9 t ha⁻¹ olarak bulmuşlardır.

Öztekin vd. (2015), yapmış oldukları araştırma sonucunda serada ilkbahar döneminde yetiştirilen domatesin pazarlanabilir verimini 9.44-10.42 kg/m² olarak bulmuşlardır.

Konulardan elde edilen meyvelerin çaplarına göre sınıflandırılmasında Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Konulara göre meyve çaplarının sınıflandırılması (cm/ad.)

Şekilde de görüldüğü üzere deneme konularından elde edilen meyveler meyve çaplarına göre sınıflandırıldığında; çapı 5.5 cm üzeri meyve sayısı 660 adet ile en fazla S1 konusunda olurken, 315 adet ile en az S4 konusunda olmuştur. Çapı 3.5 cm. altı meyve sayısı 67 adet ile en fazla S4 konusunda olurken, en az 3 adet meyve ile S1 konusunda olmuştur.

4.5 Meyve Kalitesi

Domateste meyve kalitesi parametrelerinin belirlenmesi amacıyla Ege Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarı'nda, bitkilerin dördüncü salkımlarından kenar tesiri çıkarıldıktan sonra kalan alan içerisinde tesadüfi olarak seçilen meyvelerin; meyve eni ve boyu (cm), sertlik (kg), meyve rengi, TA (mval/100 ml), EC (dS/m), pH, TSÇKM (%) ve kuru ağırlık (%) değerleri ölçülmüştür. Söz konusu ölçümler ile ilgili analiz sonuçları olarak Çizelge 4.8 'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Meyve kalite analiz değerleri

Konu	Meyve Rengi					Kuru Madde (%)	Sertlik (N)	TSÇKM (%)	EC (dS/m)	pH	TA (mval/100 ml)	C Vitamini (mg/ 100 ml)
	L	A	B	HUE	KROMA							
S1	38.26	25.57	24.90	44.24	35.69	5.57	46.78 B	4.63	5.25	4.64	4.84	15.81 B
S2	38.37	25.93	25.03	44.01	36.04	5.55	59.25 A	4.77	5.43	4.66	4.57	18.03 AB
S3	38.57	26.62	25.46	43.71	36.84	5.64	57.77 A	4.60	5.56	4.61	5.05	21.11 AB
S4	38.60	26.89	25.24	43.20	36.89	5.90	63.83 A	4.67	5.18	4.61	4.53	22.09 A
P	0.804	0.236	0.742	0.54	0.309	0.312	0.013	0.747	0.307	0.218	0.297	0.085

Kalite analizi sonuçları incelendiğinde; sertlik değerlerine bakıldığında; değerler istatistiksel açıdan farklı bulunmuş, en yüksek değer 63.83 N ile S4 konusundan elde edilirken, en düşük değer 46.78 N ile S1 konusundan elde edilmiştir.

Meyve rengi açısından elde edilen değerlerde konular arasında istatistiksel açıdan bir farklılık görülmemiş; yeşil renk oluşumunun derecesine bakıldığında en düşük a değeri 25.57 ile S1 konusundan elde edilmiş, en yüksek a değeri ise 26.89 ile S4 konusundan elde edilmiştir. b değeri ise 24.90 ile 25.46 arasında değişmiştir. Açıklık-koyuluk ilişkisini gösteren L değeri için en yüksek değer 38.60 ile yine S4 konusundan elde edilirken, en düşük değer ise 38.26 ile S1 konusundan elde edilmiştir.

Doygunluk (hue) ve canlılık (croma) değerleri için; en yüksek doyumluk değeri 44.24 ile S1 konusunda, en düşük değer ise 43.20 ile S4 konusundan elde edilmiş; canlılık değerleri açısından en yüksek değer 36.89 ile S4 konusundan elde edilirken, en düşük değer 35.69 ile S1 konusundan elde edilmiştir.

TA değerlerine bakıldığında S3 konusundan 5.05 mval/100 ml ile en yüksek değer elde edilirken, en düşük değer 4.53 mval /100 ml ile S4 konusundan elde edilmiştir. % Toplam Suda Çözünür Kuru Madde değerleri ve % kuru ağırlık değerleri bakımından konular arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamış, değerler 4.60 - 4.77 ve 5.55-5.90 arasında değişmiştir. Meyve suyu EC değerlerin açısından konular arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamış; en düşük değer 5.18 ile S4 konusundan, en yüksek değer ise 5.56 ile S3 konusundan elde edilmiştir.

Son olarak C vitamini değerleri açısından konular arasında istatistiki açıdan fark bulunmamış; en yüksek değer 22.09 ile S4 konusundan elde edilirken, en düşük değer 15.81 ile S1 konusundan elde edilmiştir.

4.6 Su Kullanım Randımanı (WUE)

Pazarlanabilir ve toplam verim (kg m^{-3}) değerlerine göre su kullanım (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanları (IWUE) ile bitki su tüketimi etkinliği değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Pazarlanabilir ve toplam verime göre su kullanım etkinlikleri.

	Pazarlanabilir verim				Toplam verim			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
IWUE (kg/m^3)	42,82	47,31	58,30	59,74	42,82	47,40	58,94	60,94
WUE (kg/m^3)	41,26	45,16	57,80	59,15	41,26	45,25	58,43	60,35

Pazarlanabilir verim değerlerine göre IWUE ve WUE değerleri sırasıyla 42.82 kg m^{-3} ile 59.74 kg m^{-3} arasında ve 41.26 kg m^{-3} ile 59.15 kg m^{-3} arasında değişmiştir. En yüksek IWUE ve WUE değerleri sırasıyla 59.74 kg m^{-3} ve 59.15 kg m^{-3} ile S4 uygulamasının elde edilmiştir. Toplam verim değerlerine göre IWUE ve WUE değerleri sırasıyla 42.82 kg m^{-3} ile 60.94 kg m^{-3} arasında ve 41.26 kg m^{-3} ile 60.35 kg m^{-3} arasında değişmiştir. En yüksek IWUE ve WUE değerleri sırasıyla 60.94 kg m^{-3} ve 60.35 kg m^{-3} ile yine S4 uygulamasının elde edilmiştir.

Alomran et al. (2012), sera domates yetiştiriciliğinde yaz döneminde iki yıl süreyle, yüzeyaltı ve yüzeyüstü damla sulama yöntemlerinde, normal sulama suyu ve tuz konsantrasyonu yüksek olan su kaynağı ile sulamaların gerçekleştirildiği

araştırma sonucunda; ilk yıl ve ikinci yıl sırasıyla ; en düşük IWUE değerini 21.7 – 22.6 kg m⁻³ ile tuzlu suyun kullanıldığı konuda, en yüksek IWUE ise 51.0 – 50.1 kg m⁻³ ile normal sulama suyunun kullanıldığı konudan elde edilmiştir.

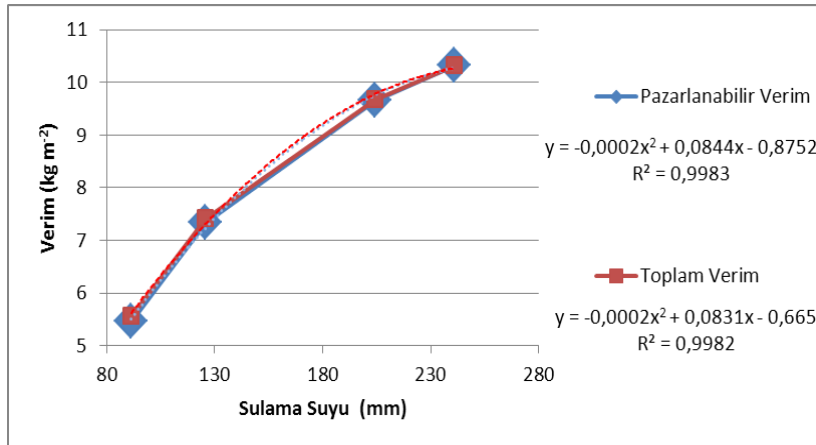
Mahmoud et al. (2012), yaptıkları araştırma sonucunda; IWUE değerlerindeki ilk yıl ve ikinci yıl sırasıyla ; en düşük IWUE değerlerini 23.4 – 23.6 kg m⁻³, en yüksek IWUE değerleri ise 36.5 – 36.6 kg m⁻³ olarak bulmuşlardır.

Liu et al. (2013), Kuzey Çin’de serada buharlaşma kabı katsayılarının 0.5-0.7- 0.9 ve 1.1 olarak alındığı koşullarda yapmış oldukları araştırmada; IWUE değerlerini 39.12 kg m⁻³ ile 56.86 kg m⁻³; WUE değerlerindeki 36.21 kg m⁻³ ile 47.94 kg m⁻³ arasında değiştiğini bulmuşlardır.

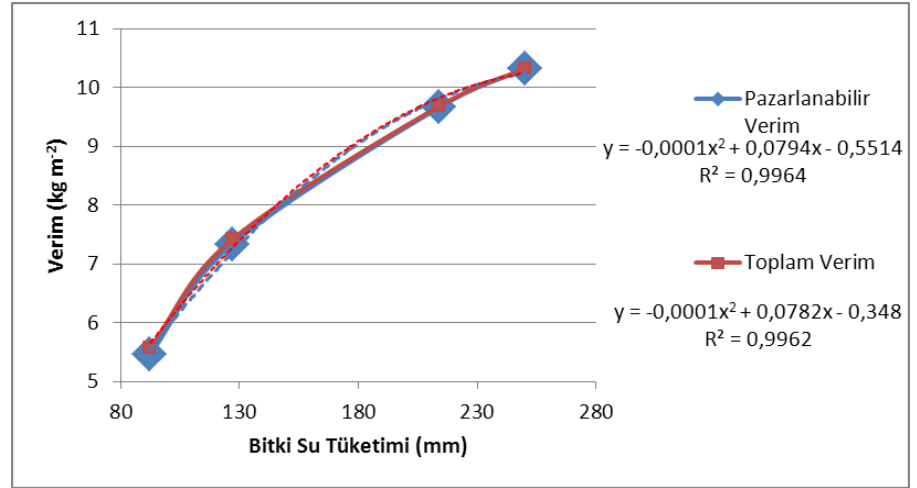
İbrahim vd. (2014), serada domates yetiştiriciliğinde dört farklı sulama konusu ile (tam sulama, % 80-60-40 sulama) yaptıkları araştırmanın sonucunda; en yüksek IWUE değerleri en fazla su kısıtının olduğu % 40 sulama konusunda ilk yıl ve ikinci yıl 57.26 ile 59.58 kg m⁻³ ; en düşük IWUE değerleride tam sulama konusundan 39.71 ile 41.38 kg m⁻³ olarak bulunmuştur.

Al-Harbi et al. (2015), serada domates yetiştiriciliğinde iki farklı su kaynağı ve dokuz farklı sulama uygulaması ile gerçekleştirerek iki yıl yürüttükleri araştırmada; IWUE değerlerindeki konulara göre ilk yıl 20.9 ile 41.7 kg m⁻³ arasında , ikinci yıl ise 21.0 ile 41.8 kg m⁻³ arasında olarak bulmuşlardır.

Sulama suyu ve bitki su tüketimi (mm) ile pazarlanabilir ve toplam verim (kg m⁻²) değerleri arasındaki ilişkilerin grafikleri, ilişki denklemleri ve determinasyon katsayısı değerleri Şekil 4.10 ve 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.10. Sulama suyu ile pazarlanabilir ve toplam verim ilişkileri.



Şekil 4.11. Bitki su tüketimi ile pazarlanabilir ve toplam verim ilişkileri.

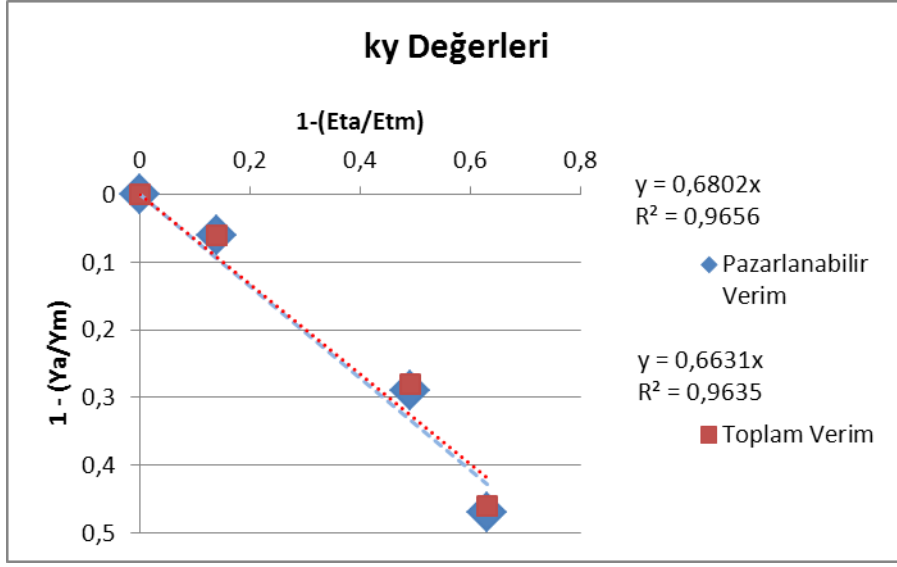
Şekil 4.10 incelendiğinde uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça IWUE ve WUE azalmış ve en çok su uygulanan S1 konusunda sırasıyla bu değerler pazarlanabilir ve toplam verimde aynı şekilde 42.82 – 41.26 kg/m³ olarak saptanmıştır. En az sulamanın uygulandığı S4 konusundaki IWUE ve WUE değerleri ise sırasıyla; pazarlanabilir verimde 59.74 – 59.15 kg/m³, toplam verimde ise 60.94 – 60.35 kg/m³ şeklinde gerçekleşmiştir.

4.7 Verim Etmeni (Ky)

Verim etmeni (ky) değerinin hesaplanmasında elde edilen verim ve bitki su tüketim değerleri kullanılmıştır. Konulara göre ortalama verim sırasıyla 10.32, 9.68, 7.42 ve 5.57 kg./m² olarak bulunmuştur. Pazarlanabilir verim ise yine sırasıyla 10.32, 9.66, 7.34 ve 5.46 kg./m² olarak bulunmuştur S1 koşulunda elde edilen verimin en yüksek verim olması nedeniyle maksimum verim (Y_m) olarak alınmış ve sırasıyla S2, S3 ve S4 konularındaki Ya/Y_m oranı hesaplanmıştır. Bitki su tüketim değerleride (ET_a) sırasıyla, 250.1, 213.9, 127.0 ve 92.3 mm olarak hesaplanmıştır. En yüksek bitki su tüketimi değeri S1 konusunda elde edildiğinden, ET_a / ET_m oranı hesaplanırken ET_m olarak S1 konusundan elde edilen değer kullanılmıştır. Verim etmenin hesaplanabilmesi için gerekli oranlar Çizelge 4.10'de ve ky değerleri Şekil 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Verim etmeninin hesaplanabilmesi için gerekli oranlar

	Pazarlanabilir verim				Toplam verim			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Ya/Ym	1.00	0.94	0.71	0.53	1.00	0.94	0.72	0.54
Eta/Etm	1.00	0.86	0.51	0.37	1.00	0.86	0.51	0.37



Şekil 4.12. Pazarlanabilir ve toplam verime göre ky grafiği.

Verim etmeni (ky) değerinin pazarlanabilir ve toplam verime göre sırasıyla 0.68 ve 0.66 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Al-Harbi et al. (2015), serada domates yetiştiriciliğinde yaptıkları araştırma sonucunda; ky değerlerini konular arasında 0.24 ile 0.75 arasında bulmuşlardır.

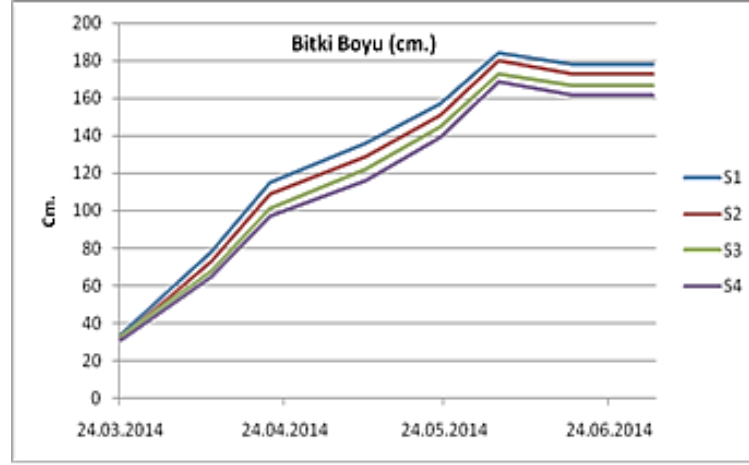
Mahmoud et al. (2012), yaptıkları araştırma sonucunda ky değerleri farklı sulama konularında 0.24 ile 0.75 arasında değiştiğini bulmuşlardır.

4.8 Bitki Gelişimi

Yetiştirme dönemi süresince, iki haftada bir yapılan bitki boyu ve bitki çapı ölçümleri ile bitkinin gelişim süreci izlenmiştir.

Ayrıca yaprak alanı ölçümü yapılan bitkilerin boyları da ölçülmüş bu değerler deneme konularına göre Çizelge 4.11 ve Şekil 4.13’de verilmiştir. Bitki boyu konu ortalamalarına ait varyans analiz tablosuda Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Yine aynı şekilde konulara göre ölçülen bitki gövde çaplarına ait değerler ve istatistik analizi Çizelge 4.13, 4.14 ve Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.13. Konulara göre ortalama bitki boyları (cm.)

Çizelge 4.11. Konulara göre genel ortalama bitki boyları (cm.)

Konular	Ort.Bitki Boyu (cm.)
S1	133.25 a
S2	127.17 b
S3	121.46 c
S4	117.67 d

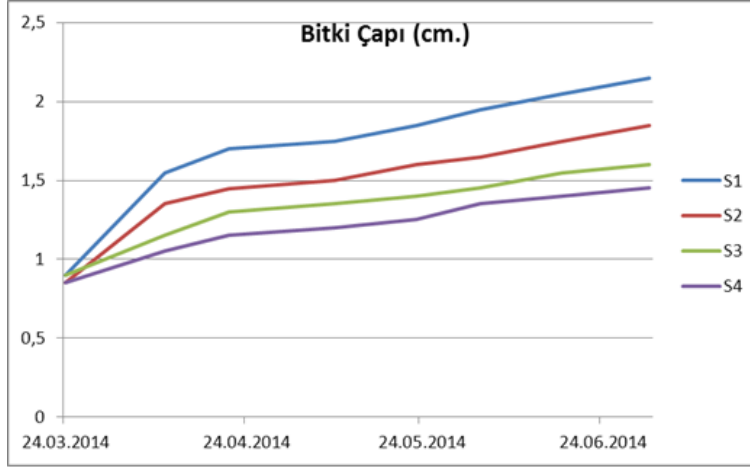
Çizelge 4.12. Bitki boyu konu ortalamalarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F (Hesap)	Prob>F
Blok (Tekerrür)	2	2.36	0.78	0.50 ö.d
Konu	3	139.01	46.14	0.0002*
Hata (S)	6	18.08		
Genel	11			

* %1 hata seviyesinde güvenilir

öd önemli değil

Yapılan istatistik analizine göre konular arasında bitki boylarında % 99 güvenle fark bulunmuştur. Verimde Duncan Sınıflandırmasına göre S1 133.25 cm. ile 1. Grupta yer alırken, S2 konusu 2., S3 konucu 3., S4 konusu da 4. Grupta yer almıştır.



Şekil 4.14. Konulara göre bitki gövde çapları (cm)

Çizelge 4.13. Konulara göre ortalama bitki gövde çapları (cm.)

Konular	Ort.Bitki Çapı (cm.)
S1	1.74 a
S2	1.50 b
S3	1.34 c
S4	1.21 d

Çizelge 4.14. Bitki gövde çapı konu ortalamalarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F (Hesap)	Prob>F
Blok (Tekerrür)	2	0.004	2.87	0.13 öd
Konu	3	0.15	108.29	<0.01**
Hata (S)	6	0.008		
Genel	11			

** %1 hata seviyesinde güvenilir

öd önemli değil

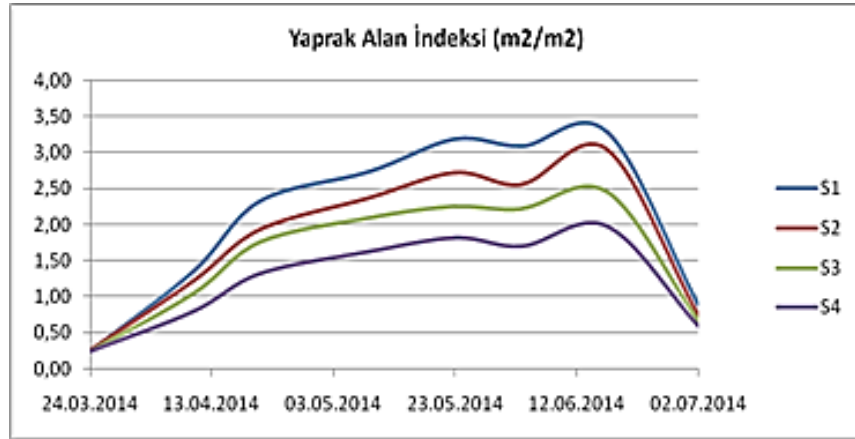
Yapılan istatistik analizine göre konular arasında bitki çapı yönünden % 99 güvenle fark bulunmuştur. Verimde Duncan Sınıflandırmasına göre S1 1,74 cm. ile 1. Grupta yer alırken, S2 konusu 2., S3 konucu 3., S4 konusu da 4. Grupta yer almıştır.

Bitki boyu değerlerine bakıldığında, en yüksek bitki boyu değeri 186 cm ile S1 konusundan elde edilirken, bu değeri 179 cm ile S2, 172 cm ile S3 ve 169 cm ile S4 uygulaması takip etmiştir. Haziran başında büyüme ucunun alınmasından dolayı bitki boyu değerleri bir miktar azalmıştır.

Bitki çapları değerlerine bakıldığında, en yüksek değer 2.15 cm ile S1 konusundan elde edilirken, bunu sırasıyla 1.85 cm ile S2, 1.60 cm ile S3 ve son olarak 1.45 cm ile S4 konusu izlemiştir.

4.9 Yaprak Alan İndeksi ve Yaprak Alanı-Su Tüketim İlişkileri

Hesaplanan yaprak alan indeksi değerleri deneme konularına göre Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15’de verilmiştir. Yaprak alan indeksi (YAI) konu ortalamalarına ait varyans analiz tablosunda Çizelge 4.16’da verilmiştir.



Şekil 4.15. YAI’nin ölçüm tarihlerine göre değerleri (m^2/m^2)

Çizelge 4.15. Konulara göre ortalama YAI değerleri (m^2/m^2)

Konular	Ort.YAI (m^2/m^2)
S1	2.14 a
S2	1.85 b
S3	1.59 c
S4	1.26 d

Çizelge 4.16. Yaprak alan indeksi (YAI) konu ortalamalarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F (Hesap)	Prob>F
Blok (Tekerrür)	2	0.0005	0.32	0.73 ö.d
Konu	3	0.42	259.92	<.0001**
Hata (S)	6	0.009		
Genel	11			

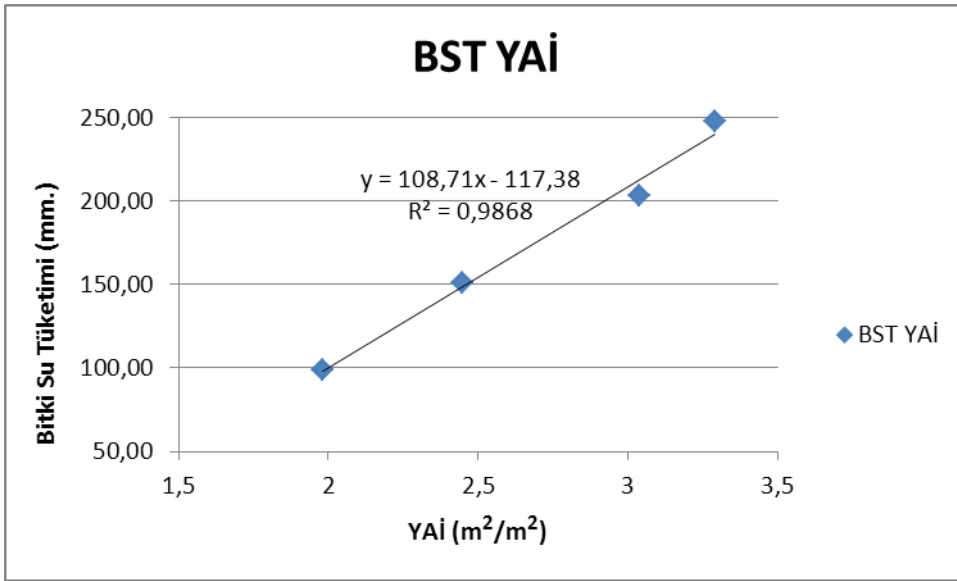
** %1 hata seviyesinde güvenilir

öd önemli değil

Yapılan istatistik analizine göre konular arasında yaprak alan indeksi yönünden % 99 güvenle fark bulunmuştur. Verimde Duncan Sınıflandırmasına göre S1 $2.14 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ile 1. Grupta yer alırken, S2 konusu 2., S3 konusu 3., S4 konusuda 4. Grupta yer almıştır.

YAI değerlerine bakıldığında en yüksek değerin $3.29 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ile S1 konusundan elde edildiği, onun hemen ardından $3.04 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ile S2 konusunun geldiği görülmektedir. Temmuz ayından itibaren yapılan ölçümlerden elde edilen değerlerin ani düşüşü mevsimsel olarak sera içi iklim değerlerinden ve bitki gelişimine bağlı olarak kurumuş yaşlı ve sağlıklı yaprakların temizlenmesi işlemlerinden kaynaklandığı belirtilmelidir.

Yaprak alanı ve bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler ve ilişkilere ait denklem ve determinasyon katsayıları Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.16. BST-YAI ilişki grafiği ve denklemi.

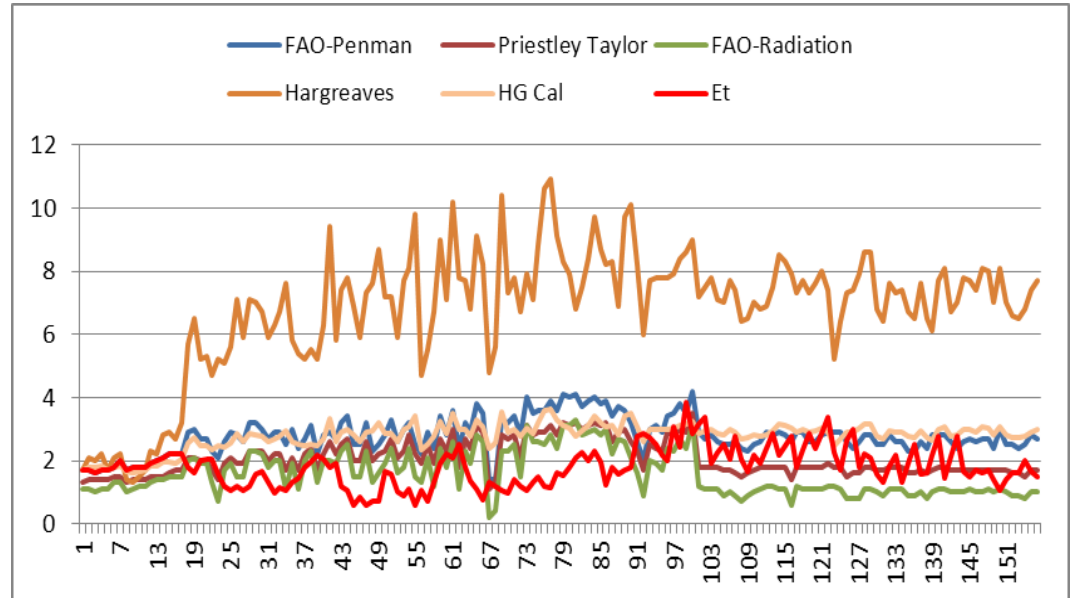
4.10 Referans Bitki Su Tüketimleri

Referans bitki su tüketimi değerleri, IAM_ETo paket programı kullanılarak sera içi iklim değerlerine bağlı olarak elde edilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.17’da verilmiştir.

Çizelge 4.17. Sera içi referans bitki su tüketimi hesaplama yöntemlerinden elde edilen sonuçlar (mm).

Gün Sayısı	Aylar	Priestley Taylor (mm/gün)	Priestley Taylor (mm/ay)	Hargreaves (mm/gün)	Hargreaves (mm/ay)	FAO-Radiation (mm/gün)	FAO-Radiation (mm/ay)	FAO-Penman (mm/gün)	FAO-Penman (mm/ay)
29	Mart	1,7	48,6	3,7	106,4	1,5	42,2	2,2	64,9
30	Nisan	2,2	66,7	6,8	205,2	1,8	54,8	2,8	83,2
31	Mayıs	2,7	84,9	8,2	253,3	2,4	74,2	3,4	105,5
30	Haziran	2,1	61,7	7,6	229,1	1,4	42,8	2,9	86,0
31	Temmuz	1,7	53,3	7,3	226,9	1,0	31,6	2,6	82,0
6	Ağustos	1,6	9,8	7,0	42,0	0,9	5,6	2,6	15,4
157	TOPLAM	12,0	325	40,6	1062,9	9,1	251,2	16,5	437,0

Elde edilen değerlere göre S1 konusunda, bitki gelişim dönemi boyunca tükettiği 250.1 mm su değerine en yakın sonuç FAO Radyasyon yöntemiyle yapılan hesaplama sonucu elde edilmiştir. Diğer yöntemlerle elde edilen sonuçlar S1 konusunda elde edilen bitki su tüketimi değerine oldukça uzaktır.

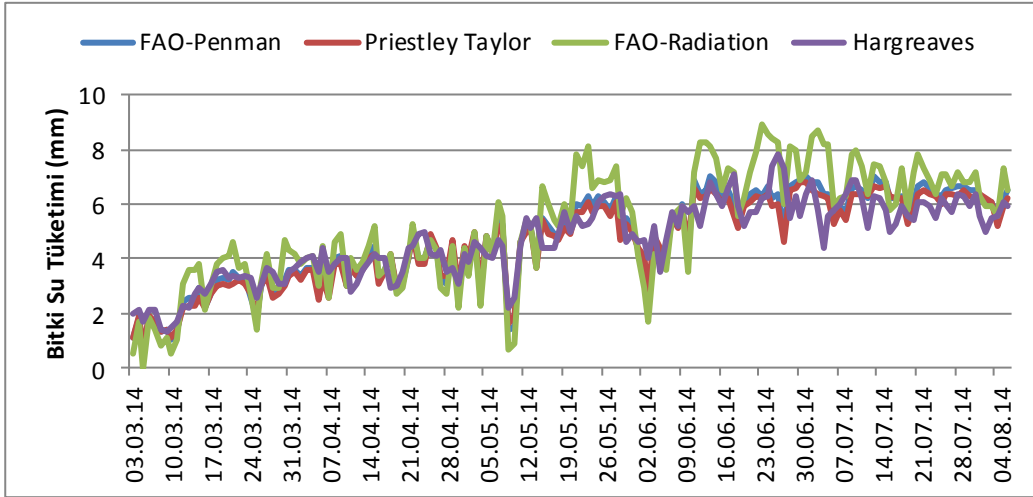


Şekil 4.17. IAM_ETo paket programı ile hesaplanan sera içi referans bitki su tüketimi (mm).

Sera dışından elde edilen referans bitki su tüketimlerinde Çizelge 4.18’de verildiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.18. Sera dışı referans bitki su tüketimi hesaplama yöntemlerinden elde edilen sonuçlar (mm).

Gün Sayısı	Aylar	Priestley Taylor (mm/gün)	Priestley Taylor (mm/ay)	Hargreaves (mm/gün)	Hargreaves (mm/ay)	FAO-Radiation (mm/gün)	FAO-Radiation (mm/ay)	FAO-Penman (mm/gün)	FAO-Penman (mm/ay)
29	Mart	2,3	67,9	2,7	78,1	2,7	78,1	2,4	70,5
30	Nisan	3,6	109	3,9	115,6	3,8	115,4	3,7	110,6
31	Mayıs	4,8	149,3	4,9	151,2	5,4	166,4	4,9	152,3
30	Haziran	5,6	168,1	5,8	174,2	6,4	191,8	5,7	171,9
31	Temmuz	6,2	193,7	5,9	184,4	7,1	219,9	6,4	199,6
6	Ağustos	6,0	36	5,6	33,7	6,3	37,5	6,1	36,7
157	TOPLAM	28,6	724	28,8	737,2	31,6	809,1	29,3	741,6



Şekil 4.18. IAM_ETo paket programı ile hesaplanan sera dışı referans bitki su tüketimi (mm).

Penman-Monteith eşitliğinden elde edilen sonuçların referans bitki su tüketimi sonuçları olarak kullanılması ve domates bitkisi için denemenin gerçekleştirildiği koşullarda bitki katsayılarının elde edilmesinde kullanılması uygun görülmüştür. Burada sera koşulları yetiştiriciliğinde en uygun havalandırma hızı olan 0.5 m/s rüzgar hızı değeri (Tüzel ve Gül, 2008) referans alınarak hesaplama yapıldığı belirtilmelidir. 2 metre yükseklikte ölçülen rüzgar hızı değerinin 0.5 m/s değerine eşit veya yüksek alınması havanın durgun ve esintisiz olduğu durumda sınır katmanı değişkenliği ve bitki yüzeyinden meydana gelen nem değişimini teşvik için gereklidir. Bu etki rüzgar hızı az hava sıcaklığı nem değişimini teşvik edici olduğunda gerçekleşebilir. Rüzgar hızının

ölçülemediği durumlarda rüzgar hızı değerinin 0.5 m/s'nin altında alınması bitki su tüketimi değerinin umulandan daha az olarak hesaplanmasına neden olmaktadır (Allen et al., 1998)

Yapılan bir çalışmada Yarı Kurak Akdeniz Bölgesi koşullarında ilkbahar sezonunda serada yetiştirilen domates bitkisi için bitki gelişim dönemlerine göre bitki katsayı değerleri (kc) sırasıyla 0.18, 0.47, 0.9 ve 0.81 olarak bulunmuş toplam yetiştirme periyodu ise 135-200 gün arasında gerçekleşmiştir (Harel et al., 2014). Denemede, 03 Mart-06 Ağustos 2014 arası yetiştirilen domates bitkisi için toplam yetiştirme dönemi; başlangıç dönemi 20 gün, gelişme dönemi 45 gün, orta dönem 70 gün ve geç dönem 22 gün olmak üzere toplam 157 gün olup verilen değere yakın olduğu söylenebilir. Bu bakımdan ilgili kaynaktaki bitki katsayıları (0.18, 0.47, 0.9 ve 0.81) kullanılarak domates bitki su tüketimini hesaplandığında yine sözü geçen dönemler için ilgili değerler 8.7, 67.6, 139.8 ve 39.3 mm bulunmuş toplamda 255.4 mm toplam bitki su tüketimi elde edilmiştir.

Bu sonuçlara bakıldığında ilgili dönemler için çalışma serası koşullarında yetiştirilen domates bitkisine ait yerel kc katsayılarının bulunması gerekli görülmüştür. Günlük sera içi minimum, maksimum sıcaklıklar (°C), ortalama oransal nem (%), güneşlenme süresi (saat) değerleri ile yine domates bitkisi için en uygun havalandırma hızı olan ve tez denemesinin yapıldığı sera için de sera içi rüzgar hızı değeri olarak kabul edilen günlük ortalama 0.5 m/s değerleri kullanılarak Penman-Monteith eşitliği ile referans bitki su tüketim değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler ile su bütçesi yöntemiyle elde edilen günlük bitki su tüketimleri değerleri bitki gelişim periyotlarındaki gün uzunlukları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Daha sonra Penman-Monteith eşitliği sonuçları ile su bütçesi yöntemi sonuçları arasındaki orana bakılarak ilgili dönemler (başlangıç dönemi, gelişim dönemi, orta dönem, geç dönem) için Tam Sulama (S1) konusundan elde edilen değerler vasıtasıyla kc bitki katsayısı elde edilmiştir, söz konusu dönemler için sırasıyla 0.3, 0.6, 0.9 ve 0.7'dir. Hesaplamalarda kullanılan değerler Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Gelişim dönemlerine göre domates bitkisi için bulunan bitki katsayıları (kc).

Dönem	Gün Sayısı	Penman-Monteith (mm)	Su Bütçesi	kc
Başlangıç	20	30.8	8.7	0.3
Gelişme	45	118.3	67.6	0.6
Orta	70	154.7	139.8	0.9
Geç	22	55.2	39.3	0.7

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Deneme konuları arasında, en fazla sulama suyu uygulanan deneme konusu 241.0 mm ile S1 konusunda olmuş, bu değeri 204.2 mm ile S2 konusunun takip etmiş, S3 konusuna 125.9 mm sulama suyu uygulanmış ve beklendiği üzere en düşük sulama suyu uygulaması 91.4 mm ile S4 uygulamasında elde edilmiştir. Değerlere bakıldığında, S1 konusuna göre S2, S3 ve S4 konularında sırasıyla % 15.3, % 47.7 ve % 62.1 daha az sulama suyu uygulanmıştır. Yine deneme konularına ilişkin bitki su tüketimi değerleri, S1, S2, S3 ve S4 konuları için sırasıyla, 250.1, 213.9, 127.0 ve 92.3 mm olarak hesaplanmıştır. S1 konusuna göre S2, S3 ve S4 konularında yine sırasıyla % 14.8, % 49.2 ve % 63.1 daha az bitki su tüketim değerleri elde edilmiştir.

Toplam verim ve pazarlanabilir verim S1 konusundan en yüksek verim elde edilirken, en düşük değer S4 konusundan elde edilmiştir. S1, S2, S3 ve S4 konularına ait söz konusu değerler pazarlanabilir ve toplam verimler için sırasıyla 10.32, 9.66, 7.34 ve 5.46 kg./m² ve 10.32, 9.68, 7.42 ve 5.57 kg./m² olarak bulunmuştur.

Araştırmada toplanan örnek meyveler üzerinde sertlik (kg), meyve rengi, TA (mval/100 ml), EC (dS/m), pH, TSÇKM (%) ve kuru ağırlık (%) değerleri ölçülmüş, değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak belirlenmiştir. Meyve kalite kriterleri açısından sözkonusu deneme konuları arasında önemli sayılabilecek bir farklılık belirlenmemekle birlikte, yalnızca meyve sertlik değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur.

Araştırma sonunda pazarlanabilir verim değerlerine göre en yüksek IWUE ve WUE değerleri sırasıyla 59.74 kg m⁻³ ve 59.15 kg m⁻³ ile S4 uygulamasının elde edilmiştir. Toplam verim değerlerine göre en yüksek en yüksek IWUE ve WUE değerleri sırasıyla 60.94 kg m⁻³ ve 60.35 kg m⁻³ ile yine S4 uygulamasının elde edilmiştir.

Pazarlanabilir ve toplam verim değerleri ile bitki su tüketim değerleri dikkate alınarak bitki verim etmeni ky hesaplanmış, pazarlanabilir verimde bu değer 0.68, toplam verimde ise 0.66 olarak bulunmuştur.

YAI değerlerine bakıldığında en yüksek değer 3.29 m²/m² ile S1 konusundan elde edildiği, onun hemen ardından 3.04 m²/m² ile S2 konusunun

geldiği görülmektedir. Bu değerler; S3 konusu için $2.45 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ve S4 konusu için $1.98 \text{ m}^2/\text{m}^2$ olmuştur. Bitki boyu değerlerine bakıldığında ise yine ilk sırada 186 cm ile S1 konusu olurken , bu değeri 179 cm ile S2, 172 cm ile S3 ve 169 cm ile S4 uygulaması takip etmiştir. Bitki çapları değerlerine bakıldığında, en yüksek değer 2.15 cm ile S1 konusundan elde edilirken, bunu sırasıyla 1.85 cm ile S2, 1.60 cm ile S3 ve son olarak 1.45 cm ile S4 konusu izlemiştir.

Ayrıca referans bitki su tüketimi değerleri hesaplanmış, güvenilir bir yöntem olması ve su tüketiminin günlük olarak hesaplamada yaygın olarak kullanılması nedeniyle Penman-Monteith eşitliği kullanılmış başlangıç, gelişme, orta ve geç dönem referans bitki su tüketimleri (30.8 mm, 118.3 mm, 154.7 mm ve 55.2 mm) hesaplanmıştır. Su bütçesi eşitliğiyle ilgili dönemlere ait hesaplanan toplam bitki su tüketimi değerleri 8.7 mm, 67.6 mm, 139.8 mm ve 39.3 mm kullanılarak bitki katsayısı değerleri 0.3, 0.6, 0.9 ve 0.7 elde edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen bulguların değerlendirilmesi sonucunda; sera domates yetiştiriciliğinde bitki kök bölgesindeki nem açığının %30'u aşmaması gerektiği ve otomasyona bağlı olarak gerçekleştirilecek çalışmalarda bu değerlerin kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Araştırma sonuçlarından örtüaltı domates yetiştiriciliğinde toprak nem değişimlerine ilişkin veriler değerlendirildiğinde, toprak neminin algılayıcılar kullanılarak kontrol edilmesi ve sulamaların buna göre otomatik olarak düzenlenmesi özellikle kök bölgesi nem düzeyi kontrolünün çok daha sağlıklı olabileceği sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte toprak nem algılayıcılarının kullanıldığı otomasyona dayalı sistemlerin özellikle küçük üretim alanı bulunan üreticiler için pahalı sayılabileceği ve üretici odaklı geliştirilecek sistemlerde dayanıklılık ve ekonomikliğin ön planda tutulmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Al-Harbi1, A.R., Al-Omran, A.M., Alenazi, M.M. and Wahb-Allah M.A.**,2015. Salinity and Deficit Irrigation Influence Tomato Growth, Yield and Water Use Efficiency at Different Developmental Stages. International Journal of Agriculture& Biology Issn Print: 1560–8530
- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, D., and M. Smith.** 1998. Crop Evapotranspiration, Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrig. and Drain. Paper56, Food and Agric. Orgn. Of the United Nations, Rome, Italy. 300 pp.
- Alomran, A. M. , Al-Harbi, A. A. R. Wahb-Allah, M. A. Alwabel, M. A. Nadeem, M. E. A. and Al-Eter A.,** 2012. Management of Irrigation Water Salinity in Greenhouse Tomato Production under Calcareous Sandy Soil and Drip Irrigation. J. Agr. Sci. Tech. (2012) Vol. 14: 939-950.
- Anonymous,(a).**www.jains.com.tr/uploaded/sabit-sistem-yagmurlama-sulama.pdf
- Arguscontrols,** 2006. www.arguscontrols.com
- 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, Sayı:11, Eylül 2006.
- Aybak, H.Ç., Kaygısız, H.,** 2004. Domates, Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., 280 s. İstanbul.
- Bahar E.,**2008.Organik Tarım Koşullarında Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Domates Bitkisinin A Sınıfı Buharlaştırma Kaplarından Yararlanarak Sulama Programının Oluşturulması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Chaves, M.M., Osorio, J. and Pereira, J.S.,** 2004. Water use efficiency and photosynthesis. Water Use Efficiency in Plant Biology, Bacon, M.A., (Ed.), Blackwell Publishing Ltd., Oxford, 42-74, 327p.
- Doorenbos, J.,and W.O. Pruitt.** 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrig. Drain. Paper No. 24, 2nd ed.,Food and Agric. Orgn. of the United Nations, Rome, Italy, 156 pp.
- Doorenbos J. ve Kassam, A.H.,** 1979. Yield Response to Water. F.A.D. Irr.33. sayı/FAO irrigation and drainage paper Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Doorenbos, J., and Kassam, A.H.** 1986. Yield Response to Water. Irrigation and Drainage Paper No: 33 FAO, Rome, 1-193 s.
- Ertek, A., Şensoy, S., Yıldız, M. ve Kabay, T.,** 2002. Açık Su Yüzeyi Buharlaşmasından Yararlanılarak Sera Koşullarında Patlıcan Bitkisi İçin En Uygun Sulama Dozu ve Aralığının Belirlenmesi. K.S.Ü.Fen ve Müh.Dergisi.
- Evren, S., İstanbulluoğlu, A.,**1992. Iğdır Ovası Koşullarında Domates Su Tüketimi. Köy Hizmetleri Araştırma Ens. Müdürlüğü, Erzurum.
- Güngör, Y., Erözel, A. Z., Yıldırım, O.,** 1996. Sulama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1443. Ders Kitabı: 424, Ankara. s. 107.
- Gürbüz T.,** 2001. Sanayi Domatesinde Farklı Sulama Yöntemleri ve Su Düzeylerinin Su-Verim İlişkileri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Adnan Menderes Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, 54s, Aydın.
- Harel D., Sofer M., Broner M., Zohar D. & Gantz S.,**2014. Growth-Stage-Specific Kc of Greenhouse Tomato Plants Grown in Semi-Arid Mediterranean Region. Journal of Agricultural Science; Vol. 6, No. 11; 2014.
- Hargreaves, G.H. and Samani Z.A.,** 1985. Reference Crop Evapotranspiration from Temperature. Transaction of ASAE 1(2):96-99.
- Ibrahim , A., Wahb-Allah, M., Abdel-Razzak, H., Alsadon, A.,** 2014. Growth, Yield, Quality and Water Use Efficiency of Grafted Tomato Plants Grown in Greenhouse under Different Irrigation Levels. Int. J. Agric. Biol., Vol. 17, No. 2, 2015.
- İkiz, F., Püskülcü, H. ve Eren, S.,** 2006, İstatistiğe Giriş, Barış Yayınları Fakülteler Kitapevi, Bornova, İzmir.
- İstanbulluoğlu, A. ve Kocaman, İ.,**1996. Tekirdağ Koşullarında Domates Su Tüketimi. Trakya Üniv. Tekirdağ Zir. Fak. Yayınları, Genel Yayın No: 243, Araştırma Yayın No: 1991, Tekirdağ.
- Jackson, M.L.,** 1962, Soil chemical analysis, Prentice Hall. New York.
- Kacar, B.,** 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Bitki Analizleri A.Ü.Z.F.Yayınları 453, Uygulama Kılavuzu 155, A.Ü. Basımevi ANKARA.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kara, C.**, 1995. Bitki-Su Üretim Fonksiyonlarının Eldesinde Kullanılan Nokta ve Çizgi Kaynaklı Yağmurlama Tekniklerinin Karşılaştırılması. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 115s, Adana.
- Karaçalı İ.**, 1993. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 494, Bornova İzmir, 444 s.
- Keskin, G., Gül, U.**, 2004. Domates, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, T.E.A.E.Bakış, Sayı:5, Nüsha:13.
- Kırda, C. , Cetin, M., Dasgan, Y., Topcu, S. , Kaman, H., Ekici, B., Derici, M.R. ve Özgüven A.I.**,2004. Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. Agricultural Water Management 69 (2004) 191–201.
- Kodal, S., Öztürk, F., Selenay, M.F. ,Sönmez, F.K. ve Apaydın, H.**,1995. Sulama Suyu Yönetiminde Bilgisayar Uygulamaları , 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri. Kültürteknik Derneği, Ankara, s. 641-660.
- Liu, H., Duan, A., Li, F. , Sun, J., Wang, Y. ve Sun, C.**,2013. Drip Irrigation Scheduling for Tomato Grown in Solar Greenhouse Based on Pan Evaporation in North China Plain. Journal of Integrative Agriculture 2013, 12(3): 520-531.
- Locassio, S.J. and Smajstrla, A.G.**, 1996. Water application scheduling by panevaporation for drip-irrigated tomatoes. Journal of the American Society for Horticultural Science, 121(1), 63-68.
- Mahajan, G. and Singh, K.G.**, 2006. Response of Greenhouse Tomato to Irrigation and Fertigation. Agricultural Water Management. 84:202-206.
- Mahmoud, A., Wahb-Allah, M.A. and Al-Omran, A.M.**,2012. Effect of Water Quality and Deficit İrrigation on Tomato Growth, Yield and Water Use Efficiency at Different Developmental Stages. J.Agric.&Env.Sci.Dam.Univ.,Egypt Vol.11 (2) 2012.
- Orta, A.H., Erdem, T., Erdem, Y ve Cinkılıç, L.**, 1997. Sera Koşullarında Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Domatesin Sulama Zamanın Planlanması. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi, 293-300, Bursa.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Orta A.H., Erdem T., Erdem Y. ve Cinkılıç L.**, 1997. Sera Koşullarında Damla Yöntemiyle Sulanan Domates Bitkisinin Sulama Zamanının Planlanması. 7. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bild. Bursa, 294 s.
- Öztekin, G.B., Tüzel, Y. ve Ece, M.**, 2015. Azot Tutucu Bakteri Kullanımının Sera Domates Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 5(1): 21-27, 2015.
- Pristley, C.H., Taylor. R.J.**, 1972. On the Assessment of Surface Heat Flux and Evaporation Using Large Scale Parameters. –Monthly Weath. Rev., 100, 81-92.
- Rad, S., Yarşı, G.**, 2005. Silifke İlçesi'nde Serada Domates Yetiştiren İşletmelerin Ekonomik Performansları ve Birim Ürün Maliyetleri. Tarım Bilimleri Dergisi 2005, 11 (1) 26-33.
- Sevgican, A.**, 1981. Sebzelerin Bileşimleri ve İnsan Beslenmesi ve Sağlığındaki Yeri ve Kış Boyunca Taze Olarak Saklanması. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayın no: 419, Bornova, İzmir.
- Sevgican, A.**, 2002. Örtüaltı Sebzeçiliği (Topraklı Tarım), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:528, Bornova, İzmir.
- Sipahi, N.**,1987. Harran Ovasında Domates Su Tüketimi, T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müd., Köy Hizmetleri Ş.Urfa Araş. Enst.Müd. Yayınları, Genel Yayın No:43,Rapor Serisi No:29, Ş.Urfa.
- Tarım Gözlem Dergisi.** , Kasım-Aralık 2014. Domates ve Seralarda Üretim s. 8-9.
- T.C.Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Dokuzuncu Kalkınma Planı.**, 2007-2013 Bitkisel Üretim Özel İhtisas Komiyonu Raporu.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı**, MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi) Bahçecilik Domates Yetiştiriciliği, Ankara, 2008. s. 37, 38, 39, 40.
- Topraksu**, 1971. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Menemen.
- Tülücü, K.**, 2003. Özel Bitkilerin Sulanması, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Genel Yayın No: 254, Ders Kitapları Yayın No: A-82, Adana

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), “Bitkisel Üretim İstatistikleri”,

http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi: 22.06.2014).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), “Bitkisel Üretim İstatistikleri”,

[http://rapory.tuik.gov.tr/22-06-2015-13:09:27-](http://rapory.tuik.gov.tr/22-06-2015-13:09:27-83497560918165155342074705889.html)

[83497560918165155342074705889.html](http://rapory.tuik.gov.tr/22-06-2015-13:09:27-83497560918165155342074705889.html) (Erişim tarihi: 22.06.2014).

Tüzel, İ. H., Ul, M. A., Tüzel, Y., 1993. Effects of Different Irrigation Intervals and Rates in Sprig-Season Glasshouse Tomato Production: II Fruit Quality, 2nd ISHS Syposium on Protected Cultivation of Solanacea in Mild Winter Climates, Adana.

Tüzel, Y. ve Gül, A., 2008 Seralarda İyi Tarım Uygulamaları, AB AİPP Türkiye İş Kurumu’na (İŞKUR) Destek Projesi “Yeni Fırsatlar Hibe Planı” , Bahçe Ürünlerinde Çevre Dostu (İyi Tarım) Uygulamaların Yaygınlaştırılması ve İş Olanığı Yaratılması için Ziraat Mühendislerinin Kapasitelerinin Geliştirilmesine Yönelik Eğitim Projesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir.

Ul, M. A., Tüzel, İ. H., Tüzel, Y., 1994. Sonbahar Dönemi Sera Domates Yetiştiriciliğinde Farklı Su Düzeylerinin Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1994. Cilt (Vol): 31, No: 2-3. s. 9-16.

UTAEM, 2013. Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Menemen.

Üstün, S., 1998. Sera Projelerinin Hazırlanmasına Yönelik Bir Uzman Sistemin Oluşturulması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, s:1.

Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. Kültür Sebzeleri, Ege Üniversitesi Basımevi, 440 s, İzmir.

Yakar, Ş., 2008. Seralarda Ekolojik Domates ve Hıyar Yetiştiriciliğinde Kimyasal Olmayan Yabancı Ot Mücadele Yöntemlerinin Araştırılması.Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana.

Yıldırım O. 2008. Sulama sistemlerinin tasarımı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fak.Yayınları 1536, s. 348.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Yüksel, A.N., 1995. sera yapım Tekniği, Hasad Yayıncılık Ltd.Şti, İkinci Baskı, İstanbul.

www3.syngenta.com/.../Ratgeber.../Ratgeber.../2014_syngenta_ratgeber_d_low_4mb.pdf

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Tolga ALTAY

Doğum Yeri ve Yılı: Banaz-1973

Medeni Hali: Evli

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : 1987-1990 Veteriner Sağlık Meslek Lisesi, Konya.

Lisans : 1995-2000 Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal
Yapılar ve Sulama Bölümü, İzmir.

