

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**ÖRTÜALTINDA İLKBAHAR DÖNEMİNDE YETİŞTİRİLEN DOMATES  
BİTKİSİNİN GERÇEK SU TÜKETİMİNİN (ET<sub>c</sub>) VE BİTKİ KATSAYISININ  
(K<sub>c</sub>) BELİRLENMESİ**

**Süleyman ŞEHİR**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEMMUZ 2020**

**ANTALYA**

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**ÖRTÜALTINDA İLKBAHAR DÖNEMİNDE YETİŞTİRİLEN DOMATES  
BİTKİSİNİN GERÇEK SU TÜKETİMİNİN (ET<sub>c</sub>) VE BİTKİ KATSAYISININ  
(K<sub>c</sub>) BELİRLENMESİ**

**Süleyman ŞEHİR**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEMMUZ 2020**

**ANTALYA**

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÖRTÜALTINDA İLKBAHAR DÖNEMİNDE YETİŞTİRİLEN DOMATES  
BİTKİSİNİN GERÇEK SU TÜKETİMİNİN (ET<sub>c</sub>) VE BİTKİ KATSAYISININ  
(K<sub>c</sub>) BELİRLENMESİ**

**Süleyman ŞEHİR  
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri  
Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2020-5287 ve TÜBİTAK tarafından  
117O071 nolu projeler ile desteklenmiştir.**

**TEMMUZ 2020**

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÖRTÜALTINDA İLKBAHAR DÖNEMİNDE YETİŞTİRİLEN DOMATES  
BİTKİSİNİN GERÇEK SU TÜKETİMİNİN (ET<sub>c</sub>) VE BİTKİ KATSAYISININ (K<sub>c</sub>)  
BELİRLENMESİ

Süleyman ŞEHİR  
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 13/07./2020 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ (Danışman)  
Prof. Dr. Dursun BÜYÜKTAŞ  
Prof. Dr. Ulaş ŞENYİĞİT

*Amir Zey*  
*Bu*  
*Ulaş*

## ÖZET

### ÖRTÜALTINDA İLKBAHAR DÖNEMİNDE YETİŞTİRİLEN DOMATES BİTKİSİNİN GERÇEK SU TÜKETİMİNİN ( $ET_c$ ) VE BİTKİ KATSAYISININ ( $K_c$ ) BELİRLENMESİ

Süleyman ŞEHİR

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ruhi Baştuğ

TEMMUZ 2020; 73 sayfa

Bu çalışmada, ülkemiz sera üretiminin en yoğun olduğu Akdeniz Bölgesinde, üretimi ve ticari potansiyeli en çok olan domates bitkisinin plastik seralarda ilkbahar yetiştiriciliğindeki su tüketimi ve farklı gelişme dönemlerindeki bitki katsayılarının elde edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ayrıca yaprak alan indeksi (LAI) değerleriyle fotosentetik aktif radyasyon (PAR) miktarı arasındaki ilişki de incelenmiştir.

Deneme, 2020 yılında ilkbahar yetiştiriciliği döneminde, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Deneme Alanında yer alan, yarısı çim örtüsü ile kaplı plastik sera içinde, domates bitkisi ve çim için üçer tekerrürlü olmak üzere toplam 6 adet drenaj tipi lizimetrede yürütülmüştür. Domates fideleri seraya 24.02.2020 tarihinde dikilmiş ve deneme 29.06.2020 tarihinde sonlandırılmıştır. Sulamalar, toprak nem açığına dayalı olarak sürdürülmüştür. Çalışmada kullanılan tüm iklimsel veriler sera içindeki otomatik meteoroloji istasyonundan elde edilmiştir. Kıyas bitki (çim) ile domates bitkisinin gerçek su tüketimi, sera içindeki lizimetrelerde ölçülerek domates bitkisinin farklı gelişme dönemlerindeki bitki katsayıları ortaya konulmuştur.

Çalışma süresince sera koşulundaki kıyas bitki su tüketimi ( $ET_o$  değeri) 329.12 mm, ortalama günlük  $ET_o$  değeri ise 2.61 mm gün<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. Sera koşullarında ilkbahar yetiştirme döneminde yetiştirilen domates bitkisinin 127 günlük gelişme periyodu süresince ölçülen bitki su tüketimi ( $ET_c$  değeri) 526.91 mm, ortalama  $ET_c$  değeri ise 4.18 mm gün<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. Sera içi koşullarda ilkbahar yetiştirme döneminde yetiştirilen domates bitkisinin ortalama  $K_c$  değerleri ise fidelerin seraya dikiminden sonraki 21. güne kadar (başlangıç dönemi) için 0.73, dikimden sonraki 21-84. gün arası (gelişim dönemi) için 1.49, dikimden sonraki 85-105. günler arası (maksimum  $K_c$  dönemi) için 1.88 ve dikimden sonraki 105-127. gün arası (geç dönem) için 1.63 olarak bulunmuştur.

İlkbahar dönemi yetiştiriciliğinde domates verimi 21.2 t da<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. Araştırma boyunca domates bitkisi taçının üstü, ortası ve altına olacak şekilde üç farklı yüksekliğe yerleştirilen fotosentetik aktif radyasyon (PAR) sensörlerinden elde edilen ortalama PAR değerleri sırasıyla 293.8, 162.4 ve 149.2  $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Bitki boyu uzadıkça bitkinin alt yapraklarına gelen ışınımın azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Yaprak alan indeksi (LAI) ve fotosentetik aktif radyasyon (PAR) oranı arasında güçlü bir ilişki ( $R^2=0.83$ ) olduğu ve araştırma boyunca domates bitkisinin yaprak alan indeksi değeri artıkça, bitki taç örtüsünde ölçülen PAR oranı değerinin azaldığı belirlenmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Domates, Gerçek bitki su tüketimi ( $ET_c$ ), Bitki katsayısı ( $K_c$ ), Kıyas bitki su tüketimi ( $ET_o$ ), Plastik sera

**JÜRİ:** Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ

Prof. Dr. Dursun BÜYÜKTAŞ

Prof. Dr. Ulaş ŞENYİĞİT

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF THE CROP EVAPOTRANSPIRATION ( $ET_c$ ) AND CROP COEFFICIENT ( $K_c$ ) OF THE TOMATO CROP GROWN IN THE GREENHOUSE IN SPRING SEASON

Süleyman ŞEHİR

MSc Thesis in Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ

July 2020; 73 pages

In this study, it is aimed to obtain the water consumption in spring growing season in plastic greenhouses and plant coefficients in different development periods of tomato plant, which has the highest production and commercial potential in the Mediterranean Region where our country's greenhouse production is the most intense. The study also examined the relationship between leaf area index (LAI) values and the amount of photosynthetic active radiation (PAR).

The experiment was carried out in the spring growing season in 2020, in a total of 6 drainage-type lysimeters, with three replications for tomato plants and turf, in a plastic greenhouse half covered with grass cover, located in Experimental Area of the Akdeniz University Faculty of Agriculture. Tomato seedlings were planted in the greenhouse on 24.02.2020 and the experiment was terminated on 29.06.2020. Irrigations were based on soil moisture deficit. All climatic data used in the study were obtained from automatic meteorology station in the greenhouse. The actual water consumption of the reference crop (grass) and tomato plant was measured in lysimeters in the greenhouse, and the plant coefficients of the tomato plant in different development periods were revealed.

During the study, the reference crop (grass) water consumption ( $ET_o$  value) was determined as 329.12 mm and the average  $ET_o$  value was  $2.61 \text{ mm day}^{-1}$ . Crop water consumption ( $ET_c$  value) during the 127-days development period of tomato plants grown in the spring growing season under greenhouse conditions was obtained as 526.91 mm and average  $ET_c$  value as  $4.18 \text{ mm day}^{-1}$ . The average  $K_c$  values of the tomato plant grown in the spring growing period in greenhouse conditions were determined as 0.73 up to the 21<sup>st</sup> day (initial period) after planting tomato seedlings in the greenhouse; 1.49 between 21-84<sup>th</sup> days after planting (development period); 1.88 between 85-105<sup>th</sup> days after planting (maximum  $K_c$  period); and 1.63 between 105-127 days after planting (late period). Tomato yield was determined as  $21.2 \text{ t da}^{-1}$  in spring growing season.

During the study, the average PAR values obtained from photosynthetic active radiation (PAR) sensors placed at three different heights such as the top, middle and bottom of the tomato plant canopy has been determined as 293.8, 162.4 and  $149.2 \mu\text{Mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  respectively. It is concluded that as the length of the plant increases, the radiation to the lower leaves of the plant decreases. A strong relationship ( $R^2 = 0.83$ ) between the leaf area index (LAI) and photosynthetic active radiation (PAR) ratio was determined, and as the leaf area index value of the tomato plant increased during the study, the PAR ratio value measured in the canopy of the plant decreased.

**KEYWORDS:** Tomato, Crop evapotranspiration ( $ET_c$ ), Crop coefficient ( $K_c$ ), Reference evapotranspiration ( $ET_o$ ), Plastic greenhouse

**COMMITTEE:** Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ

Prof. Dr. Dursun BÜYÜKTAŞ

Prof. Dr. Ulaş ŞENYİĞİT



## ÖNSÖZ

İnsanoğlu, yaradılışından itibaren beslenme ve barınma gibi temel ihtiyaçlarını karşılamak zorunda kalmıştır. Besin ihtiyaını ilk zamanlarda avcılıkla sağlayan insanoğlu, yerleşik hayata geçmekle birlikte tarımda ilk adımlarını atmaya başlamıştır. Tarımda, sürdürülebilir ve kaliteli bir yetiştiriciliği sağlayabilmek için geçmişten günümüze birçok gelişmeler elde edilmiştir. Tarımsal retimde, yüksek verim ve kaliteli meyve elde etmek için yapılması gereken uygulamaların en önemlilerinden biri sulamadır. Bitkilerin ihtiyaı olan suyun kök bölgesine verilmesi gerekliliği bilinmekte ve doğal yollar (yağışlar) ile yeterli olmayan suyun insan eliyle verilmesi gerekmektedir. M.Ö. 5000 yıllarında ilkel olarak başlayan sulama uygulamaları, günümüzde teknolojinin gelişmesiyle modernleşmiştir. Özellikle rtaltı yetiştiriciliğinde yağışlarla sulanamayan bitkiler, modern sulama yöntemleriyle sulanmaktadır.

Küreselleşen dünyada yakın tarihin sıkıntılarından biri olan su kıtlığı baş göstermekte ve bu konudaki çalışmalar artmaktadır. Bitkilerin ihtiyaından fazla sulanması su israfı konusunda önemli rol oynamaktadır. Bu kapsamda yapılan bu çalışma ile, ülkemizde son derece eksik olan örtüaltında yetiştirilen domates bitkisinin su tüketimi ve bitki katsayısı konusunda literatüre katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

Tez çalışmam süresince her türlü bilgi, birikim ve tecrübeleriyle daima beni destekleyen, yol gösteren ve TBTAK projesi kapsamında çalışma yapmamı sağlayan saygı değer hocam ve danışmanım Prof. Dr. Ruhi BAşTUĞ'a; proje kapsamında araştırmacı olan ve desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Dursun BüYüKTAş, Doç. Dr. Kenan BüYüKTAş ve Doç. Dr. Köksal AYDINşAKİR'e, yüksek lisans öğrenimim süresince bilgilerinden ve geniş deneyimlerinden yararlandığım kıymetli bölüm hocalarıma sonsuz saygı ve şükranlarımı sunuyorum.

Tanıdığım günden beri maddi ve manevi olarak varlığını her zaman yanımda hissettiğim, bilgi ve deneyimleriyle adeta bana rehber olan kıymetli hocam Dr. Cihan KARACA'ya; tez çalışmam sırasında beni cesaretlendirerek hiçbir desteği benden esirgemeyen değerli hocalarım, Dr. Öğr. Üyesi Gülçin Ece ASLAN, Dr. Ahmet TEZCAN ve Arş. Gör. Begüm POLAT'a; bu zorlu süreçte en az benim kadar emek veren, beni hiç bir zaman yalnız bırakmayan kıymetli kardeşim Mehmet KIYAR'a; teknik bilgi birikimiyle bana her zaman destek olan Ziraat Müh. Zafer KILIÇ'a; çalışmalarım sırasında desteklerini yanımda hissettiğim değerli abim Kutay KOYAK'a; dostlarım mer Enes KAÇMAZ, Elif Bensu SÖNMEZ, Nergis YILMAZ, Mehmet CAN, Abdülkadir Ceylani şAHAN, Serkan TüRKOCAğI, Selçuk YOSUNKAYA ve İbrahim SİMAV'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bu yüksek lisans tezimi, hayatımın her aşamasında beni sevgi ve sabırla destekleyip yol gösteren, dualarını asla benden esirgemeyen, engeller karşısında vazgemememi öğütleyen ve hiçbir zaman bana olan inançlarını ve güvenlerini kaybetmeyen kıymetli aileme ithaf ediyorum.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
AKADEMİK BEYAN.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	5
2.1. Bitki Su Tüketimi (ET) ve Bitki Katsayısı ( $K_c$ ).....	5
2.2. Sera İçi Koşulları ve Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR).....	10
2.3. Domates Bitkisinin Su Tüketimi-Verim İlişkileri.....	11
3. MATERYAL VE METOT.....	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Araştırma yeri ve iklim özellikleri.....	18
3.1.2. Araştırmada kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	19
3.1.3. Araştırmanın yürütüldüğü sera ve lizimetre sisteminin özellikleri.....	19
3.1.4. Meteoroloji istasyonunun özellikleri.....	21
3.1.5. Araştırmada kullanılan bitkisel materyaller.....	22
3.1.6. Toprak su içeriğinin izlenmesinde kullanılan cihaz.....	22
3.1.7. Fotosentetik aktif radyasyon (PAR) ölçümünde kullanılan cihaz.....	22
3.1.8. Araştırmada kullanılan sulama suyunun özellikleri.....	22
3.2. Metot.....	23
3.3.1. Deneme düzeni.....	23
3.3.2. Tarım tekniği ve kültürel işlemler.....	23
3.3.3. Toprak su içeriğinin izlenmesi.....	25
3.3.4. Sulama ve gübreleme yöntemi.....	25
3.3.5. Sulama zamanı ve uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesi.....	26
3.3.6. Kıyas ve gerçek bitki su tüketimi değerlerinin belirlenmesi.....	27
3.3.7. Bitki katsayısı değerinin belirlenmesi.....	27
3.3.8. Yaprak alanı indeksinin belirlenmesi.....	28
3.3.9. Bitki boyunun belirlenmesi.....	28

3.3.10. Fotosentetik aktif radyasyonun (PAR) belirlenmesi .....	28
3.3.11. Hasat .....	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	30
4.1. İklimsel Değerlere İlişkin Bulgular .....	30
4.1.1. Sıcaklık (T).....	30
4.1.1.1. Sera içi sıcaklık değerleri .....	30
4.1.1.2. Bitki taçında farklı yüksekliklerdeki sıcaklık değerleri.....	31
4.1.2. Bağıl nem (RH) .....	32
4.1.2.1. Sera içi bağıl nem değerleri .....	32
4.1.2.2. Bitki taçında farklı yüksekliklerdeki (bağıl) nem değerleri .....	33
4.1.3. Ortalama rüzgâr hızı (u) .....	33
4.1.4. Solar radyasyon ( $R_s$ ).....	34
4.1.5. Fotosentetik aktif radyasyon (PAR).....	35
4.1.5.1. Bitki taçında farklı yüksekliklerdeki PAR değerleri .....	35
4.2. Bitki Gelişimi ve Verim ile İlgili Bulgular .....	37
4.2.1. Bitki boyu.....	37
4.2.2. Yaprak alan indeksi (LAI) .....	37
4.2.2.1. Yaprak alan indeksi (LAI) ve fotosentetik aktif radyasyon (PAR) oranı arasındaki ilişki .....	38
4.2.3. Verim .....	39
4.3. Bitki Su Tüketimi ( $ET_c$ ) ve Bitki Katsayılarına ( $K_c$ ) İlişkin Bulgular .....	40
5. SONUÇLAR .....	45
6. KAYNAKLAR.....	47
7. EKLER .....	58
ÖZGEÇMİŞ	

## AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Örtüaltında İlkbahar Döneminde Yetiştirilen Domates Bitkisinin Gerçek Su Tüketiminin (ET<sub>c</sub>) ve Bitki Katsayısının (K<sub>c</sub>) Belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

28.07/2020

Süleyman ŞEHİR



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

$\Delta S$	: Birim zamanda topraktaki nem miktarının değişimi
a ve b	: Domates bitkisine özgü katsayı
A	: Alan
$A_s$	: Sulanan alan
Ca	: Kalsiyum
$Ca^{++}$	: Kalsiyum iyonu
Cl	: Klor
$Cl^-$	: Klorür iyonu
$CO_3^{=}$	: Karbonat iyonu
D	: Drene olan su miktarı
$D_1$	: Islatılan toprak derinliği
$EC_e$	: Toprağın elektriksel iletkenliği
$E_{pan}$	: A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma
ET	: Bitki su tüketimi
$ET_c$	: Gerçek bitki su tüketimi
$ET_h$	: Uzun yıllık ortalama bitki su tüketimi
$ET_o$	: Kıyas bitki su tüketimi
Fe	: Demir
$HCO_3^-$	: Bikarbonat iyonu
I	: Uygulanan sulama suyu miktarı
IR	: Uygulanan su miktarı
K	: Potasyum
$K^+$	: Potasyum iyonu

$K_{c\ end}$	: Son dönem bitki katsayısı
$K_{c\ ini}$	: Başlangıç dönemi bitki katsayısı
$K_{c\ mid}$	: Orta dönem bitki katsayısı
$K_c$	: Bitki katsayısı
$K_{cb}$	: Bitkinin terlemesini temsil eden bazal bitki katsayısı
$K_e$	: Toprak yüzeyinde buharlaşmayı temsil eden toprak-su evaporasyon katsayısı
$K_p$	: Pan katsayısı
$L$	: Yaprak uzunluğu
$Mg$	: Magnezyum
$Mg^{++}$	: Magnezyum iyonu
$n$	: Yaprak sayısı
$N$	: Azot
$Na$	: Sodyum
$Na^+$	: Sodyum iyonu
$P$	: Fosfor
$P_1$	: Islatılan alan oranı
$P_{v(MN)}$	: Hacim yüzdesi cinsinden toprakta ölçülen nem
$P_{v(TK)}$	: Hacim yüzdesi cinsinden toprağın tarla kapasitesi
$P_w$	: Kuru ağırlık yüzdesi cinsinden tarla kapasitesi ve solma noktası
$RH$	: Bağlı nem
$RH_{mak}$	: Maksimum bağlı nem
$RH_{min}$	: Minimum bağlı nem
$RH_{ort}$	: Ortalama bağlı nem
$RH_{alt}$	: Bitki taçının alt kesiminde bağlı nem
$RH_{ort}$	: Bitki taçının orta kesiminde bağlı nem

RH üst	: Bitki taçının üst kesimindeki bağıl nem
R <sub>n</sub>	: Bitki yüzeyinde ölçülen net radyasyon
R <sub>s</sub>	: Solar radyasyon
SiCL	: Siltli killi tın toprak bünyesi
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	: Sülfat iyonu
SWC	: Toprak su içeriği
T <sub>mak</sub>	: Maksimum sıcaklık
T <sub>min</sub>	: Minimum sıcaklık
T <sub>ort</sub>	: Ortalama sıcaklık
T <sub>alt</sub>	: Bitki taçının alt kesimindeki sıcaklık
T <sub>orta</sub>	: Bitki taçının orta kesimindeki sıcaklık
T <sub>üst</sub>	: Bitki taçının üst kesimindeki sıcaklık
u	: Ortalama rüzgâr hızı
W	: Yaprak genişliği
Y <sub>a</sub>	: Ortalama yaprak alanı

Tezde ondalık ayıraç olarak nokta (.) kullanılmıştır.

### **Kısaltmalar**

AD	: Damlama önleyici
DOĞAKA	: Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EVA	: Etilen-vinil asetat kopolimeri
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FDR	: Elektromanyetik yansıma frekansı
IR	: Kızılötesi

LA	: Yaprak alanı
LAI	: Yaprak alan indeksi
MEGEP	: Mesleki eğitim ve öğretim sistemini güçlendirme projesi
NDVI	: Normalize edilmiş vejetatif değişim indeksi
PAR	: Fotosentetik aktif radyasyon
PE	: Polietilen
SAR	: Sodyum adsorbsiyon oranı
TSWV	: Domates benekli solgunluk virüsü
TUBİTAK	: Türkiye bilimsel ve teknolojik araştırma kurumu
TÜİK	: Türkiye istatistik kurumu
TYLCV	: Domates sarı yaprak kıvrıcıklığı virüsü
UV	: Ultraviyole
YMS	: Türkiye Yaş Meyve ve Sebze İhracatçı Birlikleri



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü seranın dış görünümü.....	20
Şekil 3.2. Bitkilerin yetiştirildiği ve çim parsellerine ilişkin lizimetrelerin görünümü .....	20
Şekil 3.3. Sera içindeki iklimsel verileri kayıt altına alan otomatik meteoroloji istasyonu.....	21
Şekil 3.4. PAR quantum sensörü .....	22
Şekil 3.5. a) Deneme serası ve lizimetrelerin görünümü b) Lizimetre boyutları .....	23
Şekil 3.6. Gölge tozu uygulaması .....	24
Şekil 3.7. Denemede kullanılan Drill & Drop Nem Sensörlerinin parsel içindeki konumu.....	25
Şekil 3.8. PAR quantum ve sıcaklık-nem ölçüm sensörlerinin konumlarının görünümü .....	29
Şekil 3.9. Domates meyvesinin olgunlaşmış ve hasat edilmiş görüntüsü .....	29
Şekil 4.1. Deneme boyunca sera içinde ölçülen minimum sıcaklık ( $T_{min}$ ), ortalama sıcaklık ( $T_{ort}$ ) ve maksimum sıcaklık ( $T_{mak}$ ) değerleri .....	30
Şekil 4.2. Deneme boyunca bitkinin farklı yüksekliklerinden ölçülen sıcaklık değerleri.....	31
Şekil 4.3. Deneme boyunca sera içinde ölçülen minimum bağıl nem ( $RH_{min}$ ), ortalama bağıl nem ( $RH_{ort}$ ) ve maksimum bağıl nem ( $RH_{mak}$ ) değerleri .....	32
Şekil 4.4. Deneme boyunca bitkinin farklı yüksekliklerinden ölçülen nem değerleri.....	33
Şekil 4.5. Deneme boyunca sera içinde ölçülen ortalama rüzgâr hızı ( $u$ ) değerleri .....	34
Şekil 4.6. Deneme boyunca sera içinde ölçülen solar radyasyon ( $R_s$ ) değerleri.....	35
Şekil 4.7. Domates bitkisinin 3 farklı yüksekliğinden elde edilen PAR değerleri .....	36
Şekil 4.8. Domates bitkisinin yetiştirme dönemi boyunca bitki boyu gelişimi.....	37
Şekil 4.9. Domates bitkisinin günlük yaprak alan indeksi (LAI) değerinin değişimi.....	38
Şekil 4.10. Yaprak alan indeksi ve fotosentetik aktif radyasyon arasındaki ilişki .....	39
Şekil 4.11. Deneme boyunca yetiştirilen domates bitkisinin toplam verim değerleri ....	40

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Antalya iline ilişkin uzun yıllık ortalama iklimsel değerler .....	18
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan toprağın fiziksel özellikleri.....	19
Çizelge 3.3. Denemede kullanılan toprağın kimyasal özellikleri .....	19
Çizelge 3.4. Sera içinde ölçülen iklimsel veriler ve ölçüm için kullanılan sensörler .....	21
Çizelge 3.5. Araştırmada kullanılan sulama suyunun bazı özellikleri.....	23
Çizelge 3.6. Domates bitkisine uygulanan gübreler ve dozları .....	26
Çizelge 4.1. PAR sensörlerinin yerleştirildiği tarihler.....	36
Çizelge 4.2. Çim bitkisi su tüketimi bileşenleri .....	41
Çizelge 4.3. Domates bitkisi su tüketimi bileşenleri.....	42

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artışına paralel olarak gıda ve su gereksiniminin artması, doğal kaynakların hızla kirlenmesi, küresel ısınma ve iklim değişikliği su kaynakları üzerindeki baskıyı giderek artırmaktadır. Bu durum tüm dünya ülkelerinin önemli bir sorunu haline gelmektedir. Bunun sonucu olarak, artan nüfusun gıda güvenliğini sağlamak için tarımsal üretimin sürdürülebilir bir şekilde artırılması ve mevcut sınırlı su kaynaklarının en verimli şekilde kullanılması gerekmektedir. Her yıl yaklaşık 83 milyon artan dünya nüfusunun, 2050 yılında 9.8 milyar, 2100'de ise 11.2 milyar olacağı öngörülmektedir (United Nations 2017).

Artan nüfusa bağlı olarak suya olan talep de artış göstermektedir. Bundan dolayı su kaynakları yönetimi her geçen gün önem kazanmaktadır. Tüm dünyada ve ülkemizde su kaynaklarının en fazla kullanıldığı sektör tarımdır. Suyun etkin kullanımı, su kaynakları yönetiminde başarı sağlamak için önemli bir faktördür. Sulama suyunun doğru bir biçimde yönetilebilmesi, sulu tarım uygulanan alanlarda arazi toplulaştırması, sulama ve drenaj gibi tarımsal alt yapı tesislerinin inşa edilmesi ve bu sistemlerin doğru bir biçimde işletilmesi ile mümkündür (Sönmez ve Tahmiscioğlu 2016).

Bitkiler gelişimlerini sağlamak için büyüme dönemi süresince kök bölgesinde yeterli miktarda suya ihtiyaç duyarlar. Nemli bölgelerde yağış miktarı ve dağılımı bitkilerin büyüme döneminde su ihtiyacını karşılayabilmektedir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde ise yağış miktarı ve dağılımı yetersiz kalarak bitkilerin su ihtiyacını karşılayamamaktadır. Bu durumda bitki kök bölgesindeki yetersiz nem sulama suyu ile karşılanmaktadır (Gürgülü ve Ul 2017). Türkiye'nin yarı kurak iklim kuşağında yer almasından dolayı, tarımsal üretimde sulama ülkemiz için oldukça önemli bir yere sahiptir. Mevcut su kaynaklarından devamlı ve büyük bir oranda fayda sağlayabilmek için bölge koşullarına uygun sulama programlarının hazırlanması ve bunun için de bitkilerin su tüketim miktarlarının bilinmesi gerekmektedir (Baştuğ 1987).

Son yıllarda gözlenen küresel sıcaklıklardaki artış, doğal dengenin bozulması, su kaynaklarının kirlenmesi gibi olaylar, Akdeniz Havzasındaki diğer ülkelerin yanısıra, ülkemizi de etkilemektedir. Sulama randımanının düşüklüğü veya sulama programlamasının uygun olmaması sebebiyle suyun yanlış kullanımı, üretim maliyetlerinde artış ve olumsuz çevresel etkilerle sonuçlanan su kayıplarına yol açabilmektedir. Suyu olan talep ve arzın uyumlu hale getirilmesi, herhangi bir sulama şebekesinin verimliliği ve sürdürülebilirliği açısından zorunludur. Dolayısıyla, su kullanım randımanını iyileştirmek için su kaynaklarının yönetimi ve planlanması açısından bitki su gereksinimlerine ilişkin bilgi çok önemlidir.

Kurak Akdeniz bölgelerinde, su görece olarak kıttır. Yağışların, Akdeniz'in diğer ülkelerine ve bölgelerine göre oldukça yüksek olduğu ülkemiz sahil kuşağında sulama suyu miktarı ve kalitesinin seracılığa elverişli olması ülkemize seracılık açısından büyük avantaj sağlar (Titiz 2004). Ancak, ülkemizin Antalya yöresinde de olduğu gibi, Akdeniz bölgesinde çoğu zaman evsel ve turistik amaçlı su kullanımıyla giderek artan bir rekabet hali söz konusudur. Yine, bölgedeki su kaynakları çoğunlukla aşırı kullanım, nitrat kirliliği, aküfer tuzlanması gibi çeşitli sorunlarla karşı karşıyadır. Bunun sonucu olarak, aşırı sulama uygulamalarının çevresel zararlarından kaçınmak, uygun su yönetimi ile

optimal üretim ve ekonomik geliri garanti etmek için su kaynakları üzerindeki baskı artmaktadır.

Seralarda yetiştirilen bitkilerin yeterli fotosentez yapıp sağlıklı bir şekilde büyüebilmeleri için, gerekli olan fotosentetik aktif radyasyonu (PAR) ve yeterli bir düzeyde ışınım enerjisini almalarının (Uzun 2010) yanısıra toprakta uygun bir su düzeyinin sağlanması gerekmektedir. Bu ise havalandırma, serinletme, ısıtma, sulama gibi sera içi çevre koşullarının uygun düzeyde sürdürülmesi ve sera örtü malzemelerinin istenilen özelliklerde olması ile sağlanır.

Tarımda çeşitliliği, istihdamı artırması ve tarımsal nüfusu yerinde tutması yönleriyle ekonomiye katkısı büyük olan seracılık, insanların çoğu zaman sebze ve meyveleri mevsiminin dışında da tüketmek istemeleri nedeniyle tüm dünyada her geçen gün önem kazanmaktadır. Dünyada örtüaltı yetiştiriciliği farklı çevresel ve iklimsel koşullar altında yapılmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklığı 10°C'den düşük olan serin iklim kuşağındaki Hollanda, İngiltere, Danimarka, Almanya, Romanya, Bulgaristan ve Rusya gibi ülkelerde yüksek teknolojiye sahip ve ısıtma gerektiren cam seralarda örtüaltı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Hollanda bu ülkeler arasında üretim tekniği yönü ile öne çıkmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklığı 10-20°C arasında yer alan ılıman iklim kuşağındaki İspanya, Fransa, Japonya, Türkiye, İtalya, Yunanistan, İsrail gibi ülkelerde ise düşük maliyetli, ısıtmasız, doğal havalandırmalı plastik örtülü seralarda örtüaltı yetiştiriciliği yapılmaktadır (DOĞAKA 2015).

Birim alandan daha fazla ürünün elde edilmesi, üreticinin daha küçük alanlardan geçimini sağlayabilmesi ve üretimin tarım için çok zor olduğu kış aylarında yapılmasından dolayı ülkemizde örtüaltı yetiştiricilik son yıllarda hızlı bir artış göstermektedir (DOĞAKA 2015). Nitekim, Türkiye'de örtüaltı yetiştiriciliği son 20 yılda %197 artarak 77209.1 ha alana ulaşmıştır (TÜİK 2019).

Türkiye'de 2018 yılı itibari ile %47.73'ü plastik sera, %27.36'sı alçak tünel, %14.80'i yüksek tünel ve %10.12'si cam serada örtüaltı yetiştiriciliği yapılmaktadır. 2018 yılında üretilen 30 milyon ton sebzenin 22 milyon tonu açıkta, 8 milyon tonu örtüaltında üretilmiştir. En çok örtüaltı yetiştiricilik yapılan ilimiz 283.283 da alanla Antalya ve en çok üretilen sebze ise 3.888.555 ton ile domatesdir (TÜİK 2018). Yine, ülkemizde yaş sebze ihracatı yapılan ürünler arasında ilk sırada 472.876.844 kg ile domates yer almaktadır (YMS 2018).

Domates, tüm dünyada ve ülkemizde taze olarak tüketilmesinin yanı sıra gıda sanayinde konserve, salça, ketçap, turşu, sos gibi çeşitli alanlarda da kullanılmaktadır (Sönmez ve Ellialtıoğlu 2014). Elde edilen ürünler arasında salça Türk mutfağında oldukça önemli bir yere sahiptir (Kaya vd. 2013). Ülkemizde yetiştirilen domateslerin %67'si sofralık domates, %33'ü de sanayi domatesi olarak değerlendirilmektedir (Abak 2016).

Neredeyse tüm sebzeler yapısında bulundurdukları maddeler sebebiyle insan sağlığına olumlu etkilere sahiptirler. Özellikle bazı sebze türleri içerdikleri yararlı maddeler açısından öne çıkmaktadır. Domates ise bu türler arasında önemli bir yere sahiptir. Domatesin ve domatesten elde edilen ürünlerin kimyasal bileşimleri başta çeşit olmak üzere birçok faktörden değişik oranlarda etkilenebilmektedir. Domates, yapısında

özellikle sağlık açısından olumlu birçok özelliğe sahip olan karotenoidler, C vitamini ve sağlığa yararlı olan birçok madde içermektedir (Gölükçü vd. 2016).

Domates, patatesten sonra Dünya’da üretimi yapılan en önemli ikinci bitkidir (Battilani vd. 2012). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)’nün 2017 yılı verilerine göre Dünyada toplam domates üretim miktarı 484 193 ha alandan yaklaşık 182 301 395 tona ulaşmıştır (FAO 2017). Dünya ortalaması olarak birim alana verim ise 37.6 t ha<sup>-1</sup>’dir. Dünyada domates tüketimi 1990-2004 yılları arasında yılda %4.5 oranında artmıştır. Ülkemizdeki sebze üretiminde ise 12.150.000 ton üretim miktarıyla domates ilk sırada yer almaktadır (TÜİK 2018).

Domates dünyada birçok ülkede yetiştirilmekle birlikte, uygun iklim koşullarından dolayı ülkemiz domates üretiminde önemli ülkeler arasında yer almaktadır (Keskin 2012; Kanat 2018). Domates üreten ülkeler esas olarak yarı tropik ve ılıman bölgelerde bulunmakta olup en geniş domates ekim alanları Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Hindistan, Türkiye, Mısır, İtalya, İran, İspanya, Brezilya ve Meksika’da yer almaktadır (Steduto vd. 2012).

Akdeniz bölgesindeki seralar, genellikle düşük maliyetli, ısıtmasız, doğal havalandırmalı, plastik örtülüdür (Perez-Parra vd. 2004). Bu seralardaki domates yetiştiriciliğinde sulamalar çoğunlukla bilimsel bir temele dayanmadan çiftçilerin deneyimlerine göre yapılmaktadır. Bundan dolayı yetiştiriciler, her yıl üretimde tarımsal girdilerin fazla kullanılması sonucunda artan maliyetlerle karşı karşıya kalmakta ya da az kullanılması sonucunda elde edilen verim düşüklüğü nedeniyle gelir kaybı yaşamaktadırlar. Kuzey Avrupa ülkelerindeki seralarda olduğu gibi, bu bölgede domatesin sulama suyu gereksinimi, günlük solar radyasyon ve sıcaklık verilerine dayalı bilgisayar programları ile belirlenebilir. Ancak, bunun için çok sayıda gerçek zamanlı meteorolojik veri gerekliliği sera çiftçilerinin böylesi bir sulama programlaması yöntemine uyum sağlamalarını engellemektedir (Bonachela vd. 2006). Dolayısıyla, çiftçiler açısından domates sulamasında pratik olabilecek, kolay bulunabilir bir/birkaç veriye ve/veya katsayıya dayalı bir sulama programlaması yöntemi ortaya koyma gereksinimi söz konusudur.

Etkin bir sulama için öncelikle bitkilerin su ihtiyacı veya su tüketimlerine (ET) ilişkin doğru bilgiye gereksinim vardır. Bitki su tüketimi (evapotranspirasyon) en genel tanımıyla, bitki örtülü bir alanda toprak yüzeyinden oluşan buharlaşma (evaporasyon) ve bitki yapraklarından oluşan terlemenin (transpirasyon) toplamı olarak ifade edilir (Allen vd. 1998).

Doğrudan ya da dolaylı çeşitli ölçüm yöntemleri ve modelleme teknikleri ile bitki su tüketimini hesaplamak mümkündür. Bu tekniklerin veya modellemelerin karmaşıklık düzeyleri değişkenlik göstermektedir (Rana ve Katerji 2000). Bitki su tüketimini doğrudan ölçme yöntemlerinin oldukça zaman alıcı ve maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı, geliştirilen birçok ampirik eşitlikler bitki su tüketimi tahmininde kullanılmaktadır (Gürgülü ve Ul 2017).

Bitki su gereksinimlerinin tahmininde en yaygın olarak kullanılan yöntem, kıyas bitki (çim) su tüketimi (ET<sub>o</sub>) ve bitki katsayılarından (K<sub>c</sub>) yararlanarak; gerçek bitki su tüketiminin (ET<sub>c</sub>) hesaplandığı (ET<sub>c</sub>= K<sub>c</sub> × ET<sub>o</sub>) FAO-56 yöntemidir (Allen vd. 1998).

Bu yöntemin uygulanabilmesi için farklı yetiştirme koşulları, farklı bitkiler ve farklı gelişme dönemlerine ilişkin,  $ET_c$  ve  $ET_o$  arasındaki orandan deneysel yollarla belirlenmiş  $K_c$  değerlerine gereksinim vardır.

Literatürde, domates bitkisi için açık tarla koşullarında denemelerle elde edilmiş,  $K_c$  değerleri bulunmaktadır. Ancak domates bitkisi sera içinde yetiştirildiğinde, evaporatif istemin ve rüzgâr hızının daha az olması, uygulanan bitki yönetim pratiklerinin (malçlama, gölgeleme, bitkileri askıya alma, budama vb.) sera içinde farklı olması nedenleriyle, mevsimlik  $ET_c$  daha düşük değerlerde gerçekleşecektir. Dolayısıyla dış ortamda elde edilen bitki su tüketimi ve  $K_c$  değerleri sera içi ortamını temsil etmeyecektir. Açık tarla koşullarında domates için bitki su tüketimi ve  $K_c$  değerlerine ilişkin çok sayıda çalışma olmasına karşın, domatesin örtüaltı koşullarında bitki su tüketimi ve  $K_c$  katsayılarına ilişkin az sayıda çalışma vardır. Ülkemizde ise söz konusu çalışmalar hemen hemen hiç yoktur.

Bu çalışmada, esas olarak Antalya'da yaygın olan ısıtmasız plastik seralarda ilkbahar döneminde yetiştirilen domates bitkisinin gerçek su tüketiminin ( $ET_c$ ) belirlenmesi ve farklı gelişme dönemlerindeki bitki katsayılarının ( $K_c$ ) geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çalışmada, yaprak alan indeksi (LAI) değerleriyle fotosentetik aktif radyasyon (PAR) miktarı arasındaki ilişkinin araştırılması da hedeflenmiştir.

## 2. KAYNAK TARAMASI

### 2.1. Bitki Su Tüketimi (ET) ve Bitki Katsayısı (K<sub>c</sub>)

Artan nüfusun gıda güvenliğini sağlamak için tarımsal üretimin sürdürülebilir bir şekilde artırılması ve mevcut sınırlı su kaynaklarının en verimli şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle bitkilerin su tüketimlerinin tam olarak belirlenmesi ve sulama programlarının bilimsel temellere dayalı olarak hazırlanması önemlidir.

Ülkemizin Akdeniz bölgesinde, sulama uygulamaları çoğunlukla toprak veya bitkinin su durumunu izleyerek gerçekleştirilmemekte, yerel çiftçilerin deneyimlerine göre yapılmaktadır. Bu durum suyun düşük randımanlı ya da uygun olmayan bir sulama programıyla uygulanması, yanlış kullanılması sonucu su kaybına, üretim maliyetlerinde artmaya ve olumsuz çevresel etkilere yol açmaktadır. Su arz ve talebinin uyuşması, herhangi bir sulama şebekesinde sürdürülebilirliğin temelini oluşturur. Dolayısıyla uygun sulama programlaması ve su tasarrufu sağlayıcı önlemler yoluyla suyun verimliliğinin artırılması bir zorunluluk olarak görülmektedir.

Buharlaştırma (evaporasyon), su moleküllerinin bulunduğu yüzeyden ayrılarak sıvı halden gaz haline dönüşmesi olayıdır. Bu olayın gerçekleşebilmesi için enerjiye gerek vardır. Doğrudan güneş radyasyonu veya havanın ortam sıcaklığı bu enerjiyi sağlamaktadır. Buharlaştırma, göller, nehirler, topraklar ve ıslak bitki örtüsü gibi çeşitli yüzeylerden gerçekleşir. Terleme (transpirasyon), bitki dokularında bulunan su moleküllerinin havanın emme kuvvetiyle bitkinin hava ile temasta olan organlarından atmosfere verilmesi olayıdır. Bu olayın büyük bir çoğunluğu bitki yaprağındaki gazların ve su buharının geçtiği küçük açıklıklardan yani stomalardan gerçekleşmektedir. Toprak yüzeyinden buharlaştırma yoluyla oluşan su kaybı ve terlemeyle bitkiden meydana gelen su kaybı şeklinde iki ayrı sürecin birleşimi bitki su tüketimi veya evapotranspirasyon (ET) olarak tanımlanmaktadır. Bitki örtüsü tam geliştiği zaman ET'nin %90'dan fazlası terlemeden oluşurken, ekim döneminde ET'nin neredeyse %100'ü buharlaşmadan meydana gelmektedir. Bitki su tüketimi sıcaklık, nem, yağış, rüzgâr ve güneşlenme faktörleri gibi hava elemanlarından etkilendiği gibi toprakta bulunan kullanılabilir nem düzeyinde de etkilenmektedir. Genel olarak bitki su tüketimi belirli bir zaman dilimi için milimetre (mm) cinsinden ifade edilmektedir (Allen vd. 1998).

Etkin bir sulama için öncelikle bitkilerin su ihtiyacı veya su tüketimlerine (ET) ilişkin doğru bilgiye gereksinim vardır. Bitkilerin su ihtiyaçları esas olarak taç örtüsü özelliklerine ve iklimsel koşullara bağlı olarak büyüme periyodu boyunca değişir ve hem yetiştirme tekniği hem de sulama yöntemleri ile ilişkilidir. Bitkilerin topraktan aldıkları suyun yaklaşık %99'u evapotranspirasyonla (ET) kaybolur, bu nedenle tüm büyüme dönemi için gerçek bitki su tüketimi (ET<sub>c</sub>) ölçümünün söz konusu bitkinin su gereksinimine eşit olduğu kabul edilir (Allen vd. 1998).

Akdeniz bölgesinde sürdürülebilir bir gelişme ve çevreye duyarlı bir su yönetimi için gerçek ET bilgisi gereklidir (Lazzara ve Rana 2010). Ancak, bu bölgede su tüketiminin gereğinden fazla tahmin edilmesi çok sık karşılaşılan bir uygulama (Shideed vd. 2005) olup hem su israfına hem de ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan olumsuz etkilere yol açar (Rana ve Katerji 2000). ET<sub>c</sub>'ye ilişkin doğru bilgi, bitki gereksinimlerini

karşılama ve toprak özelliklerine uyarlamak için sulamada kullanılan su miktarı ve aralığını değiştirerek, su yönetiminin iyileştirilmesine olanak verir.

Bitki su tüketimi, lizimetreler, tarla deneme parselleri, nem azalmasının denetimi, havzaya giren ve çıkan akışın ölçülmesi gibi yöntemler yardımıyla doğrudan ölçülerek, ya da evapotranspirasyonu bir biyofiziksel süreç olarak simüle eden veya amprik yöntemlerle doğrudan ya da dolaylı olarak hesaplayan çeşitli ölçüm ve modelleme teknikleri ile hesaplanarak belirlenebilir (Rana ve Katerji 2000; Aydınşakir vd. 2003; Karaca vd. 2017a). Anılan tekniklerin veya modellemelerin karmaşıklık düzeyi ise değişkenlik gösterir (Rana ve Katerji 2000). Lizimetre ve tarla denemeleri yoluyla gerçek bitki su tüketiminin belirlenmesi çok maliyetli ve uzun zaman alan bir süreçtir. Bu nedenle daha çok bitki su tüketiminin hesaplama yoluyla belirlenmesi yöntemlerinde kullanılan bitki katsayılarının elde edilmesi ve anılan yöntemlerin kalibrasyonu amaçlarıyla uygulanırlar.

Lizimetreler genel bir tanımla tarla içerisinde, etrafından sınırlandırılmış, büyükçe bir toprak kolonu olup üzerinde yetiştirilen bitkilerin evapotranspirasyonlarını ölçmede kullanılan araçlardır (Kanber vd. 1999). Lizimetreler, tartısız (drenaj tipi) ve tartılı lizimetreler olmak üzere sınıflandırılabilir. Drenaj tipi lizimetreler drene olan suyun ölçülebildiği ve lizimetre içindeki toprağın sürekli tarla kapasitesinde tutulduğu ya da belli aralıklarla doygun hale getirildiği sistemlerdir. Tartılı lizimetreler ise, mekanik veya elektronik bir düzenele lizimetre ağırlığında meydana gelen değişimden, giren ve çıkan su miktarının belirlendiği sistemler olup çoğunlukla çok kısa dönemli (saatlik, günlük) ET ölçümlerinin büyük doğrulukla yapılabilmesine olanak verirler. Drenaj tipi lizimetreler, suyun toprak profilinden sızması zaman aldığından ET'nin uzun periyotlar (haftalık, aylık) için belirlenmesinde, ölçüm ve yapımındaki basitlik nedeniyle geniş kullanım alanı bulmuşlardır (Aboukhaled vd. 1982; Kanber vd. 1999).

Ülkemizdeki üniversitelerde ve özellikle eski Topraksu ve Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı araştırma enstitülerinde kimi lizimetrede olmak üzere çeşitli bitkilerin açık tarla koşullarındaki su tüketimi çalışmaları yürütülmüş olup bu çalışmaların bir bölümü derlenerek, geçmişte yaygın kullanılan Blaney-Criddle yöntemi ile farklı gelişme dönemleri için belirlenmiş bitki katsayısı değerleri bir rehber halinde yayımlanmıştır (Anonim 1982).

Bitki su tüketimini hesaplamada günümüzde en yaygın kullanılan yöntem, kıyas bitki su tüketiminin ( $ET_o$ ) bir bitki katsayısı ( $K_c$ ) ile çarpılmasıyla belirlenen gerçek bitki su tüketimine dayanan FAO-56  $ET_o-K_c$  (Allen vd. 1998) yöntemidir. Bitki su tüketiminin tahmin edilmesinde bitki katsayısının kullanımı, ilk olarak 1968 yılında Jensen tarafından önerilmiştir. Sonraki yıllarda ise dünyanın farklı bölgelerindeki bilim adamları bu yaklaşımı geliştirmişlerdir (Doorenbos ve Pruitt 1975, 1977; Burman vd. 1980a; Burman vd. 1980b; Allen vd. 1998). Burada  $K_c$ , kıyas olarak alınan bir standart bitki (çim) ile üzerinde çalışılan gerçek bitki arasındaki farkları dikkate alan "bitki katsayısı" dır (Lazzara ve Rana 2010).  $K_c$ , iyi sulanan bitkiden olan evapotranspirasyon ( $ET_c$ )'un kıyas bitkiden olan evapotranspirasyon ( $ET_o$ )'a oranı olarak deneme koşullarında elde edilir ve toprağı örtme, bitki boyu, yüzey yansıtması, taç yapısı, aerodinamik direnç gibi tarla bitkilerini kıyas bitkiden ayıran özelliklerin etkilerini birleştirir (Allen vd. 2007). Kıyas bitki; iyi sulanan koşullarda, toprak yüzeyini tümüyle örten, uniform olarak 0.12 m boyda, sabit yüzey direnci  $70 \text{ s m}^{-1}$  ve albedosu 0.23 olan çim bitkisi olarak kabul edilmektedir.



$ET_o$  değeri ise, iklimsel verilerden yararlanılarak hesaplanabilmektedir (Allen vd. 1998). Dolayısıyla  $ET_c$ 'nin tahmini;  $ET_o$ 'nun belirlendiği ve sonra  $ET_c$ 'nin  $ET_o$  ile  $K_c$ 'den yararlanılarak hesaplandığı iki aşamalı bir yaklaşımla gerçekleştirilir.

Bitki katsayısı, daha çok bitki özelliklerine bağlı olarak değişir, iklimle değişimi sınırlıdır. Buda, standart  $K_c$  değerlerinin yöreden yöreye ve iklimden iklime taşınımına olanak verir (Allen vd. 1998). Ancak, bitkinin morfolojik ve eko-fizyolojik özellikleri zamanla değiştiğinden ET de mevsime bağlı olarak değişir (Lazzara ve Rana 2010). Tarımsal bitkilerin çoğunda,  $K_c$  değerleri ekim-dikimdeki minimum değerinden tam örtü durumundaki maksimum değerine kadar artış gösterir, daha sonra azalır. Bu  $K_c$  değerleri sırasıyla  $K_{c\ ini}$ ,  $K_{c\ mid}$ ,  $K_{c\ end}$  olarak adlandırılır. Azalmanın düzeyi bitkinin büyüme özelliklerine ve mevsim sonu dönemindeki sulama yönetimine (Allen vd. 1998) bağlıdır.  $K_c$ 'nin mevsimlik dağılımını gösteren  $K_c$  eğrisi çoğu zaman düz, sürekli bir fonksiyonla ifade edilir. Pereira vd. (2015), FAO-56  $ET_o$ - $K_c$  yaklaşımının basitliği, sağlamlığı, taşınabilirliği nedeniyle yaygın kabul gördüğünü ve bilimsel, ticari, uygulayıcı birçok kullanıcıya cazip geldiğini bildirmiştir.

Bitki katsayısı, tek veya iki parçalı olmak üzere iki yaklaşımla belirlenebilir. Tek bitki katsayısı yaklaşımında bitki transpirasyonu (terleme) ve toprak evaporasyonu (buharlaşma) tek bir  $K_c$  katsayısında birleştirilir. İki parçalı bitki katsayısı yaklaşımında ise  $K_c$ , biri bitkinin terlemesini temsil eden bazal bitki katsayısı ( $K_{cb}$ ) diğeri ise toprak yüzeyindeki buharlaşmayı temsil eden toprak-su evaporasyon katsayısı ( $K_e$ ) olmak üzere iki ayrı katsayıya bölünerek  $K_c = K_{cb} + K_e$  biçiminde ifade edilir (Allen vd. 1998). Bitki katsayısının bitki ve toprak unsurlarının ayrı ayrı tahminlerini kullanan bu yöntem, her iki unsurun bağımsız olarak gözlenmesine ve birbirleriyle karşılaştırılmasına olanak verir (Paço vd. 2006). FAO 56 (Allen vd. 1998) yayınında, birçok bitkinin üç büyüme evresine (başlangıç, mevsim ortası ve mevsim sonu) karşılık gelen  $K_c$  ve  $K_{cb}$  değerleri verilmiştir.

Grattan vd. (1998),  $K_c$ 'nin uygulanabilir olması için, araştırma ve denemelerin dünya düzeyine yayılmış ve yıl boyunca mevsimlere göre olan  $K_c$  değerlerinin ortalamalarını temsil etmesi gerektiğini ileri sürmüşlerdir.  $K_c$ , sulama yöntemi ve sıklığı gibi faktörlerden (Doorenbos ve Pruitt 1977; Wright 1982), hava faktörlerinden, toprak özelliklerinden ve tarımsal tekniklerden (Stanghellini vd. 1990; Annandale ve Stockle 1994) etkilenir. Dolayısıyla, literatürde bildirilen  $K_c$  değerleri, yetiştirme koşullarının farklı olduğu yerlerde deneysel olarak elde edilen gerçek değerlerden önemli farklılık gösterebilir (Lazzara ve Rana 2010). Ko vd. (2009) ve Piccini vd. (2009),  $K_c$  değerlerinin bölgeden bölgeye farklı olduğunu gözlemlemişlerdir. Farklı çevresel koşulların çeşit seçiminde ve bitki gelişim evrelerinde  $K_c$ 'yi etkileyen değişkenliklere yol açtığı kabul edilir (Allen vd. 1998). Çünkü, büyüme mevsimi boyunca yüksek hava sıcaklıkları ve buhar basıncı açığı, geçici ve kısa süreli olarak yapraktaki stomaların kapanmasına yol açarak (Baker vd. 2007; Bunce 1996; Cornic ve Massassi 1996) bitkilerin tüm potansiyeli ile terleme yapmasını engelleyebilir. Ayrıca, çizelgelerde verilen  $K_c$  değerlerinin değişkenliğinin ihmal edilemez düzeyde olması da  $K_c$ 'nin bitkiye ve iklime özgü olduğunun bir göstergesidir. Sulama yönetimi uygulamaları ile iklim arasındaki etkileşim, mevsim başlangıcı, orta ve sonu  $K_c$  eğrisinin biçimini etkiler. Örneğin, bitkinin büyüme dönemi uzunlukları veya bitki sıra aralığı ve yoğunluğunda önemli farklar söz konusu olur. Yine, plastik malç kullanıldığında  $K_c$ 'de düzeltme yapma gereği olur (Lazzara ve Rana 2010).

Akdeniz iklimine sahip ülkelerde elde edilen deneysel  $K_c$  değerlerini, FAO 56 yayınında (Allen vd. 1998) verilen değerler ile karşılaştıran Lazzara ve Rana (2010),  $K_c$  değerlerinin çoğunlukla tek bitki katsayısı yaklaşımıyla elde edildiğini, fazla sayıda değişken ve sürecin ölçümü veya hesabını gerektirmesi nedeniyle iki parçalı bitki katsayısı yaklaşımının yaygın kullanılmadığını saptamışlar.  $K_c$  yaklaşımının geliştirilmeye ve daha çok deneysel veriye gereksinim duyduğu, Akdeniz bölgesindeki ülkelerin sadece %10'unda, az sayıda bitki için değerlendirme yapılabildiği sonucuna ulaşmışlardır.

$ET_o$ 'yu çimden, doğrudan ölçmedeki güçlükler ise, hesap yoluyla bulunması yöntemlerinin gelişmesine yol açmıştır. Doorenbos ve Pruitt (1977), mevcut hava verilerine bağlı olarak kıyas bitki su tüketimini ( $ET_o$ ) hesaplamak için dört farklı yöntem ileri sürmüşlerdir. Bu yöntemlerden biri de  $ET_o$ 'nun hesaplanmasında buharlaşma panlarından (kaplarından) yararlanmak olmuştur. Bu durumda rutin olarak, meteoroloji istasyonlarında bulunan basit bir ekipman ile ölçülen pan buharlaşması ( $E_{pan}$ ) kullanılarak,  $ET_o = K_p \times E_{pan}$  ilişkisi (Doorenbos ve Pruitt 1977) yardımıyla  $ET_o$  tahmin edilir. Buradaki  $K_p$  değeri, kullanılan panın tipine, pan çevresi ve iklime bağlı olarak değişen bir katsayı (pan katsayısı) olup Doorenbos ve Pruitt (1977)'den alınabilir.

Günümüzde ise,  $ET_o$ 'yu hesaplamak için kullanılan birçok yaklaşım arasında, meteorolojik veriler ve hipotetik bir kıyas bitkiye (çim) dayanan FAO-56 Penman-Monteith eşitliği artık standart bir referans olarak kabul edilmektedir (Allen vd. 1998).

FAO-56  $ET_o$ - $K_c$  yaklaşımı açıktaki üretim koşullarında çeşitli sebze bitkilerinin bitki su gereksiniminin belirlenmesi ve  $K_c$  değerlerinin saptanması için dünyada yaygın olarak kullanılmıştır. Yine, çok sayıda kaynaktan, çeşitli sebze bitkilerinin açık tarla koşullarında yapılan denemelerle elde edilmiş, çizelgeler halinde yayımlanmış  $K_c$  değerlerine ulaşmak mümkündür (Doorenbos ve Pruitt 1977; Allen vd. 1998; Allen vd. 2007; Lazzara ve Rana 2010).

Kuzey Avrupa'daki seralarda, bitkilerin çoğu buharlaşma kayıplarının minimize edildiği topraksız kültür yoluyla yetiştirilmekte ve sulama gereksinimleri gerçek zamanlı solar radyasyon ölçümlerine dayalı çeşitli modellerle hesaplanmaktadır (Jolie 1999). Ancak, bu modellerin gereksinim duyduğu, ekili yüzeylerdeki aerodinamik (hava) ve taç dirençlerine ilişkin bilginin çok sınırlı olması nedeniyle diğer sera bölgelerinde kullanımları oldukça kısıtlı düzeydedir (de Graaf ve van den Ende 1981; Fernandez vd. 2010).

Serada yetiştirilen bazı bahçe bitkilerinin taç örtüsü gelişimi ve yönetimi, açıkta yetiştirilenlerden oldukça farklıdır. Bitki aralığı, bitki boyu (askıya alma, budama uygulamaları) ve aerodinamik özelliklerdeki farklılıklar  $K_c$  değerlerini etkileyebilir. Ayrıca, sera içinde, dağılan radyasyon oranı dışarıdakinden daha yüksektir (Baille 1999). Dolayısıyla, deneysel olarak sera dışı koşullarda belirlenmiş standart  $K_c$  değerlerinin, sera bitkilerinin  $ET$ 'sini belirlemede doğrudan kullanılabiliyor kullanılamayacağı kuşkuludur. Ayrıca, belli başlı bitkilerin ana gelişme dönemlerinin uzunluğunu belirlemeye de gereksinim vardır. Bu konuda, dikimden etkin tam örtüye kadar geçen zamanı tahmin için, termal süre regresyon eşitliklerini kullanan basit modeller veya daha karmaşık bitki büyüme modelleri önerilmiştir (Ritchie ve Johnson 1990; Slack vd. 1996).

Açık koşullarda yaygın olarak kullanılan FAO-56  $K_c$ - $ET_o$  yöntemi, sera bitkilerinin su gereksinimlerini belirlemek için de uygulanabilir (Bonachela vd. 2006). Ancak bunun için farklı sera koşullarında, farklı üretim dönemlerinde yapılan denemelerle sera bitkileri için geliştirilmiş  $K_c$  değerlerine gerek vardır. Bu konuda yapılan farklı bitkilere ilişkin az sayıdaki çalışma aşağıda özetlenmiştir.

Orgaz vd. (2005), FAO'nun önerdiği  $K_c$ - $ET_o$  yöntemiyle, gerçek zamanlı meteorolojik verileri kullanarak Güneydoğu İspanya'daki ısıtmasız plastik seralarda yetiştirilen kavun, yeşil biber, yeşil fasulye ve karpuz için bitki katsayılarını ve bitki su tüketimlerini belirlemiştir.

Bonachela vd. (2006), FAO-56  $K_c$ - $ET_o$  yöntemine dayanılarak, güneydoğu İspanya'da bazı sera bitkileri için günlük sulama suyu gereksinimlerinin, günlük solar radyasyon ve sıcaklık verilerine gerek duyan bir bilgisayar programı ile belirlenebileceğini, ancak sera çiftçilerinin bu sulama programlaması yöntemine uyum sağlamalarının olanaklı görülmediğini bildirmişlerdir.

Kıbrıs ve Girit'te yapılan çalışmalarda hıyar ve patlıcan bitkilerinin su gereksinimlerini tahmin için FAO-24 pan buharlaşması yöntemi önerilmiştir (Eliades 1988; Chartzoulakis ve Drosos 1995). Ancak, sera  $ET_o$ 'nun ölçümü ve modellenmesine ilişkin araştırmalar yetersizdir. Quaglietta ve Zerbi (1986), tartılı tip lizimetreleri kullanarak, çok yıllık çim ekili plastik seralarda  $ET_o$ 'yu ölçmüşlerdir.

Möller ve Assouline (2007), İsrail'de sera koşullarında, FAO-56 (Allen vd. 1998) yöntemini kullanarak, ölçülmüş meteorolojik verilerden hesapladıkları günlük  $ET_o$  değerinin 1-4 mm gün<sup>-1</sup> arasında değiştiğini belirlemiştir. Araştırmacılar, dış koşullara göre %62 oranındaki  $ET_o$  azalmasının ana sebebini, sera içinde rüzgâr hızı ve solar radyasyonun önemli düzeyde azalması olarak açıklamışlardır. Fernandez vd. (2010) ise, İspanya, Almeria'da, plastik bir sera içindeki  $ET_o$ 'yu çok yıllık bir çimle ölçmek için, serbest drenajlı lizimetrelerden yararlanmışlardır. Ölçülen günlük ortalama sera  $ET_o$  değerleri 1-4 mm gün<sup>-1</sup> arasında değişmiştir.

Manuel-Casanova vd. (2009), plastik sera içinde marul bitkisinde farklı yöntemlerle  $ET_o$  değerlerinden yararlanarak hesapladıkları  $ET$ 'yi lizimetre sistemi ile doğrudan belirledikleri  $ET$  ile karşılaştırmışlar, Andersson evaporimetre yönteminin doğrudan ölçüm değerlerine yakın sonuç verdiğini belirlemiştir.

Bonachela vd. (2006), bitkilerin farklı büyüme dönemlerine ilişkin uzun yıllık ortalama evapotranspirasyon ( $ET_h$ ) değerlerinin gerçek zamanlı bitki evapotranspirasyonu ( $ET_c$ ) değerlerinden önemli düzeyde farklılık göstermediği sonucuna ulaşmışlardır. Lazzara ve Rana (2010) ise, bölgesel temelli  $K_c$  değerlerinin, sulama yönetiminde mükemmel biçimde kullanılabilirliğini, bu sayede yüksek sulama randımanlarına ulaşılabilirliğini bildirmişlerdir.

Antalya'da  $ET_o$  değerlerinin hesaplanmasında en yakın meteorolojik istasyon değerlerinin kullanılmasını öneren Karaca vd. (2017a) aksi durumda  $ET_o$  değerlerinin alansal ve zamansal değişimlerini ortaya koyan geliştirdikleri haritaların kullanılmasının mümkün olduğunu bildirmişlerdir. Karaca vd. (2017b) ise,  $ET_o$  tahmininde kullanılan DailyET,  $ET_o$  ve CROPWAT yazılımlarını karşılaştırmıştır.

## 2.2. Sera İçi Koşulları ve Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR)

Akdeniz bölgesinde yaygın olarak kullanılan düşük teknolojili plastik seralarda, sera bitkileri normal olarak ilkbahar, yaz ve sonbaharın bir bölümü süresince optimumun üzerinde bir sıcaklık ile, yarı optimal iklimsel koşullarda yetiştirilirler. Sera atmosferinin soğutulması için normal uygulama doğal havalandırmadır (Baille vd. 2001; Titiz 2004). Ancak bu genellikle aşırı enerjiyi azaltmaya yeterli olmadığından havalandırmayla birlikte diğer serinletme yöntemlerinin kullanılması gerekir. Maliyetinin düşük, etkinliğininse yüksek olması nedeniyle dış plastik örtüye kireçli su püskürtülerek gölgeleme yapılması çiftçilerin çoğu tarafından uygulanan bir serinletme yöntemidir (Baille vd. 2001; Titiz 2004; Yüksel 2004).

Bitkisel üretimde en önemli çevresel etmenlerden biri ışıktır. Bitkiler, fotosentez yaparken doğal ışık kaynağı olan güneş ışığından yararlanır. Bitkilerin normal gelişme sağlayabilmesi için bitki yetiştirilecek alanda güneşlenmenin istenilen miktarda olması gerekir. Güneş, farklı dalga boylarına sahip ışınlar yayar. Güneş ışığı spektrumunda yer alan dalga boyları 400 nm'den küçük olan ultraviyole (morötesi) ışınları bitkilerde renk oluşumunu ve bitki gelişimini olumsuz etkilemektedir. Dalga boyları, 400-700 nm arasında farklılık gösteren ışınlar, görünür ışıklardır, bitkiler tarafından fotosentezde kullanılırlar. Dalga boyları 700 nm'den büyük olan ışınlar ise infrared (kızılötesi) ışınlardır. Bu ışınlar daha çok ortamın ısınmasını sağlarlar (MEGEP 2007; Heris 2014; Tezcan vd. 2017; Çakırer vd. 2017).

Bitkilerin yeterli fotosentez yapıp sağlıklı bir şekilde büyüebilmeleri için, dalga boyu 400-700 nm bant aralığındaki fotosentetik aktif radyasyonu (PAR) almaları gerekmektedir (Uzun 2010). Bitkilere doğrudan gelen ve bitkiler tarafından kesilen ışığın belirlenmesi bitki yetiştiriciliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Bitkiler için gerekli PAR miktarı, bitkinin gelişme dönemi boyunca farklılık gösterir. PAR'ın dalga boyu aralığı ve şiddetindeki değişimler bitkinin büyüme, gelişim ve verimine doğrudan etki eder. Serada üretilen bitkilerin yaprak bölgesinin üst, orta ve alt kısmına gelen PAR enerjisi miktarı yaprak alan indeksi oranına bağlı olarak da farklılık gösterir (Uzun 2010).

Literatürde, örtüaltı domates yetiştiriciliğinde önemli olan ortam sıcaklığı ve fotosentetik aktif radyasyonun (PAR) verim ve kalite üzerindeki etkisi hakkında çok az bilgi bulunmaktadır. Üreticiler, bu bilgilerden yararlanarak örtüaltı domates yetiştiriciliğinde daha verimli enerji tasarruf programları hazırlayabilirler (Riga vd. 2007).

Higashide (2013), sera koşullarında domates verim ve verim bileşenlerinin doğrudan veya dolaylı olarak güneş ışınımından etkilendiğini belirtmiştir. Both (2016), sera yapılarında güneş ışınımındaki %1'lik azalmanın verimde %1'lik azalmaya sebep olduğunu ve bu nedenle daha fazla ışığın ürüne ulaşması durumunda ürün veriminde artış görüleceğini bildirmiştir.

Güneşten gelen radyasyon yoğunluğunun domates bitkisinde fotosentez, büyüme, verim ve ürün kalitesi üzerine etkilerini araştıran Klaring ve Krumbein (2013), güneş

radasyonunun yoğunluğunu kısıtlamanın domates bitkilerinin fotosentezini, büyümesini ve verimini önemli ölçüde azalttığı sonucuna ulaşmışlardır.

Isıtmalı sera koşullarında, domates yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan işlemlerin uygulanması durumunda yığışimli hava sıcaklığı ve PAR etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, ortam sıcaklığının ve PAR'ın domates verimi ve meyve büyüklüğü üzerinde etkisinin olduğu ve domates kalitesinin düşük PAR seviyeleri altında önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir (Riga vd. 2007).

Yıldırım ve Bahar (2017), Çanakkale'de farklı dikim aralıklarının domates bitkisinin su ve radyasyon kullanım etkinliği üzerindeki etkilerini incelemek için yaptıkları bir çalışmada, 50×33 cm sıklığında dikilen domates bitkilerinin oluşturdukları gölgeleme sayesinde toprağın ilk 30 cm derinliğinde daha serin bir ortam meydana geldiği, bundan dolayı bitkilerin su ve radyasyondan daha etkili bir şekilde faydalandığı sonucuna ulaşmışlardır.

Güney Uruguay'da sera koşullarındaki domates yetiştiriciliğinde verim değişkenliğini belirleyici faktörlerin sıralamasını belirlemek amaçlı iki yıllık çalışma sonucunda yığışimli PAR'ın toplam düzeyi, verimle en fazla bağlantılı etken olarak belirlenmiştir. Çalışmada domates verimi 0.9-24.3 kg m<sup>-2</sup> arasında değişmiştir. Şaşırtma tarihlerinin ayarlanması ile bitki taç örtüsü tarafından kesilen PAR miktarını azaltarak, günlük alınan radyasyonunu değiştirmek, seraların geçirgenliğini iyileştirmek ve alınan PAR'ın artırmanın mümkün olabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Berrueta vd. 2019).

Öte yandan, açık tarla ve sera koşullarında gölgeleme amaçlı olarak kullanılan ışık seçici renkli (kırmızı, sarı, mavi, sedef, yeşil ve siyah) ağların, PAR bölgesindeki dalga boylarını farklı seviyelerde geçirmesi de bitki gelişimi üzerine farklı etkiler yaratmaktadır. Bu nedenle son yıllarda ışık seçici renkli gölgeleme ağlarının kullanımı artmaktadır. Açık tarla koşullarında domates bitkisinin gelişimi üzerine ışık seçici gölgeleme ağlarının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada yeşil renkte %40 gölgeleme oranı diğer gölgeleme oranlarına göre (yeşil %55, 75, 95) en iyi sonucu vermiştir (Tezcan vd. 2017).

### 2.3. Domates Bitkisinin Su Tüketimi-Verim İlişkileri

Domates (*Lycopersicon esculentum*), patlıcangiller (Solonaceae) familyası içerisinde yer alan ve bu familya içerisinde bulunan patates, patlıcan, tütün, biber ve altın çilek gibi ekonomik öneme sahip önemli bir sebzedir (Bergougnoux 2014). Domatesin ilk kez Güney Amerika'da tarımının yapıldığı, 16. yüzyılda Avrupa'ya, 18. yüzyılda Kuzey Amerika'ya ve buradan da tüm dünyaya yayıldığı kabul edilmektedir (Sönmez ve Ellialtıoğlu 2014). Ülkemize 19. yüzyılda Fransa ve Suriye üzerinden ilk olarak Akdeniz Bölgesi'ndeki Adana'ya girdiği tahmin edilen domates daha sonra İstanbul'a ve Marmara'ya geçmiş ardından da diğer bölgelerimize ulaşmıştır (Oraman 1968; Çetiner 2010; Abak 2016). Türkiye, domatesin gen merkezlerinden biri olmamasına karşın oldukça geniş bir çeşitliliğe sahiptir (Çetiner 2010).

Domates gün uzunluğuna nötr, otçul, çok yıllık bir bitki olup genellikle sıcak bölgelerde tek yıllık bitki olarak yetiştirilen, 90-150 günlük yetiştirme periyodu ile hızlı gelişen bir bitkidir. Tohumlarının çok küçük olması nedeniyle, doğrudan tarlaya ekim

yapılırsa eş düze ve yüksek bir çıkış oranı elde edilemez. Dolayısıyla doğrudan tarlaya ekim sadece standart çeşitlerle sınırlıdır. Domates tohumu için en uygun ekim derinliği 2-4 cm'dir. Tohum yatakları, doğrudan ekim için çok dikkatli hazırlanmalıdır. Hibrit tohumlarda maliyet yüksek olduğundan bu işlem ekonomik olmaz. O nedenle, domates genellikle fide ile üretilir. Tarlaya şaşırtılan fidelerde daha eş düze bir çıkış, yoğunluk ve gelişme elde edilir (Steduto vd. 2012). Fideliklerde 750-1000 tohum m<sup>-2</sup> kullanılırken şaşırtmada 25000-33000 bitki ha<sup>-1</sup> dikim yapılır. Fidler genellikle ekimden 4-7 hafta sonra 4-5 gerçek yapraklı iken şaşırtılırlar (Doorenbos ve Kassam 1979; Steduto vd. 2012).

Dünyada ve ülkemizde domates çeşitleri meyve şekilleri ve kullanım amaçlarına göre farklılık göstermektedir. Domates tüketiminde salkım, kokteyl, cherry, beef ve plum gibi domates çeşitleri tercih edilmektedir. Ülkemizde modern seralara olan ilginin ve çeşit ıslahı çalışmalarının hızla artması, hazır fide ve aşılı fide kullanımının yaygınlaşması, topraksız tarım sistemlerinin kullanılması, bitki yetiştirme tekniği ve kültürel uygulamaların bilinçli bir şekilde yapılmaya başlanması, örtüaltı domates yetiştiriciliğinde birim alandan elde edilen verimi ve kârlılığı arttıran önemli etkenlerdir (MEGEP 2008; Kandemir vd. 2016).

Domates bitkisinin meyveleri içerdikleri lycopen maddesi sayesinde meyve oluşumunun ilk evrelerinde yeşil olan meyvenin rengi kırmızıya dönüşmektedir. Vejetatif büyümenin ilk aşamasında olgunlaşmamış yeşil meyvenin su içeriği %91 iken olgunlaşma tamamlandığında %93'e ulaşmaktadır (Saydam 2011).

İnsan sağlığını koruyucu özellikleri bulunan sebzelerin başında gelen domates, içerdiği vitamin ve mineral açısından da oldukça zengindir. 100 gram taze domatesin yapısında 20-23 kalori, 1 gr protein, 0.3 gr yağ, 0.6 gr kül, %93.8- 96.0 su, 4 gr karbonhidrat, %2-3.5 şeker, 0.6 gr seluloz, 7.21 mg Ca (Kalsiyum), 17-28 mg P (Fosfor), 0.6 mg Fe (Demir), 264-314 mg K (Potasyum), 19-20 mg Mg (Magnezyum), 24-69 mg Cl (Klor), 3-10 mg Na (Sodyum), 0.5-0.8 mg niacin, 0.09 mg thiamin, 0.03 mg riboflavin, 1000-1100 IU A vitamini, 20-28 mg C vitamini, 0.40-0.80 mg K vitamini bulunmaktadır (Anonim 2011; Sönmez ve Ellialtıoğlu 2014).

Domates çok çeşitli topraklarda yetişebilmekle birlikte, derin, geçirgen, su tutma kabiliyeti yüksek, drenajı iyi, humus ve besin maddelerince zengin, tınlı veya hafif killi, toprakları tercih eder. Domates için uygun toprak pH'sı 5-7.5 arasındadır. Domates bitkisi, aşırı olmamak koşuluyla tuzlu topraklarda da yetiştirilebilir (Doorenbos ve Kassam 1979; MEGEP 2008). Diğer bitkilerde olduğu gibi, yüksek verim için domatesin mineral besin maddesi gereksinimi yüksektir. Doorenbos ve Kassam (1979), domatesin gübre gereksinimini: 100 ile 150 kg ha<sup>-1</sup> N (Azot), 65 ile 110 kg ha<sup>-1</sup> P (Fosfor) ve 160 ile 240 kg ha<sup>-1</sup> K (Potasyum) olarak bildirmişlerdir.

Domates sıcak havayı sever, soğuk havadan olumsuz etkilenir, sıcaklık -2, -3°C'lere düştüğünde bitki donar ve ölür. Ülkemizdeki örtüaltı yetiştiriciliği yapılan seralarda genellikle sadece dondan koruma amaçlı ısıtma yapılmakta olup, çok az sayıdaki modern serada tam anlamıyla ısıtma yapılabilmektedir. Domates bitkisinde meyve tutumunun gerçekleşebilmesi için ortalama sıcaklığın 18-26°C arasında olması gerekir. Gece ve gündüz sıcaklıkları arasındaki fark, meyve tutumunu olumlu yönde etkilediği gibi olgunlaşan meyvede renk maddeleri oluşumunu da sağlar. Ancak bu farkın

6-7°C'yi geçmemesi istenir (MEGEP 2008; Kendirli ve Çakmak 2010; Kandemir vd. 2016; Kesici ve Aras 2016).

Isıtma yapılmayan seralardaki domates yetiştiriciliğinde meyve tutumu için hormon kullanımını ve vibrasyon uygulanması gerekmektedir (Kesici ve Aras 2016). Günümüzde ise domates bitkisinde çok etkin tozlaşma yapımları, iş gücünü azaltmaları, hormon kullanımına gerek duyulmamasının yanı sıra ürün kalitesini de yükseltmeleri, ürünlerin daha yüksek fiyatla ve daha kolay pazarlanabilir hâle gelmesini sağlamaları gibi avantajları nedeniyle bombus arısı kullanımı yaygınlaşmıştır (Gösterit ve Gürel 2010; Sıralı ve Uğur 2012; Gösterit ve Gürel 2014; Kandemir vd. 2016).

Ülkemizde hazır fide üretiminin %41.2'sini domates oluşturmaktadır. Günümüzde, Fusarium gibi toprak kökenli hastalıklarla etkin, kolay ve temiz mücadele, su ve bitki besin maddelerinin daha iyi alımı ve daha etkin kullanımı, bitki gücünün artması ve hasat döneminin uzaması sonucunda verimin artması gibi avantajlarından dolayı domateste aşılı fideye olan talep gün geçtikçe artmaktadır (Yetişir vd. 2004; Yelboğa 2014; Ulaş ve Yetişir 2016; Kandemir vd. 2016; Alagöz ve Özer 2017).

Domates zararlıları ile mücadelede en yaygın olarak kimyasal mücadele uygulanmaktadır. Fakat, kültürel ve diğer mücadele yöntemlerine öncelik verilerek ilaç masraflarının azaltılması ve ilaçlamaların önlenmesiyle insan sağlığına olumsuz etkinin ve çevre kirliliğinin önüne geçmek mümkündür. Domates güvesi ve thrips mücadelesinde yaygın olarak feromon tuzaklar kullanılmaktadır (Toprakçı ve Göçmen 2016).

Solarizasyonun örtüaltı domates yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi artırdığı bilinmektedir. Bu nedenle yabancı otlarla mücadele de en çok tercih edilen yöntemlerden biridir. Solarizasyon, tarım alanlarında yabancı otlarla ve toprak kökenli zararlılarla mücadele etmek amacıyla yaz aylarında nemlendirilmiş toprağı ince şeffaf polietilen örtü ile örterek toprak sıcaklığını 8-12°C arttırarak topraktaki yabancı otların ve toprak kökenli zararlıların yok olmasını sağlayan etkili bir yöntemdir (Arslan vd. 2012).

Domatesin su eksikliğine en duyarlı olduğu dönemler şaşırtmadan hemen sonrası, çiçeklenme ve verim oluşumu dönemleridir. Çiçeklenme periyodundaki su eksikliği çiçek dökülmesine sebep olur. Vejetatif dönem süresince orta düzeyde su eksikliği kök gelişimini artırır. Çiçeklenme döneminde aşırı sulamanın, çiçek dökülmesini arttırdığını ve meyve oluşumunu azalttığını göstermiştir. Birden fazla hasat yapılan sofralık domates üretimi için yeterli ışık, farklı gelişme dönemleri süresince toprak suyu tüketim düzeyinin %40'ın altında olduğu büyüme dönemine iyi dağılmış sık sulama koşulları altında bitki iyi şekilde gelişir. Bu, optimum gelişmenin tüm gelişme mevsimine yayılmasını sağlar sonuçta yüksek verim ve kaliteli ürün elde edilir (Doorenbos ve Kassam 1979). Martin (1966), domateste en uygun verimin, vejetasyon dönemi boyunca ve çiçeklenmenin başlangıcında sağlanan yüksek toprak nemine bağlı olduğunu belirtmiş ve meyve gelişimi sırasında sulamanın azaltılmasını, olgunlaşma sırasında daha düşük düzeye indirilmesini önermiştir.

Doorenbos ve Kassam (1979), tarlada yetiştirilen domates bitkisinin fide dikiminden sonraki 90-120 gün boyunca toplam su ihtiyacının iklimine bağlı olarak 400-600 mm arasında değiştiğini, bitki katsayılarının ( $K_c$ ) ise başlangıç dönemi (10-15 gün) için 0.4-0.5, gelişme dönemi (20-30 gün) için 0.7-0.8, orta dönem (30-40 gün) için 1.05-

1.25, son dönem (30-40 gün) için 0.8- 0.9 ve hasatta 0.6-0.65 olduğunu bildirmişlerdir. Allen vd. (1998) ise, dünyanın çeşitli bölgelerindeki açık tarla koşullarındaki araştırma sonuçlarını derledikleri çalışmalarında domatesin  $K_c$  değerlerini başlangıç dönemi için 0.60 ( $K_{c\ ini}$ ), orta dönem için 1.15 ( $K_{c\ mid}$ ) ve son dönem için 0.80 ( $K_{c\ end}$ ) olarak belirtmişlerdir. Türkiye’de çeşitli bölgeler için FAO Penman-Monteith yöntemi ile tahmin edilen  $ET_o$  değerleri kullanılarak belirlenen domatesin başlangıç dönemi  $K_c$  değerlerinin 0.10-0.58, orta dönem  $K_c$  değerlerinin 1.11-1.23, son dönem  $K_c$  değerlerinin ise 0.75-0.86 arasında değiştiği saptanmıştır. Söz konusu çalışmada domatesin yıllık su gereksinimi ise 471-1034 mm arasında verilmiştir (DSİ 2015).

Ülkemizde açık tarla koşullarında yapılan çalışmalarda domatesin mevsimlik su tüketimi Ankara’da 1376 mm (Güçer 1985), Harran ovasında 1742.3 mm (Sipahi 1987), Iğdır ovasında 802 mm (Evren 1992), Tokat-Kazova koşullarında 825 mm (Balçın 1994), Bursa koşullarında 289.3-436.9 mm (Yazgan vd. 2000), Büyük Menderes Ovası’nda 387.4-851.8 mm (Gürbüz 2001) olarak saptanmıştır. Damla sulama yöntemi ile yetiştirilen domates bitkisinin farklı sulama uygulamalarına tepkisinin incelendiği araştırmada, 2, 4 ve 7 günlük sulama aralıklarıyla uygulanan sulama suyu miktarları sırasıyla 980, 1000 ve 976 mm ve elde edilen domates verimleri ise 104.8, 104.1 ve 99.9 t ha<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Uygulanan sulama aralıkları azaldıkça domates bitkisinin veriminde artış olduğu sonucuna varılmıştır. Bundan dolayı domates bitkisinin damla sulama ile sık sık sulanması önerilmiştir (Judah 1986). Kodal vd. (1995) tarafından, domates bitkisinde sulama zamanı planlaması yapılırken, bitki su tüketimi tahmininde Penman (FAO) Modifikasyonu yönteminin seçilmesi ve gerçek zamanlı planlama uygulaması durumunda IRSIS bilgisayar programının kullanılması önerilmiştir.

Domates yetiştiriciliğinde, bitkilerin yapraklarını ıslatmadan toprakta yüksek su düzeyi sağlayabilen damla sulama en uygun sulama yöntemidir (Doorenbos ve Kassam 1979). Locassio ve Smajstrla (1996), Florida’da, domates bitkisini, damla sulama yöntemi ile A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarını esas alarak suladıkları çalışmalarında en yüksek domates verimini 87 t ha<sup>-1</sup> ile 1.00 pan katsayısından ve 79.3 t ha<sup>-1</sup> ile 0.75 pan katsayısından, en düşük domates verimini ise 30.7 t ha<sup>-1</sup> ile susuz konudan elde etmişlerdir.

Gürbüz (2001), domateste buharlaşma kabından oluşan yığışimli buharlaşmanın dört farklı pan katsayısı ile çarpımı kadar sulama suyu verdikleri çalışmalarında, en yüksek verimi damla sulama yöntemi ile tam sulanan konudan (35.4 t ha<sup>-1</sup>) ve en düşük verim değeri ise en az su alan karık sulama konusundan (20.9 t ha<sup>-1</sup>) elde etmiştir. Selenay (1986) ise, Ankara koşullarında, domates yetiştiriciliğinde damla sulama yönteminin uygulanması durumunda, sulama zamanı planlaması amacıyla A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarının %60’ı kadar sulama suyunun 4 gün ara ile uygulanmasını önermiştir.

Zhang vd. (2017), Çin’de bulunan Hetao bölgesinde kumlu toprakta ve tarla koşullarında yapılan bir çalışmada, sanayi domatesinin  $ET_c$ ’nin %40, %60, %70, %80 ve %100’ü olmak üzere farklı düzeylerde sulandığı konuların karşılaştırılmasıyla en yüksek verimin  $ET_c$ ’nin %80’i düzeyinde sulanan konuda, yaklaşık 75 t ha<sup>-1</sup> olarak elde edildiği sonucuna ulaşmışlardır. Anılan çalışmada araştırmacılar bitki su tüketimini ise 188-323 mm arasında değiştiğini saptamışlardır.



Nangare vd. (2016), Hindistan'da iki yıl boyunca yürüttükleri bir çalışmada, domates bitkisinin sulamasında su azlığının olduğu koşullarda yapılacak sulama durumunda en kritik dönemin çiçeklenme ve ardından meyve gelişimi dönemi olduğunu belirtmişlerdir.

Çanakkale koşullarında su stresinin sofralık domatesin verimi ve fizyolojik özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada, su stresi düzeyi arttıkça verimde önemli azalmalar meydana geldiğini ve buna bağlı olarak stoma iletkenliği, klorofil okumaları, yaprak su potansiyeli ve yaprak oransal su içeriği değerlerinde de su stresine bağlı olarak önemli ölçüde azalmaların olduğunu gözlemlemişler, domates bitkisinin mevsimlik su tüketimini ise 869 mm olarak bildirmişlerdir (Çamoğlu vd. 2019a). Kuraklık stresinin bazı domates çeşitleri üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada ise, kuraklık stresine dayanıklı olan domates çeşitlerinin yaprak alanlarının, dayanıklı olmayan domates çeşitlerine göre daha büyük olduğu bildirilmiştir (Alp ve Kabay 2017).

Çamoğlu vd. (2019b), termal kamera ve NDVI sensörü kullanılarak domatesin fizyolojik özelliklerini tahmin etmeyi amaçladıkları çalışmada, domates bitkisinin su stresine karşı oldukça duyarlı olduğunu, uzaktan algılama indekslerinin her ikisinin de su stresi karşısında belirgin tepkiler verdiğini ve su stresinin fizyolojik özellikler ve uzaktan algılama indeksleri ile belirlenebileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Domateste meyve olgunlaşması süresince, hafif bir tuz stresi, verim üzerinde önemli bir etki yaratmadan meyve kalitesini artırabilir. İsrail'de yapılan bazı çalışmalara göre verimde azalma olmakla birlikte, en iyi meyve kalitesi gerçekten orta düzeydeki tuzlulukta elde edilmiştir (Steduto vd. 2012). Kaman (2002), domateste uyguladığı yarı ıslatmalı sulama tekniğinin yüksek verim ve su kullanım randımanı sağlarken, verimi etkileyecek tuz yığılmasına neden olmayacağı sonucuna ulaşmıştır.

Ülkemizde örtü altı yetiştiriciliğinde domatesin hem Ağustos sonu Eylül başında sonbahar ekimi hem de Şubat sonu Mart başında ilkbahar ekimi olmak üzere yılda iki mevsim üretimi yapılmaktadır. Sera koşullarında domates sulamasına ilişkin çalışmalar ise açık tarla koşullarındaki çalışmalara oranla daha az sayıda olup aşağıda özetlenmiştir.

Eliades ve Orphanos (1986), Güney Kıbrıs'ta yapılan çalışmalarda; ısıtılmayan serada domates bitkilerini, sera dışına konan pandan olan buharlaşmayı mevsim boyunca değişen katsayılarla çarparak uyguladıkları sulamalarla suladıkları ve drenaj tipi lizimetrede yürüttükleri çalışmanın sonucunda potansiyel evapotranspirasyonun domateste 0.5-6.7 mm gün<sup>-1</sup> arasında değiştiğini saptamışlardır. Çin'de ısıtmasız seradaki domatesin bitki su tüketimlerinin sera içindeki sıcaklığa göre değiştiğini ve bitkiler büyüdükçe ET<sub>c</sub>'nin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır (Junzeng vd. 2008).

Ülkemizde yapılan bir çalışmada, Mersin ilindeki cam sera koşullarında damla sulama ile sulanan domateste uygulanan farklı miktarlardaki sulama suyunun domates verimi ve kalitesine etkisi araştırılmış, örtüaltı yetiştiriciliğinde su kullanım randımanının tarla yetiştiriciliğine göre çok yüksek olduğu, farklı sulama düzeylerinin, domatesin verimi ve bazı kalite özellikleri üzerine önemli etkileri olduğu saptanmıştır. Çalışmada ayrıca, uygulanan sulama suyu miktarındaki artışın domateste ortalama meyve ağırlığını, meyve sertliğini ve toplam kuru madde miktarını artırırken, meyvede bulunan

C vitamini miktarını ve kuru madde oranını düşürdüğü sonucuna ulaşılmıştır (Tarı ve Sapmaz 2017).

Agbna vd. (2017), Hohai üniversitesinde iki yıl boyunca yaptıkları bir çalışmada, serada domates yetiştiriciliğinde pan buharlaşmasından yararlanarak belirledikleri  $ET_o$ 'nun farklı düzeylerinde (%50, 75 ve 100'ü kadar) kısıntılı sulama suyu uygulayarak farklı dozda (0, 25 ve 50 t ha<sup>-1</sup>) toprak iyileştirici biyokömür uygulanmasının etkilerini test etmişlerdir. Araştırmacılar kısıntılı sulama konularında biyokömürün sulama suyu kullanım randımanını artırdığı sonucuna varmışlardır.

Tüzel vd. (1993), İzmir koşullarında farklı sulama aralıkları ve farklı kap (pan) katsayılarının serada yetiştirilen domatesin verim parametrelerine olan ilişkilerini araştırmışlardır. Sonuçta, sulama aralıklarının domatesteki verimine etki etmediği belirlenmiş, kap katsayısının 1.20 olarak alınması önerilmiştir. Her iki sulama aralığında önerilen kap katsayısı için mevsimlik su tüketimi değerlerinin 250-300 mm arasında değiştiği belirtilmiştir.

Orta vd. (1997), Trakya koşullarında serada yetiştirilen domatesin sulama zamanının belirlenmesine ilişkin yaptıkları araştırmada, 2 ve 4 gün ara ile A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının %50, %100 ve %150'sini uygulamışlardır. Araştırmacılar, sulama aralıkları ve sulama suyu miktarlarının verim üzerindeki etkisini istatistiksel açıdan %1 düzeyinde önemli bulmuşlar, en yüksek verimin, ölçülen buharlaşmanın %50'si kadar sulama suyunun 2 gün ara ile uygulandığı konuda elde edildiğini belirlemişlerdir.

Tüzel vd. (2006), ısıtmasız plastik örtülü serada yaptıkları bir çalışmada, topraksız olarak perlit içinde yetiştirilen domates bitkisinin bitki su tüketiminin bazı işlemlere göre değiştiğini ve 279 mm ile 371 mm arasında olduğunu hesaplamışlardır.

Serada yetiştirilen ve damla sulama ile sulanan domates bitkisinin su gereksinimini hesaplamada Priestley-Taylor modelini kullanan Gomez vd. (2009) anılan modelin domatesin gerçek bitki su tüketimini sadece %6.1'lik bir hata payı ile hesapladığı, dolayısıyla seralarda domates bitkinde sulama programlaması amacıyla kullanılabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Liu vd. (2011), Penman-Monteith denkleminde dayanarak sera koşullarında damla sulama yöntemiyle sulanan domates bitkisinin su ihtiyacını tahmin etmek için yeni bir model oluşturmuşlardır. Çalışmada, ölçülen ve yeni model ile tahmin edilen değerler arasındaki hata payının %10'dan az olduğu belirtilmiştir.

Liu vd. (2013), Kuzey Çin Ovası'nda pan buharlaşmasına ( $E_{pan}$ ) dayanarak solar serada yetiştirilen domates için uygun damla sulama programını araştırdıkları çalışmalarında, mevsimlik toplam sulama suyu miktarı, bitki su tüketimi ve domates verimi değerleri sırasıyla 185.1-365.8 mm, 249.1-388.0 mm ve 99.6-151.8 t ha<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Araştırmacılar, çalışma sonucunda 10 mm yığışlımı pan buharlaşması değerinde, 2-6 gün aralıkla 0.9 bitki-pan katsayısı düzeyinde sulama yapmayı önermişlerdir.

Yakın zamanlarda İspanya'nın güneydoğu kıyılarında yürütülen çalışmaların sonuçlarını derleyen Gallardo vd. (2013), sera koşullarında, toprakta, ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde yetiştirilen domatesin mevsimlik su gereksinimlerinin sırasıyla 231 ve 260 mm, başlangıç dönemi, maksimum ve mevsim sonu  $K_c$  değerlerininse sırasıyla 0.2, 1.4 ve 1.0 olduğunu bildirmişlerdir.

İsrail'de hem kış sezonu boyunca hem de yaz sezonu boyunca serada yetiştirilen domatesin bitki katsayılarını hesaplamayı amaçladıkları çalışmada, Harel vd. (2014), kış sezonunda domatesin bitki katsayısını fide dikimden ilk meyve hasadına kadar geçen sürede 0.3-1 arasında, son dönem için ise 0.8 olarak belirlemişlerdir. Yaz sezonunda ise fide dikimden ilk meyve hasadına kadar geçen sürede 0.2-0.9 arasında, son dönem için 0.8 olarak saptamışlardır.

Çin'de yürütülen bir çalışmada damla sulama yöntemi ile sulanan bir solar serada, sera ortasındaki bir meteoroloji istasyonundan ölçülen verilerden yararlanılarak, farklı beş model ile hesaplanan  $ET_o$  değerleri ile micro-lizimere ve tartılı lizimetre sistemine birleşik özsu akışı yöntemi kullanılarak ölçülen  $ET_c$  değerleri yardımı ile domates bitkisinin ikili  $K_c$  değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemenin yürütüldüğü 2015 ve 2016 yıllarında uygulanan sulama suyu miktarları sırasıyla 382.4 ve 280.7 mm olurken, tüm büyüme dönemi için domates bitkisinin su tüketimi 345 mm olarak saptanmıştır. Çalışmada sera içi çevre koşullarına uyarlanmış bazal bitki katsayısı ( $K_{cb}$ ) değerleri başlangıç, mevsim ortası ve mevsim sonu dönemleri için sırasıyla 2015 yılında 0.15, 0.94 ve 0.65; 2016 yılında 0.15, 1.02 ve 0.70 olarak saptanmış, topraktan buharlaşma katsayısı ( $K_e$ ) değerlerinin ise tüm büyüme süresi boyunca 0.10-0.45 arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca Priestley-Taylor modelinin  $ET_o$  tahmini için ilk seçenek olarak önerilebileceği sonucuna ulaşılmıştır (Gong vd. 2020).

Yukarıdaki yayın taramasından da görüleceği üzere, dünyada ve ülkemizde açık tarla koşullarında yürütülmüş çok sayıda araştırma, bu araştırmalardan elde edilmiş domates bitki su tüketimi ve  $K_c$  değerleri mevcut iken, sera koşullarında yürütülmüş çok az sayıda domates bitki su tüketimi ve  $K_c$  çalışması bulunmaktadır. Dünyada yürütülmüş mevcut çalışmalardan elde edilmiş serada domates su tüketimi ve  $K_c$  katsayısı değerlerininse ülkemiz koşullarını temsil oranı bilinmemektedir. Buna karşın ülkemizde yaygın plastik sera koşullarında ve drenaj tipi lizimetrelerde  $ET_o$ 'nun doğrudan ölçüldüğü  $K_c$ - $ET_o$  yöntemiyle yürütülmüş  $K_c$  çalışmaları ise yok denecek kadar azdır.

### 3. MATERİYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma yeri ve iklim özellikleri

Araştırma, 30° 38' 30"- 30° 39' 45" D boylamları ve 36° 53' 15"- 36° 54' 15" K enlemleri arasında bulunan ve denizden yüksekliği 54 m olan (Anonim 1998) Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Deneme Alanında inşa edilmiş içerisinde drenaj tipi lizimetre bölmeleri olan plastik serada, domates dışında 3 bitkinin (hıyar, patlıcan, biber) daha ele alındığı 1170071 No'lu TÜBİTAK 1001 Projesi kapsamında yürütülmüştür. Sera içerisinde bitki yetiştiriciliği lizimetre bölmelerinde yapılmıştır. Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü araştırma alanında yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Antalya'da yıllık ortalama sıcaklık 18.6°C, en soğuk ay 9.9°C ile Ocak, en sıcak ay ise 28.4°C ile Temmuz ayıdır. Yıllık ortalama bağıl nem %63.2, toplam yağış 1066.9 mm ve toplam buharlaşma 1826.5 mm'dir (Anonim 2015). Deneme alanına ilişkin uzun yıllık ortalama iklimsel değerler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Antalya iline ilişkin uzun yıllık ortalama iklimsel değerler

Aylar	İklim Ögeleri								
	Ort. Sıcaklık (°C)	Min. Sıcaklık (°C)	Mak. Sıcaklık (°C)	Rüzgâr Hızı (m sn <sup>-1</sup> )	Bağıl Nem (%)	Toplam Yağış (mm)	Buharlaşma (mm)	Güneşlenme Süresi (sa dak <sup>-1</sup> gün <sup>-1</sup> )	Güneşlenme Şiddeti (cal cm <sup>-2</sup> gün <sup>-1</sup> )
Ocak	9.9	6.0	14.9	3.5	65.5	236.3	70.7	5.2	195.4
Şubat	10.5	6.4	15.5	3.6	65.3	156.2	73.6	5.6	265.7
Mart	12.7	8.0	17.9	3.3	66.2	96.8	105.1	6.5	367.5
Nisan	16.2	11.2	21.3	3.0	67.6	52.5	127.9	8.1	449.4
Mayıs	20.5	15.1	25.6	2.6	66.6	31.5	172.9	10.6	531.1
Haziran	25.3	19.6	30.8	2.9	59.3	9.4	243.2	11.4	590.0
Temmuz	28.4	22.6	34.1	2.8	57.1	2.5	280.3	12.1	581.2
Ağustos	28.2	22.6	34.0	2.7	59.3	2.7	253.5	11.4	529.0
Eylül	24.8	19.3	31.0	2.8	59.1	14.5	203.4	10.0	450.7
Ekim	20.1	15.2	26.5	2.8	60.6	72.0	142.3	8.1	326.9
Kasım	15.1	10.7	21.2	2.9	64.6	131.4	85.3	6.3	224.9
Aralık	11.4	7.5	16.7	3.3	67.0	261.1	68.3	5.0	170.6
Ort./Top	18.6	13.7	24.1	3.0	63.2	1066.9	1826.5	8.4	390.2

### 3.1.2. Araştırmada kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri

Araştırma bölgesinin birçok yerinde profilin derin olmaması nedeniyle, seracılık traverten arazi üzerine 60 cm derinlikte serilmiş taşıma toprakta yapılmaktadır. O nedenle, çalışmanın yürütüldüğü lizimetreler, Aksu ovasından alınan bölgeyi temsil edecek özelliklere sahip, anılan derinlikte toprakla doldurulmuştur. Lizimetrelerin içindeki toprakların bünye (tekstür) sınıfı, %Kum, %Silt ve %Kil gibi toprak bünyesi bileşenleri Bouyoucus hidrometre yöntemiyle hesaplanarak toprak bünyesi üçgeninden belirlenmiştir (Gee ve Bauder 1986). Tarla kapasitesi su içeriği değeri laboratuvarında basınç tablasında toprağın 1/3 atmosfer basınç altında tutabildiği su miktarı, solma noktası su içeriği değeri ise 15 atmosfer basınç altında tutabildiği su miktarı olarak hesaplanmıştır (Klute 1986). Toprağın hacim ağırlığını belirlemek için silindir yöntemi kullanılmıştır (Blake ve Hartge 1965). Denemede kullanılan toprağın fiziksel özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Denemede kullanılan toprağın fiziksel özellikleri

Dane Büyüklük Dağılımı			Bünye	Tarla Kapasitesi, P <sub>w</sub> (%)	Solma Noktası, P <sub>w</sub> (%)	Hacim Ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> )
%Kum	%Silt	%Kil				
20.58	51.55	27.88	SiCL	30.8	14.1	1.38

Denemede kullanılan toprak siltli killi tın bünyeye sahiptir.

Toprağın elektriksel iletkenliği (EC<sub>e</sub>) ve pH değeri saturasyon ekstraktında Hach HQ modeli pH ve elektriksel iletkenlik cihazları kullanılarak belirlenmiştir (Richards 1954). Kireç (Kalsimetrik), organik madde (modifiye Walkley Black-TS 8336), N (Kjeldahl), P (Olsen), K (A. Asetat-ICP), Ca ve Mg (EDTA-Titrasyon) analizleri ise hizmet alım yoluyla yapılmıştır. Denemede kullanılan toprağın kimyasal özellikleri Çizelge 3.3’te verilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Denemede kullanılan toprağın kimyasal özellikleri

pH	Kireç	Tuz (dS m <sup>-1</sup> )	Org. Mad. (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
8.1	31.4	0.137	0.9	0.192	3	91	3284	454

### 3.1.3. Araştırmanın yürütüldüğü sera ve lizimetre sisteminin özellikleri

Denemenin yürütüldüğü sera, yörede yaygın sera tipinde olup, sera teknolojisine ilişkin uygulamalar bölgede yaygın olduğu biçimde yapılmıştır. Sera plastik örtülü, ısıtmasız, gotik çatılı, yandan ve çatıdan doğal havalandırılmalı (havalandırma

açıklıklarının sera taban alanına oranı %32), çelik konstrüksiyonlu ve kuzey-güney yönlüdür.

Seranın genişliği 9.6 m, uzunluğu 25 m, yan duvar yüksekliği 4 m ve mahya yüksekliği 6 m'dir. Serada kullanılan örtü malzemesi ise 36 ay dayanımlı, 175 µm şeffaf UV + IR + EVA + AD katkıli polietilen (PE) özelliklerine sahiptir. Denemenin yürütüldüğü seranın dış görünümü Şekil 3.1'de verilmiştir.



**Şekil 3.1.** Denemenin yürütüldüğü seranın dış görünümü

Deneme, yarısı çim örtüsü ile kaplı plastik sera içinde, her biri farklı yönlerde konumlanmış domates bitkisi ve çim için üçer tekerrürlü olmak üzere toplam 6 adet drenaj tipi lizimetrede yürütülmüştür.

Lizimetre bölmeleri, 2.70×1.85 m boyutlarında ve 0.8 m derinliğinde betondan, tabanı drenajı kolaylaştırmak için eğimli ve üst kenarları toprakla aynı seviyede olmak üzere toprağa gömülü olacak şekilde yapılmıştır. Lizimetrelerin duvar ve taban beton kalınlıkları 15 cm olup yüzeyi su geçirmeyen malzeme ile kaplıdır. Lizimetrelerin tabanlarına 15 cm kalınlığında çakıl ve geçirimli net filtre materyali serildikten sonra üzerine 60 cm toprak doldurulmuştur. Lizimetrelerdeki 60 cm'lik toprak derinliği çim ve domates bitkisinin orta bünyeli topraktaki kök gelişimine uygundur (Orgaz vd. 2005; Fernandez vd. 2010). Tüm lizimetrelere aynı niteliklere sahip toprak, yaklaşık doğal hacim ağırlığı sağlanacak şekilde yerleştirilmiştir. Daha sonra sera inşa edilmiştir. Drene olabilecek suyun ölçülebilmesi için lizimetrelerin tabanından başlayıp sera dışındaki hendeğe açılan borulara su çıkış muslukları yerleştirilmiştir. Denemenin yürütüldüğü bitkiler ve çim için drenaj tipi lizimetrelerin görünümü ve konumları Şekil 3.2'de gösterildiği gibidir.



**Şekil 3.2.** Bitkilerin yetiştirildiği ve çim parsellerine ilişkin lizimetrelerin görünümü

### 3.1.4. Meteoroloji istasyonunun özellikleri

Deneme boyunca gerekli olan tüm iklimsel veriler sera içindeki otomatik meteoroloji istasyonu ile kaydedilmiştir. Sera içindeki meteoroloji istasyonu 1170071 No'lu TÜBİTAK 1001 Projesi kapsamında temin edilmiş olup tüm serayı temsil edecek uygun konuma kurulmuştur (Şekil 3.3). Bu otomatik meteoroloji istasyonunun üzerinde bulunan hava sıcaklığını, oransal nemi, solar radyasyonu, rüzgâr hızını (sera içindeki hava hızı çok düşük olduğundan, sonik anemometre kullanılmıştır) ve basıncı ölçen sensörler sayesinde kolaylıkla tüm iklimsel veriler otomatik olarak kaydedilmiştir.



**Şekil 3.3.** Sera içindeki iklimsel verileri kayıt altına alan otomatik meteoroloji istasyonu

Sera içinde ölçülen tüm iklimsel veriler ve bu verileri ölçmek için kullanılan sensörler Çizelge 3.4'te verilmiştir.

**Çizelge 3.4.** Sera içinde ölçülen iklimsel veriler ve ölçüm için kullanılan sensörler

İklimsel Parametre	Ölçüm Aletinin Genel İsmi	Ölçüm Sensörünün Modeli
Sıcaklık	Sıcaklık Ölçer	PT100 1/3 Class B (Pessl Instruments)
Bağıl Nem	Higrometre	ROTRONIC IN-1 (Pessl Instruments)
Basınç	Basınç Ölçer	MD514D (Pessl Instruments)
Rüzgâr	Sonik Anemometre	DS-2 (Decagon)
Solar Radyasyon	Piranometre	IM506D (Pessl Instruments)
Net Radyasyon	Net Radyometre	CNR4 (Kipp&Zonen)
Toprak Isı Akısı	Toprak Isı Akısı Ölçer	LP02 (Hukseflux)

### 3.1.5. Araştırmada kullanılan bitkisel materyaller

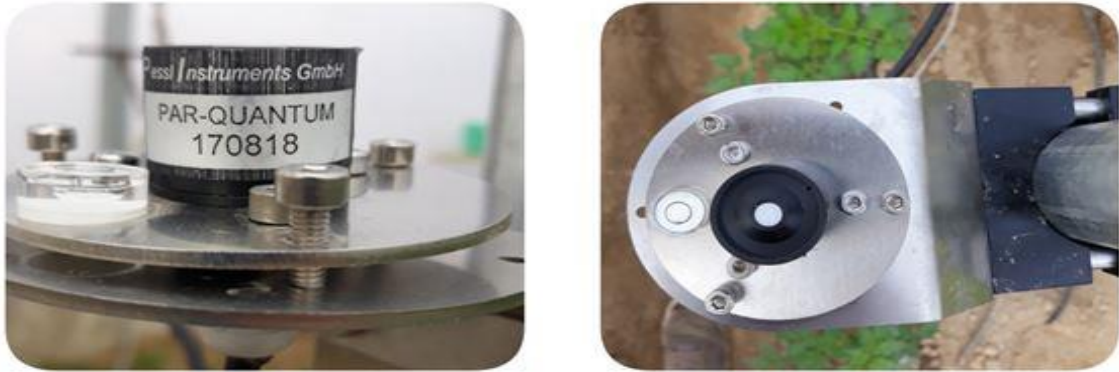
Sera zemini ve zemin alanı içinde yer alan 3 adet çim lizimetresi, bölgeye iyi uyum sağlamış çok yıllık bir çim olan Bermudagrass 419/Tifway Sport (*Cynodon dactylon* L.) ile kaplıdır. Çim lizimetrelerindeki ve sera zeminindeki çim, düzenli olarak biçilerek 8-15 cm boyunda tutulmuştur (Allen vd. 1998). Diğer 3 lizimetrede ise domates bitkileri yetiştirilmiştir. Denemede domates çeşidi olarak bölgede yaygın olarak yetiştirilen Anıt F1 domates çeşidi kullanılmıştır. Anıt F1 domates çeşidi, güz ve bahar dönemi yetiştiriciliğine uygun; sarı yaprak kıvrıcıklığı virüsü (TYLCV), domates benekli solgunluk virüsü (TSWV), fusarium solgunluğu (For-F.radici) ve nematod (Ma, Mi, Mj) gibi virüs ve hastalıklara dayanımı ve verimi yüksek, meyve kalitesi iyi, meyveleri hafif basık ve 200-220 g ağırlığında olan bir domates çeşididir.

### 3.1.6. Toprak su içeriğinin izlenmesinde kullanılan cihaz

Deneme süresince toprak su içeriği FDR özellikli Drill & Drop toprak nem sensörü kullanılarak izlenmiştir. Söz konusu cihaz; parsel içine yerleştirilen prob üzerine, istenilen derinliğe kadar, 10 cm aralıklarla yerleştirilmiş sensörler aracılığı ile toprağın hacimsel su içeriğini mm cinsinden ölçebilen ve datalogger veya bilgisayara bağlanabilen özelliğe sahiptir.

### 3.1.7. Fotosentetik aktif radyasyon (PAR) ölçümünde kullanılan cihaz

Deneme süresince PAR değerlerini ölçmek için serada mevcut datalogger'a bağlanabilen nitelikte 3 adet IM5079D (Pessl Instruments) PAR quantum sensöründen (Şekil 3.4) yararlanılmıştır.



Şekil 3.4. PAR quantum sensörü

### 3.1.8. Araştırmada kullanılan sulama suyunun özellikleri

Sulama suyu Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde bulunan pompaj sisteminden sağlanmıştır. Bazı özellikleri Çizelge 3.5'de verilmiş olan sulama suyunun kalite sınıfı C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> olarak belirlenmiş olup, sulamaya uygundur.



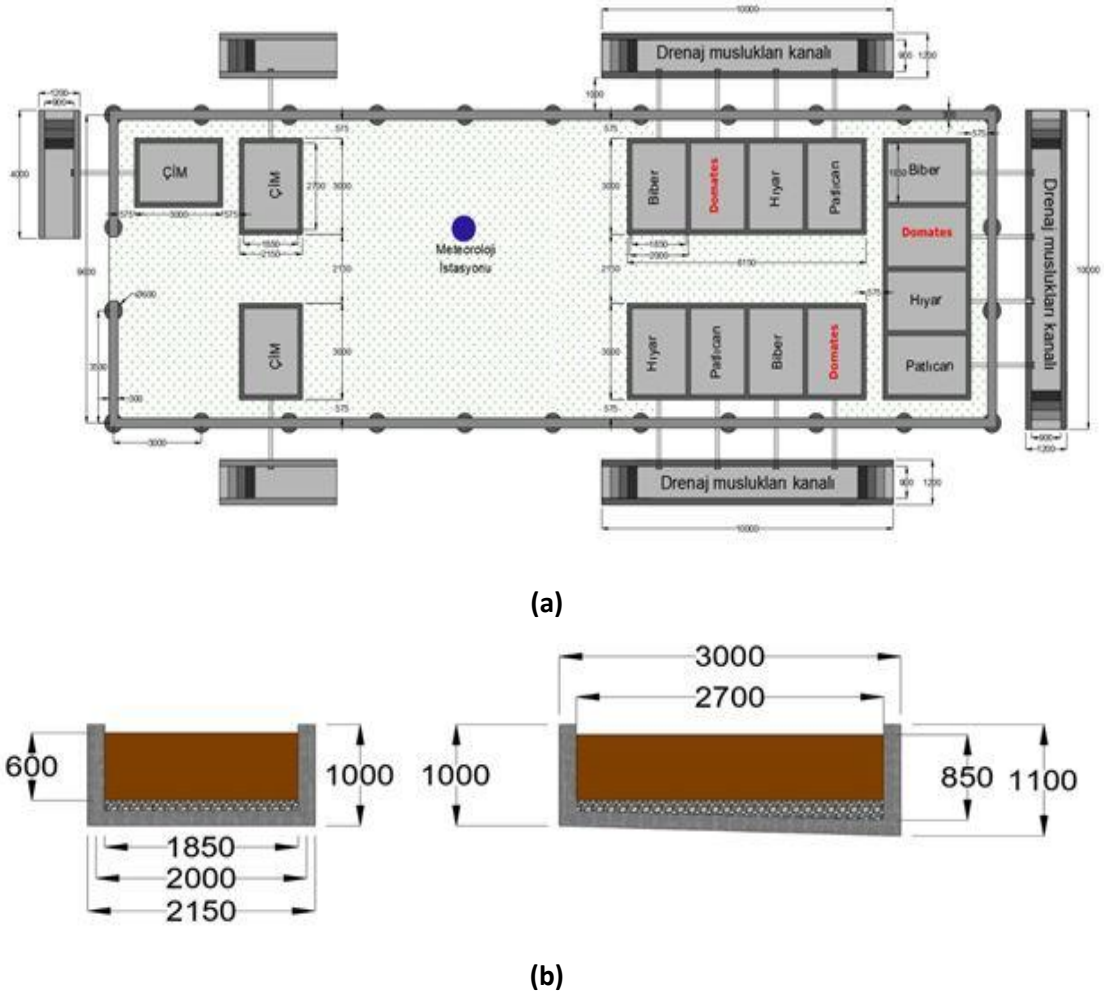
**Çizelge 3.5.** Araştırmada kullanılan sulama suyunun bazı özellikleri

EC (dS m <sup>-1</sup> )	pH	SAR	Katyonlar (me l <sup>-1</sup> )				Anyonlar (me l <sup>-1</sup> )				Kalite Sınıfı
			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	
0.443	7.35	0.55	0.87	0.05	2.85	2.07	0	4.91	0.52	0.41	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

### 3.2. Metot

#### 3.3.1. Deneme düzeni

Çim ve domates bitkilerinin yetiştirildiği lizimetreler, seranın farklı yönleri doğrultusunda üç tekerrürlü olarak konumlandırılmışlardır (Şekil 3.5).



**Şekil 3.5. a)** Deneme serası ve lizimetrelerin görünümü **b)** Lizimetre boyutları

#### 3.3.2. Tarım tekniği ve kültürel işlemler

Denemede domates fideleri seraya 24 Şubat tarihinde, 60×50 cm sıra arası ve sıra üzeri olacak şekilde her bir parselde 15 adet olmak üzere dikilmiştir. Dikim sonrası

yetiştirme dönemi boyunca her domates bitkisi için gerekli kültürel işlemler (ipe alma, koltuk alma, dolama vb.), gübreleme ve ilaçlama uygulanmıştır. Bitkilerin gelişimini devam ettireceği ana dalın belirlenmesi ve gelişimlerini bu ana dal üzerinde devam ettirmesi, bitkilerin ışık, su ve beslenme kaynaklarından daha iyi faydalanmalarını sağlamaktadır (Mendoza-Pérez vd. 2017). Bu nedenle düzenli biçimde domates bitkisi kontrol edilerek koltuk sürgünleri alınmıştır.

Denemede tek bir ana dal üzerinde yetiştirilen domates bitkilerinin boyları 40 cm'ye ulaştığında ipe alma işlemi başlatılmıştır. Bitki gövdesi yetiştirme döneminin sonuna kadar düzenli aralıklarla gözlenerek bu ipe dolanmıştır. Tüm domates bitkilerinin 8. döllerinden itibaren tepeleri alınmıştır.

Domates bitkisinde yaprak budama işlemi Ildır ve Aktaş (2018) tarafından önerildiği biçimde; 1. meyve salkımı kızardığında 3. meyve salkımına kadar olan iki ara yapraktan üstte bulunan yaprağın alınıp, salkımların karşısındaki yapraklara karışılmamıştır. Daha sonra 2. meyve salkımı kızarmaya başladığında ise 4. meyve salkımına kadar aynı işlem uygulanmış ve üst meyve salkımları için de aynı uygulama işlemi gerçekleştirilmiştir. Hasadı bitmiş olan meyve salkımının altındaki yaprakların tamamı alınmıştır.

Domates bitkilerini hastalık ve zararlılardan korumak için düzenli aralıklarla bitkiler kontrol edilerek gerekli durumlarda ilaçlama işlemine başvurulmuştur. Örtüaltı yetiştiricilikte yaygın olarak görülen beyaz sinek, yaprak galeri sinekleri, thrips ve yaprak bitleri gibi birçok zararlı böcek türlerinden bitkileri korumak ve ilaçsız mücadele yapmak amacıyla da bitkilerin yetiştirildiği tüm lizimetre parsellerine sarı yapışkan tuzaklar yerleştirilmiştir.

Üründe kaliteyi artırmasıyla bilinen, bitkilerin çiçeklerinde tozlaşma ve dölleme işleminde kolaylık sağlayan Bombus arısı kovanı seranın uygun yerine yerleştirilmiştir.

Bölgedeki yetiştiricilerin uyguladıkları biçimde domates bitkilerini güneş zararından korumak ve serinletmek amacıyla 11.05.2020 tarihinde plastik dış örtüye kalsiyum karbonat püskürtülerek gölgeleme yapılmıştır (Şekil 3.6). Deneme, bitkiler üzerindeki son meyveler hasat edilerek, 29.06.2020 günü sonlandırılmıştır.



**Şekil 3.6.** Gölge tozu uygulaması

### 3.3.3. Toprak su içeriğinin izlenmesi

Toprak su içeriğinin izlenmesinde denemede kullanılan toprak için kalibrasyonu yapılan Drill & Drop Nem (Sentek, Avustralya) Sensörleri kullanılmıştır. Anılan sensörler seranın batı ve doğu yönündeki domates ve çim lizimetrelerine (2 tekerrürlü) yerleştirilmiştir. Sensörler domates parsellerinde damlatıcıların ıslatma alanı içinde lateral yanında damlatıcıdan 10 cm uzağa ve bitki sıra aralarındaki kuru alana iki lateral arasındaki orta noktaya (Şekil 3.7), çim parsellerinde ise iki damlatıcı arasına, damlatıcıdan 10 cm uzağa yerleştirilmiş ve 60 cm derinliğe kadar toprağın her 10 cm'sindeki su içeriği her gün izlenmiştir. Ayrıca, dikim ve hasat tarihlerinde tüm lizimetrelerde, haftalık olarak da deneme süresince kontrol için gravimetrik yöntemle toprak su içeriği saptanmıştır.



Şekil 3.7. Denemede kullanılan Drill & Drop Nem Sensörlerinin parsel içindeki konumu

### 3.3.4. Sulama ve gübreleme yöntemi

Domates yüzeyüstü damla sulama sistemiyle, çim lizimetreleri ve sera zeminindeki çim alan ise yüzeyaltı damla sulama sistemiyle sulanmıştır. Domates bitkisinin yetiştirildiği lizimetre parsellerine giden damla sulama hattı ve çim parsellerine giden ve sera zeminini sulayan yüzeyaltı damla sulama hatları ayrı vanalar ile kontrol edilmiştir. Damla sulama sistemi kontrol birimi, yan boru hattı, su dağıtım boruları ve lateraller üzerindeki damlatıcılardan oluşmaktadır. Her bitki sırasına bir lateral hattı yerleştirilmiştir. Sulamada, ıslatılan alan oranı en az %35 olacak biçimde  $2 \text{ L h}^{-1}$  debili, 20 cm aralıklı, kendinden basınç düzenleyicili damlatıcıları olan lateral borular kullanılmıştır (Karmeli ve Keller 1975; Goldberg vd. 1976; Yıldırım 2003). Çim ekili lizimetrelerdeki ve çim alandaki damlatıcılar, ıslatılan alan %100 olacak biçimde düzenlenmiştir. Fide dikimden önce 0-60 cm'lik profildeki toprak nemi tarla kapasitesine getirilmiştir.

Gübreleme programının iyi bir şekilde planlanması amacıyla deneme başlamadan önce toprak analizi yapılmıştır (Çizelge 3.3). Elde edilen toprak analizlerinin sonucu ve bitkilerin gelişme durumu göz önünde bulundurularak fertigasyon yolu ile gübreleme işlemi yapılmıştır. Domates bitkilerine büyüme mevsimi süresince uygulanan gübreler ve dozları Çizelge 3.6'da verilmiştir.

**Çizelge 3.6.** Domates bitkisine uygulanan gübreler ve dozları

Gübre Uygulama Tarihleri	Uygulanan Gübreler ve Dozları				
	18 18 18 (g m <sup>-2</sup> )	16 8 24 (g m <sup>-2</sup> )	25 5 5 (g m <sup>-2</sup> )	Vitomas Plus (cc m <sup>-2</sup> )	Fetrilon Combi 2 (cc m <sup>-2</sup> )
04..03.2020	2.79			0.67	2.50
12.03.2020	3.98		0.99	0.67	2.50
19.03.2020	6.06		1.51	0.67	2.50
25.03.2020	6.09		1.53	0.67	2.50
1.04.2020	6.41		1.60	0.67	2.50
8.04.2020	10.87		2.72	0.67	2.50
15.04.2020	10.11		2.53	0.67	2.50
21.04.2020		20.20		0.67	2.50
29.04.2020		12.30	6.17	0.67	2.50
6.05.2020		11.50	5.74	0.67	2.50
12.05.2020		15.47	7.73	0.67	2.50
19.05.2020		10.87	5.43		2.50
23.05.2020		2.67	1.34		2.50
27.05.2020		24.77			2.50
30.05.2020		3.09			2.50
3.06.2020	2.84	22.71			2.50
6.06.2020	0.53	4.24			2.50
10.06.2020		36.13			2.50
16.06.2020	3.56	28.47			2.50
20.06.2020	0.47	3.77			2.50

### 3.3.5. Sulama zamanı ve uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesi

Çim ve domates bitkisinin yetiştirildiği lizimetrelerde sulamalar, 60 cm'lik profil derinliğindeki kullanılabilir suyun %20'si tüketildiğinde, eksik su tarla kapasitesine getirilecek şekilde su uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Böylece, mevsim boyunca toprak nemi tarla kapasitesi civarında tutularak, bitkilerin su eksikliği nedeniyle strese kalmadığı ve kontrolsüz buharlaşmaya yol açabilecek yanıl hareketin minimize edildiği biçimde bir sulama yapılmıştır.

Deneme lizimetrelerine uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$IR = \frac{Pv(TK) - Pv(MN)}{100} \times D_t \times A_s \times P_t \quad (3.1)$$

Eşitlikteki IR, uygulanan su miktarı (L);  $P_{v(TK)}$ , hacim yüzdesi cinsinden toprağın tarla kapasitesi değeri (%);  $P_{v(MN)}$ , hacim yüzdesi cinsinden toprakta ölçülen nem değeri (%);  $D_1$ , ıslatılan toprak derinliği (mm);  $A_s$ , sulanan alan ( $m^2$ );  $P_1$ , ıslatılan alan oranı (%) olarak ifade edilmektedir.

Sera zemininde çimle kaplı alana da çim ekili lizimetrelerle uygulanan kadar su verilmiştir.

### 3.3.6. Kıyas ve gerçek bitki su tüketimi değerlerinin belirlenmesi

Çim yetiştirilen lizimetrelerdeki  $ET_o$  ve domates bitkisinin yetiştirildiği lizimetrelerdeki  $ET_c$  değerleri, aşağıdaki su dengesi eşitliği ile haftalık olarak belirlenmiştir (Orgaz vd. 2005; Fernandez vd. 2010).

$$ET_o \text{ veya } ET_c = (SWC_{t0} - SWC_{t1}) + IR - D \quad (3.2)$$

Eşitlikteki  $ET_o$ , iki ölçüm tarihi arasında ölçülen kıyas bitki su tüketimi (mm);  $ET_c$ , iki ölçüm tarihi arasında ölçülen gerçek bitki su tüketimi (mm);  $SWC_{t0} - SWC_{t1}$ , iki ölçüm tarihi arasında toprağın su içeriğindeki değişimi (mm); IR, uygulanan su miktarı (L); D, söz konusu periyotta biriken drenaj suyunun toplam miktarı (mm) olarak ifade edilmektedir.

Sulama suyu, hacme dönüştürüldükten sonra su sayacından geçirilerek ölçülü biçimde uygulanmıştır. Lizimetrelerden çıkan drenaj suyu günlük olarak biriktirilmiş ve ölçülmüştür. Seranın farklı yönlerine yerleştirilmiş lizimetrelerde ölçülen  $ET_o$ ,  $ET_c$  değerleri ile domatesten elde edilen verim miktarlarının ortalamaları kullanılmıştır. Ortalama günlük  $ET_o$  ve  $ET_c$  değerleri haftalık ölçümlerden hesaplanmıştır.

### 3.3.7. Bitki katsayısı değerinin belirlenmesi

Domates bitkisinin deneysel bitki katsayısı ( $K_c$ ) değeri ölçülen  $ET_o$  ve  $ET_c$  değerlerinden yararlanılarak, haftalık periyotlar için aşağıdaki ilişkiyle hesaplanmıştır (Doorenbos ve Pruitt 1977; Allen vd. 1998).

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (3.3)$$

Eşitlikteki  $K_c$ , bitki katsayısı;  $ET_c$ , ölçülen gerçek bitki su tüketimi (mm);  $ET_o$ , ölçülen kıyas bitki su tüketimi (mm) olarak ifade edilmektedir.

### 3.3.8. Yaprak alanı indeksinin belirlenmesi

Önceki çalışmalar, yaprak alan indeksi (LAI) değerleri ile  $K_c$  arasında;  $K_c$  değerlerini yorumlamayı kolaylaştıran ilişkiler olduğunu ortaya koyduğundan (Lazzara ve Rana 2010) çalışmada, domates için  $K_c$  ile LAI ilişkisi de araştırılmıştır. Yaprak alanını (LA) ve yaprak alan indeksini (LAI) belirlemek amacıyla her bir domates parselinden 3 bitki olmak üzere toplamda 9 bitki işaretlenmiştir. Denemenin başlangıcından bitimine kadar, 14 gün ara ile işaretlenen bitkilerin yaprak sayıları (n), yaprak uzunlukları (L) ve yaprak genişlikleri (W) ölçülmüştür. Yaprak uzunluğunun ve yaprak genişliğinin seçilen bitkiyi temsil etmesi için işaretlenen her bitkiden genç, orta ve yaşlı yaprak olmak üzere 3 tane yaprak seçilerek bu yaprakların uzunlukları ve genişlikleri şerit metre ile ölçülmüştür. Ölçülen bu değerler kullanılarak ilk önce Karaca (2020) tarafından aynı koşullarda geliştirilen Eşitlik 3.5 ile ortalama yaprak alanı ( $Y_a$ ) daha sonra Eşitlik 3.6 yardımıyla da yaprak alan indeksi (LAI) değeri belirlenmiştir.

$$LA = a + bLW \quad (3.4)$$

$$LAI = \frac{n Y_a}{A} \quad (3.5)$$

Eşitliklerdeki LA, yaprak alanı ( $m^2$ ); a ve b, domates bitkisine özgü katsayı (Karaca 2020); L, yaprak uzunluğu (cm); W, yaprak genişliği (cm); LAI, yaprak alan indeksi; n, yaprak sayısı;  $Y_a$ , ortalama yaprak alanı ( $m^2$ ); A, birim alanı ( $m^2$ ) olarak ifade edilmektedir.

### 3.3.9. Bitki boyunun belirlenmesi

Deneme boyunca domates bitkilerinin boylarındaki değişimlerinin izlenmesi amacıyla, her bir parselden seçilen bitkilerin bitki boyu ölçümleri 14 gün ara ile yapılmıştır. Bitki boyları, bitkilerin kök boğazından tepe noktalarına olan mesafe şerit metre yardımıyla ölçülmüştür.

### 3.3.10. Fotosentetik aktif radyasyonun (PAR) belirlenmesi

Farklı gelişme dönemlerinde haftalık olarak belirlenen  $K_c$  değerleriyle PAR miktarı arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla deneme süresince PAR değerleri, domates parselinin tam ortasına çakılmış bir çelik boru kullanılarak 3 farklı yüksekliğe yerleştirilen PAR sensörleriyle ölçülmüştür. Ayrıca, 3 adet PAR sensörünün arkasına sensörleri engellemeyecek şekilde ve her zaman PAR sensörleriyle aynı yükseklikte olacak şekilde 3 adet sıcaklık-nem ölçüm sensörü (175H1, Testo) yerleştirilmiştir. Birinci (alt) sensörler, domates bitkisinin tüm büyüme dönemi boyunca toprak yüzeyinden 20 cm yüksekliğine sabitlenerek bitkinin alt noktasını temsil etmesi için konumlandırılmıştır. İkinci (orta) ve üçüncü (üst) sensörler ise bitkinin orta ve üst noktalarını temsil edecek şekilde konumlandırılmış olup yükseklikleri her hafta bitki boyuna göre ayarlanmıştır. Sensörler bitki boyu 100 cm'ye ulaşana kadar iki yüksekliğe (alt ve üst) sonraki günlerde üç yüksekliğe (alt, orta ve üst) konularak PAR, sıcaklık ve bağıl nem değerleri ölçülmüştür. (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. PAR quantum ve sıcaklık-nem ölçüm sensörlerinin konumlarının görünümü

### 3.3.11. Hasat

Deneme boyunca standart bir hasat tarihi belirlenmemiştir. Domates bitkileri günlük olarak gözlenmiş, olgunlaşan ve kızaran meyveler bitkiden koparılmıştır. Domates meyvesinin olgunlaşmış ve hasat edilmiş görüntüleri Şekil 3.9’da verilmiştir.



Şekil 3.9. Domates meyvesinin olgunlaşmış ve hasat edilmiş görüntüsü

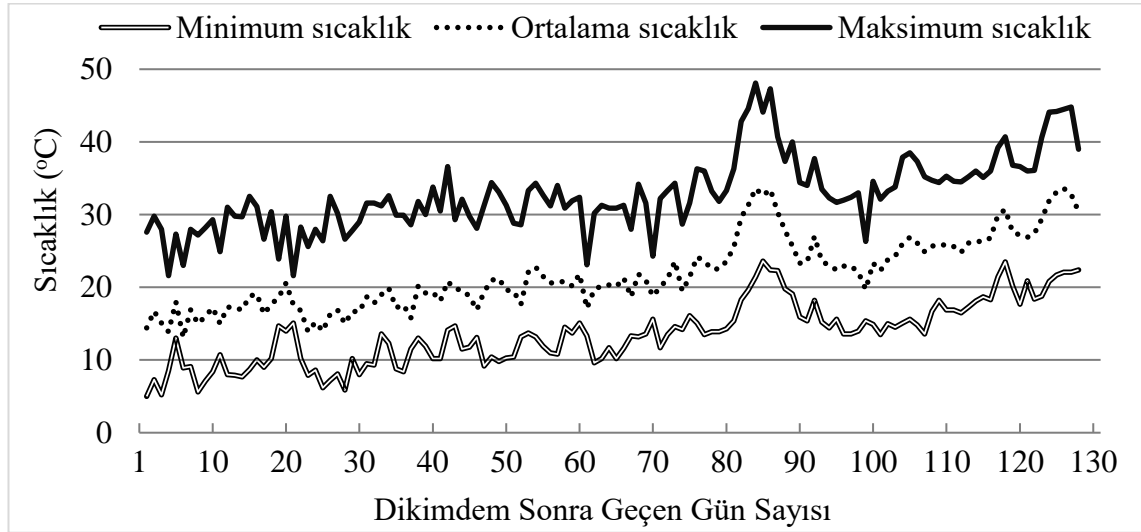
#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

##### 4.1. İklimsel Değerlere İlişkin Bulgular

##### 4.1.1. Sıcaklık (T)

##### 4.1.1.1. Sera içi sıcaklık değerleri

Deneme boyunca sera içinde ölçülen minimum sıcaklık ( $T_{\min}$ ), ortalama sıcaklık ( $T_{\text{ort}}$ ) ve maksimum sıcaklık ( $T_{\text{mak}}$ ) değerleri Ek. 1’de, ölçülen değerlerin mevsim içindeki dağılımı ise Şekil 4.1’de verilmiştir.



**Şekil 4.1.** Deneme boyunca sera içinde ölçülen minimum sıcaklık ( $T_{\min}$ ), ortalama sıcaklık ( $T_{\text{ort}}$ ) ve maksimum sıcaklık ( $T_{\text{mak}}$ ) değerleri

Yetiştirme dönemi boyunca sera içindeki günlük ortalama minimum sıcaklık değerinin en az 5 °C'ye düştüğü ve sera içindeki günlük ortalama minimum sıcaklık değerinin ise 13.6°C olduğu saptanmıştır. Ayrıca sera içi ortalama sıcaklık değerinin 21.8 °C olduğu ölçülmüştür. Sera içindeki maksimum sıcaklık değeri ise en düşük 21.6°C ile en yüksek 48.1 °C arasında değişmiştir. Ortalama maksimum sıcaklık değeri ise 32.7 °C'dir (Şekil 4.1).

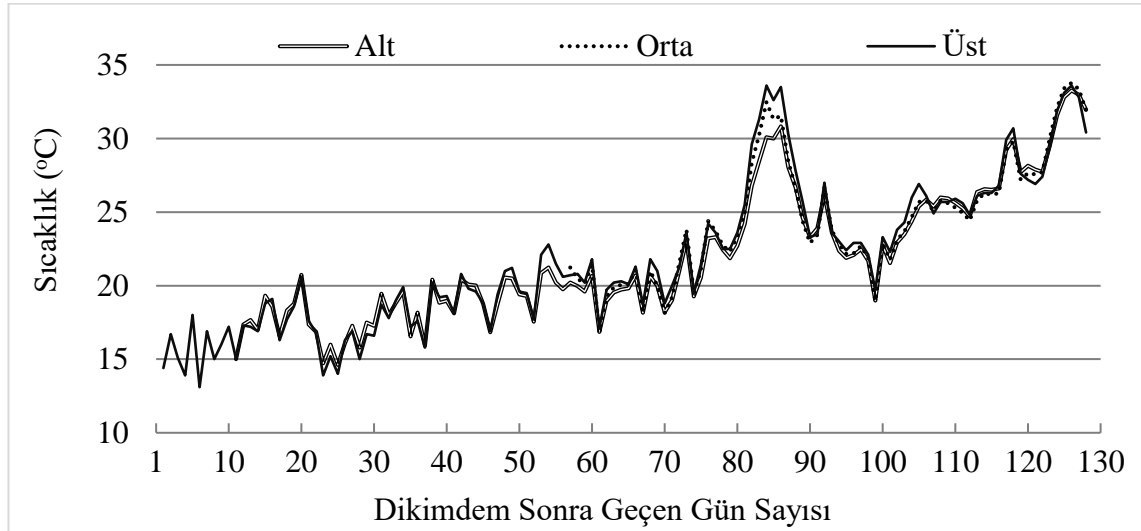
Domates bitkisinin sıcaklığı sevdiği ve soğuklardan çok fazla etkilendiği bilinmektedir. Yetiştirildiği dönem süresinde -2 ve -3 °C'lere düştüğünde bitki donarak ölebileceği rapor edilmiştir. (MEGEP 2008). Domatesin en iyi geliştiği ortama sıcaklık değerinin ise 18 ile 25 °C arasında olduğu bildirilmiştir (MEGEP 2008; Kandemir vd. 2016; Kesici ve Aras 2016). Ayrıca sera içi maksimum sıcaklığının 32 °C'nin üzerinde olmaması gerektiği ve bu sıcaklığının üzerine çıktığında bitkilerin strese maruz kaldığı belirtilmiştir (MEGEP 2008; Baytorun ve Zaimoğlu 2018). Bu çalışmada farklı günlerde sera içinde ölçülen maksimum sıcaklık değerleri 32 °C'nin üzerine çıktığı görülse de (Şekil 4.1) maksimum ortalama sıcaklık değerinin 32.7 °C olduğu belirlenmiştir. Brezilya'da sera koşullarında yetiştirilen domates bitkisinin sera içi maksimum sıcaklığının 41.3 °C'ye ulaştığını bildirilmiştir (Pires vd. 2011). İtalya'nın Viterbo şehrinde yapılan bir çalışmada ise havalandırma sistemine sahip plastik sera



içindeki maksimum hava sıcaklığının 37.5 °C olduğu saptanmıştır (Rouphael ve Colla 2004). Çalışmada elde edilen bulgulara göre, diğer çalışmalardaki bulgulara (Baille vd., 2001; Titiz 2004) paralel olarak Akdeniz bölgesinde yaygın düşük teknoloji seralarda Mayıs Haziran aylarında kısmen optimumun üzerinde sıcaklık değerlerinin gerçekleştiği, doğal havalandırmanın aşırı enerjiyi azaltmada yeterli olmadığı sonucuna ulaşılabilir. Bu konu ile ilişkili, minimum %25 olarak önerilen (Emekli vd. 2007) sera havalandırma açıklıklarının taban alanına oranı değerinin, Antalya yöresinde özellikle ilkbahar ve geç ilkbahar dönemi yetiştiriciliği yapılan seralarda daha yüksek olması gerektiği de söylenebilir.

#### 4.1.1.2. Bitki taçında farklı yüksekliklerdeki sıcaklık değerleri

Deneme boyunca domates bitkisinin taçında farklı yüksekliklerde ölçülen alt sıcaklık ( $T_{alt}$ ), orta sıcaklık ( $T_{orta}$ ) ve üst sıcaklık ( $T_{üst}$ ) değerleri Ek. 2'de, ölçülen değerlerin mevsim içindeki dağılımı ise Şekil 4.2'de verilmiştir.



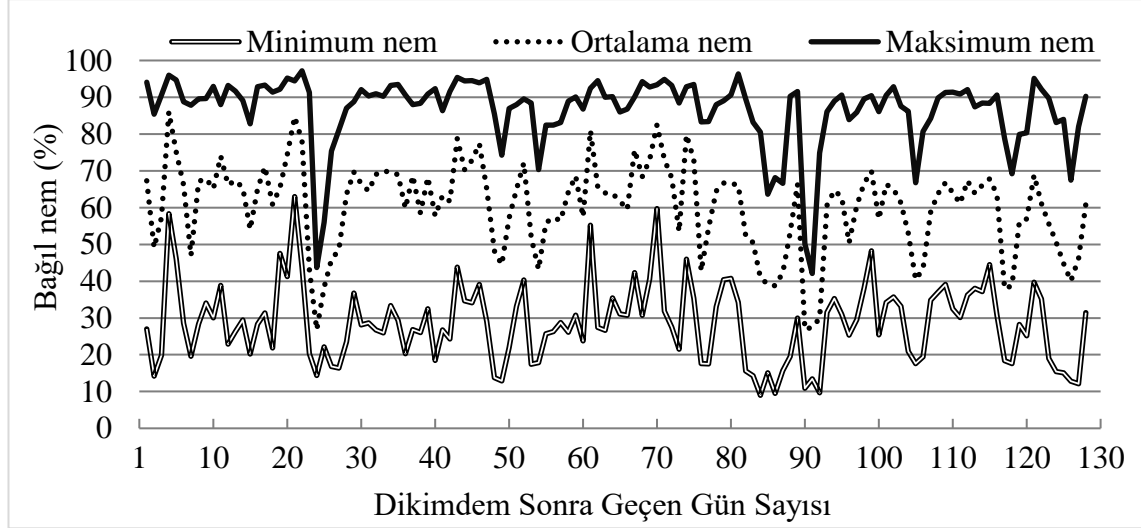
Şekil 4.2. Deneme boyunca bitkinin farklı yüksekliklerinden ölçülen sıcaklık değerleri

Şekil 4.2 incelendiğinde, yetiştirme dönemi boyunca domates bitkisinin alt, orta ve üst yüksekliklerinde ölçülen sıcaklık değerlerinin sırasıyla 14.6-33.3 °C, 17.0-33.8 °C ve 13.1-33.6 °C arasında değiştiği, farklı yüksekliklerde ölçülen sıcaklık değerleri arasında çok büyük farklar olmadığı, ancak orta yükseklikte bir miktar daha yüksek değerlerin ölçüldüğü görülmektedir. Orta sensörden ölçülen sıcak değerinin görece olarak yüksek olmasının nedeninin yaprak budamasından sonraki günlerde alta göre güneşlenmedeki farktan, üste göre ise yaprak yoğunluğundaki farktan kaynaklandığı söylenebilir. Waggoner ve Shaw (1952), patates ve domates üzerinde yaptıkları bir çalışmada, bitkinin alt yaprakları ile üst yaprakları arasında sıcaklık farkının olduğunu bildirmişlerdir. Hıyar bitkisinde benzer sonuçlara ulaşan Yang vd. (1990), 2 metre yüksekliğe ulaşmış hıyar bitkisinin maksimum yaprak sıcaklığının üst yapraklarda olduğunu, gün içerisinde üst yapraklarda oluşan yüksek terleme nedeniyle sıcaklığın düştüğünü ve orta yapraklarında yani bitki yaprak gölgesi altında kalan bölgelerde sıcaklığın daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

#### 4.1.2. Bağıl nem (RH)

##### 4.1.2.1. Sera içi bağıl nem değerleri

Deneme boyunca sera içinde ölçülen minimum bağıl nem ( $RH_{min}$ ), ortalama bağıl nem ( $RH_{ort}$ ) ve maksimum bağıl nem ( $RH_{mak}$ ) değerleri Ek. 1’de, ölçülen değerlerin mevsim içindeki dağılımı Şekil 4.3’te verilmiştir.



**Şekil 4.3.** Deneme boyunca sera içinde ölçülen minimum bağıl nem ( $RH_{min}$ ), ortalama bağıl nem ( $RH_{ort}$ ) ve maksimum bağıl nem ( $RH_{mak}$ ) değerleri

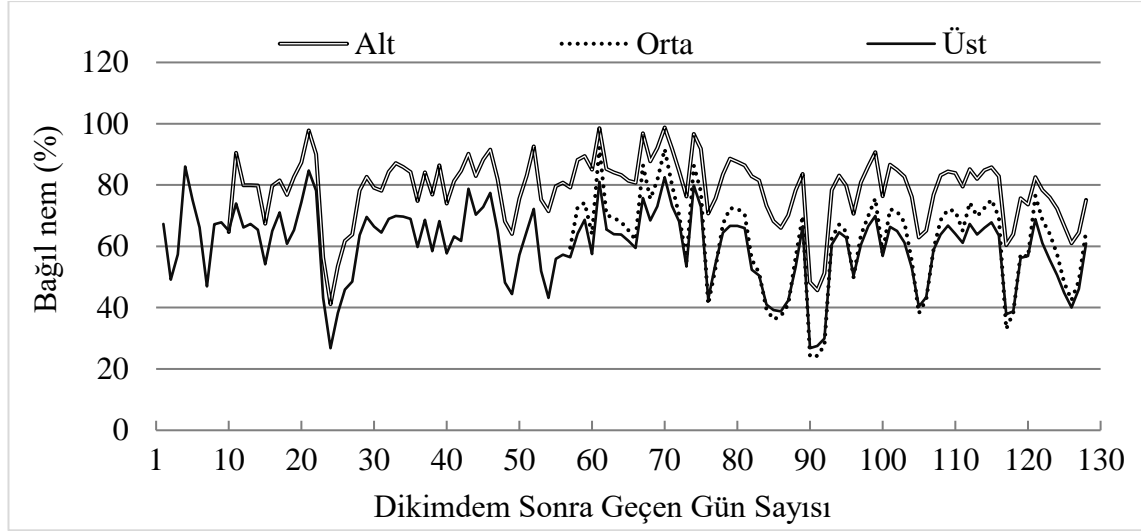
Şekil 4.3’te görüleceği üzere yetiştirme dönemi boyunca sera içinde ölçülen en düşük bağıl nem değeri %9, en yüksek bağıl nem değeri %97.2 ve ortalama bağıl nem değeri ise %58.5 olarak saptanmıştır.

Sera içindeki bağıl nem ve diğer tüm iklimsel parametreler, sera içindeki rüzgâr hızından ve seranın havalandırma koşullarından etkilenmektedir (Ould Khaoua vd. 2006). Rabbi vd. (2019), örtüaltı domates yetiştiriciliğinde, domates bitkisinin optimum nem istediğinin %50 ile %60 arasında olduğunu ayrıca düşük bağıl nemin, bitki su tüketimini (ET) arttırdığını belirtmişlerdir. Bazı araştırmacılar ise gün batımından hemen sonra meydana gelen sera içindeki sıcaklığın azalmasıyla birlikte sera içindeki bağıl nemin arttığını bildirmişlerdir (Taki vd. 2018; Karaca 2020). Örtüaltı domates yetiştiriciliğinde yüksek bağıl nemden kaynaklanan yaprak hastalıkları ve meyve çürümesi gibi sorunları azaltmak için yaprak budaması yaygın olarak yapılmaktadır (İldir ve Aktaş 2018).

Araştırma bulgularına göre, sera içinde ortalama bağıl nem değerinin domates yetiştiriciliğinde istenen sınırlar içinde kalmakla birlikte büyüme mevsiminin büyük bir bölümünde serada nemin optimumun üzerinde olduğu sonucuna ulaşılabilir (Şekil 4.3). Düşük teknoloji Akdeniz tipi plastik seralarda bu durumun yaygın olduğu ifade edilmiştir (Baille vd. 2001; Titiz 2004).

#### 4.1.2.2. Bitki taçında farklı yüksekliklerdeki (bağıl) nem değerleri

Deneme boyunca domates bitkisinin taçında farklı yüksekliklerde ölçülen alt bağıl nem ( $RH_{alt}$ ), orta bağıl nem ( $RH_{orta}$ ) ve üst bağıl nem ( $RH_{üst}$ ) değerleri Ek. 2’de, ölçülen değerlerin mevsim içindeki dağılımı Şekil 4.4’te verilmiştir.



**Şekil 4.4.** Deneme boyunca bitkinin farklı yüksekliklerinden ölçülen nem değerleri

Şekil 4.4’te görüleceği üzere yetiştirme dönemi boyunca domates bitkisinin farklı yüksekliklerinde ölçülen ortalama alt bağıl nem değeri %78.8, ortalama orta bağıl nem değeri %61.8 ve üst bağıl nem değeri ise %60.3 olarak saptanmıştır. Görüleceği üzere sera içinde bitki boyunun alt seviyelerinden yukarı çıkıldıkça bağıl nem değeri azalma göstermiştir. Bu da, alt seviyelerde havalandırma açıklıklarının etkisinin daha az olması ile açıklanabilir. Dolayısıyla, alt seviyelerde başlangıçta daha yoğun olan yaprak adedinin budama ile azaltılması da olumlu bir uygulama olmaktadır.

Çolak (2002), Muğla’da ısıtılmayan bir cam serada yaptığı bir araştırmada, sera içindeki bağıl nem değerinin bitki sıklığının yoğun olduğu blok merkezinde ve toprak seviyesinde %90’a kadar yükseldiğini bildirmiştir.

#### 4.1.3. Ortalama rüzgâr hızı (u)

Deneme boyunca sera içinde ölçülen ortalama rüzgâr hızı (u) değerleri Ek. 1’de, ölçülen değerlerin mevsim içindeki dağılımı Şekil 4.5’te verilmiştir.



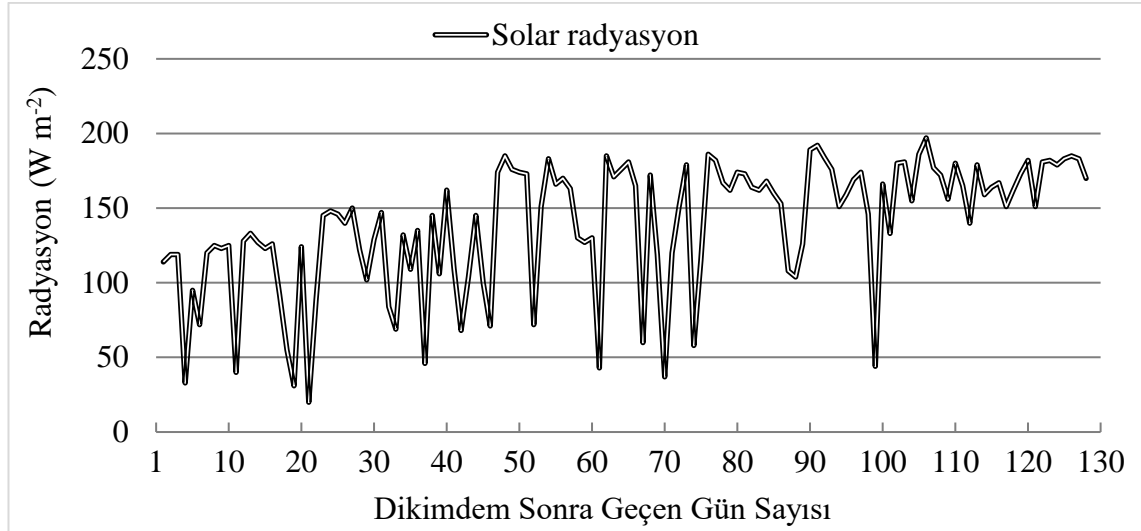
**Şekil 4.5.** Deneme boyunca sera içinde ölçülen ortalama rüzgâr hızı (u) değerleri

Sera içinde deneme boyunca ölçülen ortalama rüzgâr hızı değerinin 0.1 ile 0.5 m s<sup>-1</sup> arasında değiştiği saptanmıştır (Şekil 4.5).

Belçika'nın Flaman bölgesinde bulunan Gent üniversitesinde yapılan bir çalışmada, sera içindeki ortalama rüzgâr hızının 0.02 m s<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir (Zhang ve Lemeur 1992). Karaca (2020), havalandırma sistemine sahip olmayan düşük teknolojili Akdeniz tipi seralarda güz ve bahar dönemlerinde sera içindeki ortalama rüzgâr hızının sera dışına göre daha az olduğunu belirtmiştir. Çin'de yapılan çalışmada ise aynı şekilde sera içindeki ortalama rüzgâr hızının, sera dışına göre daha düşük olduğunu hatta 0'a çok yakın olduğunu belirtmişlerdir (Yan vd. 2018). Görüleceği üzere elde edilen bulgular önceki çalışmalardaki bulgular ile benzerdir.

#### 4.1.4. Solar radyasyon (R<sub>s</sub>)

Deneme boyunca sera içinde ölçülen solar radyasyon (R<sub>s</sub>) değerleri Ek. 1'de, ölçülen değerlerin mevsim içindeki dağılımı Şekil 4.6'da verilmiştir.



**Şekil 4.6.** Deneme boyunca sera içinde ölçülen solar radyasyon (R<sub>s</sub>) değerleri

Şekil 4.6 incelendiğinde sera yetiştirme dönemi boyunca ölçülen sera içindeki en düşük solar radyasyon değerinin  $20 \text{ W m}^{-2}$ , en yüksek solar radyasyon değerinin  $197 \text{ W m}^{-2}$  ve ortalama solar radyasyon değerinin ise  $138.5 \text{ W m}^{-2}$  olduğu görülmektedir. Dikimden sonraki 78. günde (11.05.2020 günü) bölgedeki genel uygulamaya uygun olarak seranın plastik örtüsü üzerine kireçli su püskürtülerek gölge tozu uygulaması yapılmıştır (Şekil 3.6). Yapılan gölge tozu uygulamasıyla haftalık ortalama solar radyasyon değerindeki artma trendi yavaşlamıştır (Şekil 4.6).

Karaca (2020), aynı bölgede yaptığı çalışmada, bahar döneminde sera içindeki ortalama solar radyasyon değerinin  $142 \text{ W m}^{-2}$ , sera dışındaki ortalama solar radyasyon değerinin ise  $286.7 \text{ W m}^{-2}$  olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı ayrıca, gölge tozu uygulamasından sonra sera örtü malzemesinin geçirgenliği düştüğü için sera içine gelen solar radyasyon değerinin düştüğünü belirtmiştir.

#### 4.1.5. Fotosentetik aktif radyasyon (PAR)

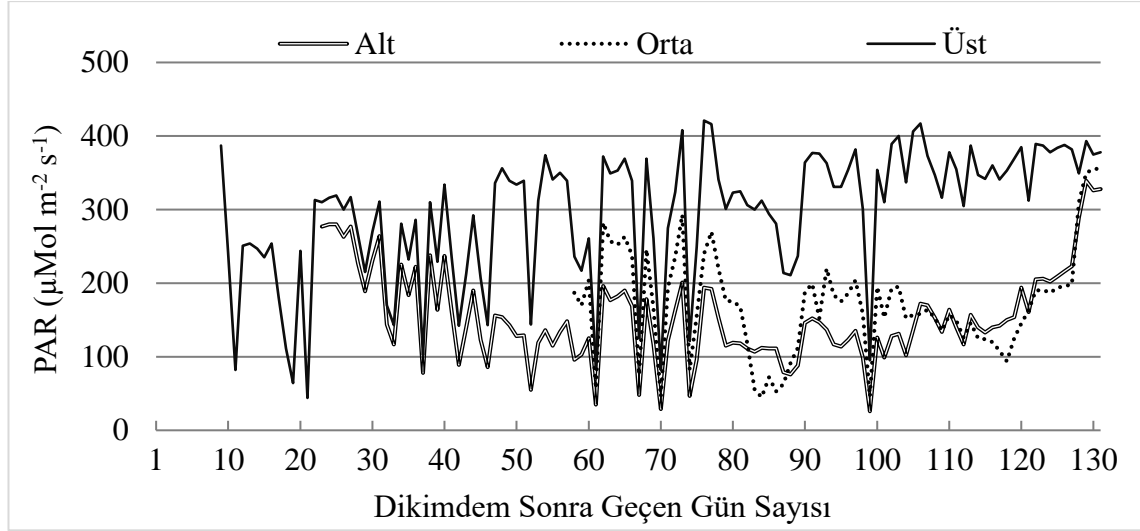
##### 4.1.5.1. Bitki taçında farklı yüksekliklerdeki PAR değerleri

Deneme boyunca biri yerden 20 cm yukseğe sabit, diğerleri bitki boyunun orta ve yüksek bölümünü temsil etmek üzere mevsim boyunca bitki boyuna bağlı olarak değişken yüksekliklerde olmak üzere domates bitkisinin 3 farklı yüksekliğine yerleştirilen PAR sensörlerinden (Şekil 3.8) elde edilen PAR değerleri Ek. 3'te, ölçülen değerlerin mevsim içindeki dağılımı Şekil 4.7'de verilmiştir.

PAR sensörleri, domates bitkisinin vejetatif gelişimi dikkate alınarak yetiştirme mevsiminin farklı günlerinde yerleştirilmiştir. Çizelge 4.1'de PAR sensörlerinin yerleştirildiği tarihler verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** PAR sensörlerinin yerleştirildiği tarihler

PAR Sensörünün Konumu	Dikimden Sonra Geçen Gün Sayısı	Yerleştirildiği Tarih
Alt	23	17.03.2020
Orta	58	21.04.2020
Üst	9	03.03.2020

**Şekil 4.7.** Domates bitkisinin 3 farklı yüksekliğinden elde edilen PAR değerleri

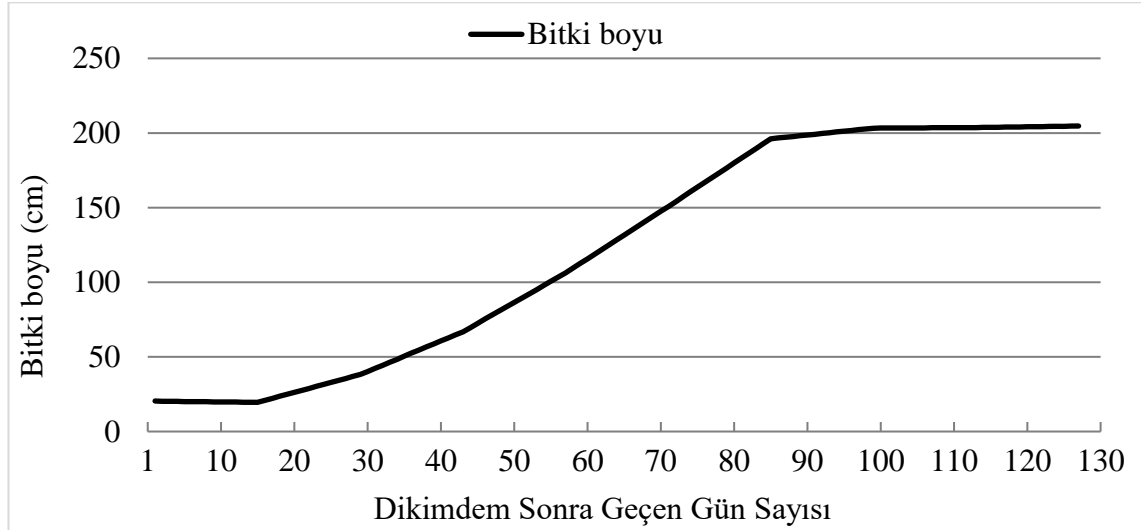
Şekil 4.7 incelendiğinde üst sensörden alınan ortalama PAR değeri  $293.8 \mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , orta sensörden alınan ortalama PAR değeri  $162.4 \mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  ve alt sensörden alınan ortalama PAR değeri ise  $149.2 \mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Bitki boyu uzadıkça bitkinin alt yapraklarına gelen PAR ışınımının azaldığı görülmektedir. Dikimden sonraki 82. ile 88. günler arasında ve 116. ile 121. günler arasında orta sensöre ulaşan PAR değerinin, alt sensöre ulaşan PAR değerinden az olmasının sebebi orta sensör üzerine gelen domates bitkisi yaprağından kaynaklandığı belirlenmiştir. Ayrıca, dikimden sonraki 78. günde yapılan gölge tozu uygulamasıyla günlük PAR değerinin zamanla azaldığı görülmektedir (Şekil 4.7).

Fotosentetik aktif radyasyon (PAR) değerlerinin, bitkinin büyüme ve gelişimini doğrudan etkilemesi nedeniyle sera koşullarında yapılan bitki yetiştiriciliği açısından büyük bir önemi vardır (Uzun ve Demir 2012). Öte yandan PAR değerlerinin birçok koşuldaki etkilediği ortaya konulmuştur. Serada bitki yetiştirme döneminde PAR değerlerinde ve dalga boylarında olan değişim; havanın kapalı olmasından, hava kirliliğinden, farklı yağış biçimlerinden, yüksek bağıl nemden, sera örtüsünün cinsi ve ışınım geçirgenliğinden, sera örtüsünün kirlilik düzeyinden, sera çatısının eğiminden kaynaklanabilmektedir (Uzun ve Demir 2012). Díaz-Pérez (2013), seralarda yapılan gölgeleme uygulamasının PAR değerini, hava, yaprak ve kök bölgesi sıcaklığını azalttığını bildirmiştir.

## 4.2. Bitki Gelişimi ve Verim ile İlgili Bulgular

### 4.2.1. Bitki boyu

Domates bitkisinin yetiştirme dönemi boyunca bitki boyu gelişimine ilişkin ölçümler Ek. 4'te, mevsim boyunca şekilsel gösterimi ise Şekil 4.8'de verilmiştir.



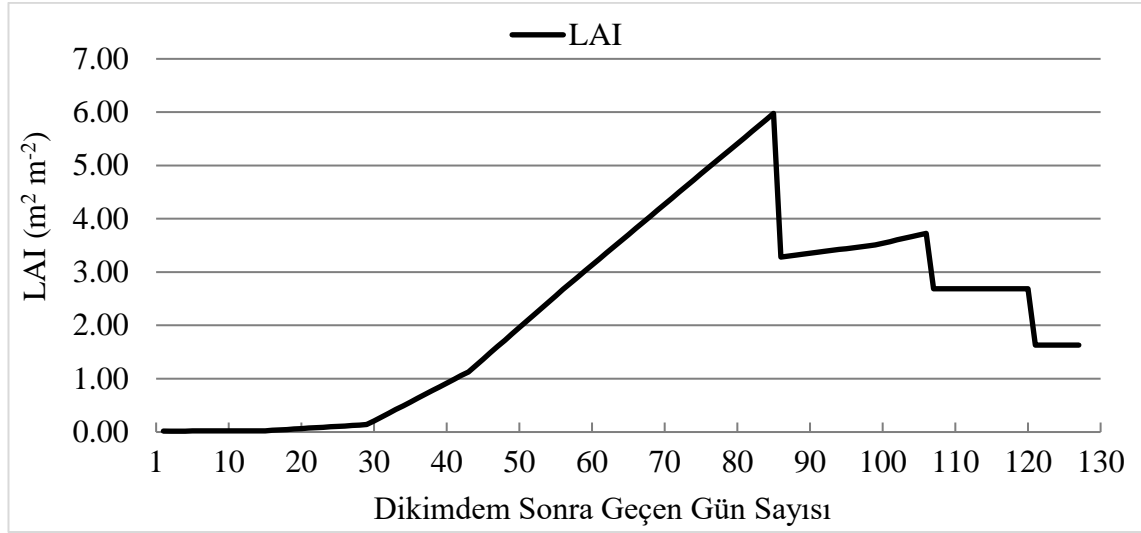
**Şekil 4.8.** Domates bitkisinin yetiştirme dönemi boyunca bitki boyu gelişimi

Şekil 4.8'de görüleceği üzere domates bitkisinin boyu dikimden sonraki 85. güne kadar hızla artmıştır. Tüm domates bitkilerine 8. dölden sonra tepe alma işlemi yapıldığından, daha sonraki günlerde domatesin bitki boyu 2 m civarında sabit kalmıştır.

Dikimden sonraki ilk 30 gün boyunca bitki boyu gelişimi yavaş olduğu halde sıcaklık ve sera içine ulaşan radyasyon değerinin artmasıyla bitki boyunun da arttığı bildirilmiştir (Karaca 2020). Bitki boyu, yetiştiricilik tipine (toprakta, topraksız ortamda, su kültüründe yetiştiricilik vb.), tepe alma gibi uygulamalara bağlı olarak değişebilir. Şahin vd. (1998), Erzurum'da cam sera koşullarında, toprak ortamda yetiştirilen domatesin bitki boyunun 2.2 m'ye ulaştığını saptamışlardır. Başka bir çalışmada ise, örtüaltında yetiştirilen domates bitkisinin bitki boyunun yaklaşık 1-2.7 m arasında değiştiği belirtilmiştir (Yeshiwas vd. 2016). Karaca (2020), güz ve bahar döneminde örtüaltında yetiştirilen domates bitkisinin bitki boyunun 2.2 m'ye ulaştığını saptamıştır. Nitekim bu çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

### 4.2.2. Yaprak alan indeksi (LAI)

Domates bitkisinin günlük yaprak alan indeksi (LAI) değerine ilişkin ölçümler Ek. 4'te, mevsim boyunca şekilsel gösterimi ise Şekil 4.9'da verilmiştir.



**Şekil 4.9.** Domates bitkisinin günlük yaprak alan indeksi (LAI) değerinin değişimi

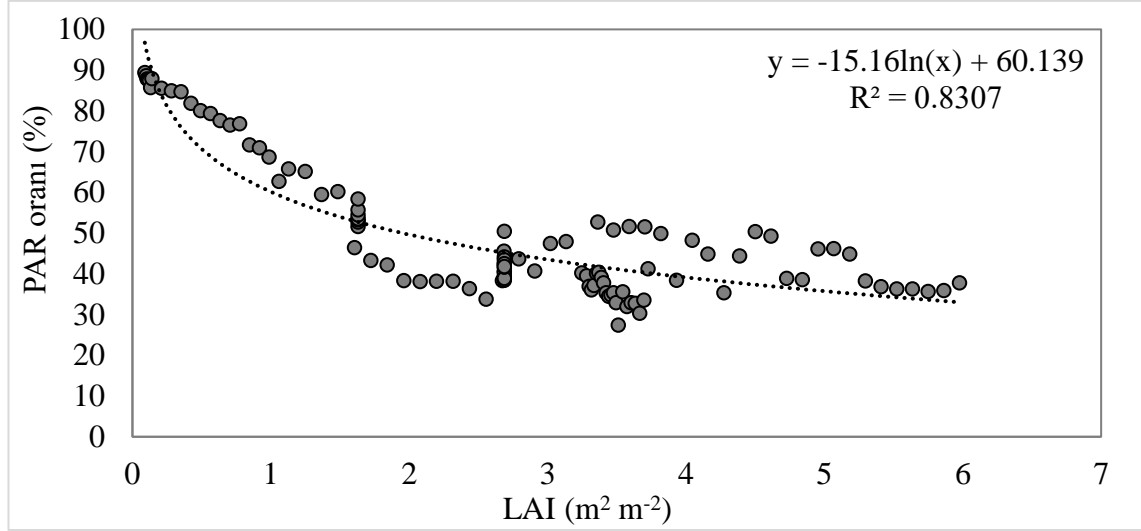
Şekil 4.9 incelendiğinde domates bitkisinin dikimden sonraki 85. güne kadar olan sürede yaprak alan indeksi değerinin arttığı ve sonraki günlerde yaprak budama işlemi uygulamalarından kaynaklı kademeli olarak azaldığı görülmektedir. Yaprak alan indeksinin yaklaşık olarak mevsim ortasında en yüksek (Dikimden sonraki 85. gün)  $6 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  değerine ulaştığı ve deneme sonunda ise  $1.6 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  değerine düştüğü belirlenmiştir. Bitki boyu değerlerine benzer biçimde LAI değerindeki artış hızı dikimden sonraki ilk 30 gün boyunca yavaş olmuştur.

Karaca (2020), aynı bölgede yaptığı bir araştırmada, güz ve bahar döneminde yetiştirdiği domates bitkisinin en yüksek LAI değerlerinin sırasıyla,  $4.1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  ve  $4.3 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  olduğunu, ayrıca yaprak budama işleminin sonucunda LAI değerlerinin güz ve bahar dönemleri sonunda, yaklaşık olarak  $1.5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ 'ye düştüğünü belirtmiştir Harmanto vd. (2005), Tayland'ın Bangkok şehrinde havalandırma sistemine sahip sera koşullarında yaptıkları bir çalışmada, damla sulama sistemi ile sulanan domateste su kısıtının olmadığı konuda LAI değerinin  $4 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  olduğunu belirlemişlerdir. Kuzey Çin'de havalandırma sistemine sahip serada damla sulama sistemi ile yetiştirilen domates bitkisinin su kısıtının çekmediği konuda ise,  $4.62 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  LAI değerine ulaşılmıştır (Al Mamun Hossain vd. 2017). Önceki araştırma sonuçlarından da anlaşılacağı üzere, LAI değeri, yaprak budama işlemi uygulaması sebebiyle yetiştirme dönemi boyunca değişebilmektedir (Heuvelink vd. 2005; Ambroszczyk vd. 2008).

#### 4.2.2.1. Yaprak alan indeksi (LAI) ve fotosentetik aktif radyasyon (PAR) oranı arasındaki ilişki

Yaprak alan indeksi (LAI) ve fotosentetik aktif radyasyon (PAR) oranı arasındaki ilişkide kullanılan değerler Ek. 3 ve Ek. 4'te, elde edilen ilişkinin şekilsel gösterimi ise Şekil 4.10'da verilmiştir. Ek. 3'te verilen PAR oranı değerleri; günlük ölçülen üst PAR sensörüne gelen ışınım değerleri %100 kabul edilip, aynı şekilde günlük ölçülen alt PAR sensörüne gelen ışınım değerlerine oranlanarak elde edilmiştir. Orta PAR sensörünün diğer sensörlere göre yerleştirme tarihi geç olduğu için PAR oranı hesabında sağlıklı sonuç elde edilemediğinden orta PAR değerleri hesaba katılmamıştır.





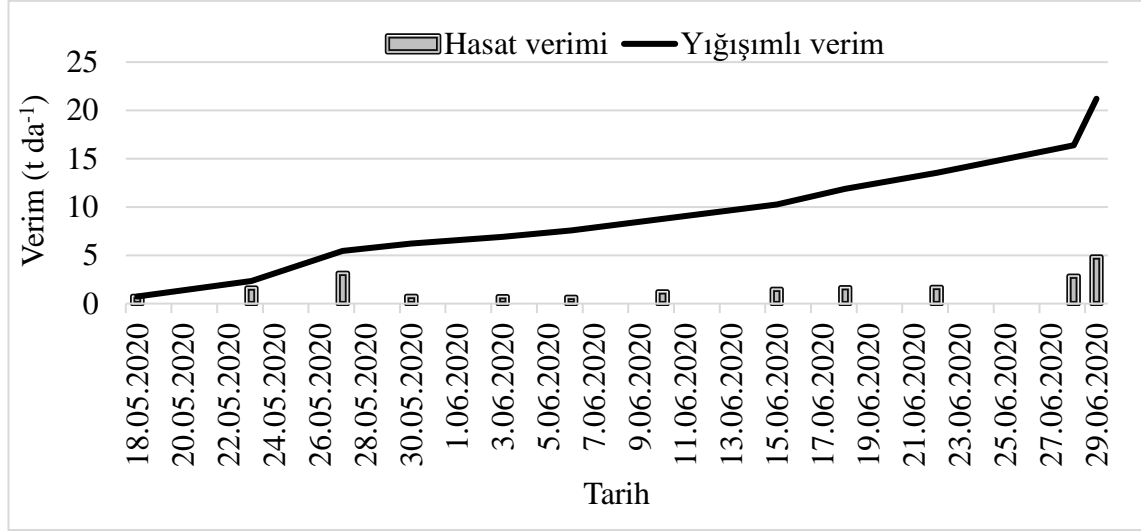
**Şekil 4.10.** Yaprak alan indeksi ve fotosentetik aktif radyasyon arasındaki ilişki

Şekil 4.10 incelendiğinde, domates bitkisinin farklı yüksekliklerinden (üst ve alt) ölçülen PAR oranı ile yaprak alan indeksi arasında kuvvetli bir ilişki ( $R^2=0.83$ ) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yetiştirme dönemi boyunca domates bitkisinin yaprak alan indeksi değeri arttıkça, bitki altında ölçülen PAR oranı değerinin zamanla azaldığı görülmektedir. Bu durum LAI arttıkça artan yaprak hacminin fotosentetik aktif radyasyon alımının azalmasına yol açtığı biçimde açıklanabilir.

Uzun (2010), bitkiler için gerekli olan PAR miktarının, bitkilerin gelişme dönemi boyunca değiştiği gibi ve serada yetiştirilen bitkilerin yaprak bölgesinin üst, orta ve alt kısmına gelen PAR miktarlarının da yaprak alan indeksine bağlı olarak da değişebildiğini ifade etmiştir.

#### 4.2.3. Verim

Deneme boyunca yetiştirilen domates bitkisinin hasat tarihleri ve toplam verim değerleri Ek. 4'te, mevsim boyunca gelişimi Şekil 4.11'de verilmiştir.



**Şekil 4.11.** Deneme boyunca yetiştirilen domates bitkisinin toplam verim değerleri

Domates bitkisinde ilk hasat 18.05.2020 tarihinde son hasat ise 29.06.2020 tarihinde olmak üzere, yetiştirme dönemi boyunca 12 kez hasat yapılarak elde edilen toplam verim 21.2 t da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Şekil 4.11).

Çukurova üniversitesinde plastik sera koşullarında yapılan bir araştırmada, güz ve bahar döneminde yetiştirdikleri domates bitkisinden elde ettikleri verimlerin sırasıyla, 20.5 t da<sup>-1</sup> ve 11.1 t da<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir (Kırda vd. 2004). Buttaro vd. (2015), İtalya’da plastik sera koşullarında iki farklı yetiştirme döneminde domates yetiştiriciliği yaptıkları çalışmada, güz döneminde ortalama 10.7 t da<sup>-1</sup> ve bahar döneminde ise ortalama 16.3 t da<sup>-1</sup> verim elde etmişlerdir. Çin’de yüksek tünel koşullarında 2013 ve 2016 yıllarında domates yetiştiriciliği yapılan araştırmada, yetiştirdikleri domates bitkisinden iki farklı yetiştirme dönemi sonunda sırasıyla 14.6 t da<sup>-1</sup> ve 17.1 t da<sup>-1</sup> verim elde etmişlerdir (Cui vd. 2020). Karaca (2020), aynı bölgede yaptığı bir araştırmada, güz ve bahar döneminde yetiştirdiği domates bitkisinden elde ettiği ortalama verimin sırasıyla, 14.0 t da<sup>-1</sup>, 16.8 t da<sup>-1</sup> olduğunu bildirmiştir.

Önceki çalışmalarda elde edilen verim değerleri ile karşılaştırıldığında bu çalışmada belirlenen nispeten yüksek verimin deneme koşullarındaki iyi gübreleme, bakım ve özenli kültürel uygulamalardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.3. Bitki Su Tüketimi (ET<sub>c</sub>) ve Bitki Katsayılarına (K<sub>c</sub>) İlişkin Bulgular

İlkbahar yetiştirme döneminde drenaj tipi lizimetlerde çim bitkisinin gerçek su tüketimi (ET<sub>o</sub>) ve domates bitkisinin gerçek su tüketimi (ET<sub>c</sub>) değerlerinin belirlenmesi amacıyla su bütçesi eşitliği kullanılmış ve domates ile çim bitkisi için ayrı hesaplama çizelgeleri hazırlanmıştır. Çizelgelerde I, sulama suyu miktarını (mm); ΔS, topraktaki nem değişimini (mm); D, derine süzülme miktarını (mm); ET<sub>o</sub>, kıyas bitki (çim) su tüketimini (mm), ET<sub>c</sub> ise domates bitkisinin su tüketimini (mm) ifade etmektedir.

Deneme süresince kıyas bitki (çim)’e ilişkin olarak su tüketimi bileşenleri ve elde edilen bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Çim bitkisi su tüketimi bileşenleri

Tarih	I (mm)	ΔS (mm)	D (mm)	Toplam ET <sub>o</sub> (mm)	Ort. ET <sub>o</sub> (mm gün <sup>-1</sup> )
24.02.2020-02.03.2020		4.46		4.46	0.64
03.03.2020-09.03.2020	12.10	-6.32		5.78	0.83
10.03.2020-16.03.2020	11.70	-3.84		7.86	1.12
17.03.2020-23.03.2020	9.70	2.12		11.82	1.69
24.03.2020-30.03.2020	7.40	5.16		12.56	1.79
31.03.2020-06.04.2020	12.60	0.52		13.12	1.87
07.04.2020-13.04.2020	9.00	6.30		15.30	2.19
14.04.2020-20.04.2020	15.40	4.26		19.63	2.80
21.04.2020-27.04.2020	26.80	-7.57	1.16	18.07	2.58
28.04.2020-04.05.2020	19.20	0.86	0.02	20.04	2.86
05.05.2020-11.05.2020	21.70	-1.72	0.04	19.94	2.85
12.05.2020-18.05.2020	27.00	2.15	0.76	28.36	4.05
19.05.2020-25.05.2020	19.50	8.50	0.34	27.69	3.96
26.05.2020-01.06.2020	28.00	-8.53	1.10	18.40	2.63
02.06.2020-08.06.2020	30.60	-5.91	0.90	23.79	3.40
09.06.2020-15.06.2020	31.60	-5.59	1.00	25.03	3.58
16.06.2020-22.06.2020	24.10	5.59	0.60	29.04	4.15
23.06.2020-29.06.2020	29.60	-0.31	1.10	28.23	4.03
Toplam/Ort.	336.00			329.12	2.61

Çim bitkisine ilkbahar yetiştirme dönemi süresince 17 kez sulama yapılmış ve toplam 336 mm sulama suyu uygulanmış, yetiştirme dönemi boyunca toplam ET<sub>o</sub> değeri 329.12 mm olarak saptanmıştır. Haftalık hesaplanan ET<sub>o</sub> değerlerinin günlük ortalama değerleri 0.64 mm gün<sup>-1</sup> ile 4.15 mm gün<sup>-1</sup> arasında değişmiş, yetiştirme dönemi süresince ortalama günlük ET<sub>o</sub> ise 2.61 mm gün<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır.

Möller ve Assouline (2007), İsrail’de sera koşullarında FAO-56 (Allen vd., 1998) yöntemini kullanarak, ölçülmüş meteorolojik verilerden hesapladıkları ET<sub>o</sub> değerinin 1-4 mm gün<sup>-1</sup> arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Fernandez vd. (2010) ise, İspanya, Almeria’da, plastik bir serada lizimetredeki çim bitkisinin günlük ortalama ET<sub>o</sub> değerlerinin kışın 1 mm gün<sup>-1</sup>’den biraz az ile yazın yaklaşık 4 mm gün<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmiştir. Görüleceği üzere, anılan çalışmalardaki bulgular bu çalışmadan elde edilen bulguları desteklemektedir.

Deneme süresince domates bitkisine ilişkin olarak su tüketimi bileşenleri ve elde edilen bitki su tüketimi değerleri ve hesaplanan bitki katsayısı ( $K_c$ ) değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Domates bitkisi su tüketimi bileşenleri

Tarih	I (mm)	$\Delta S$ (mm)	D (mm)	Toplam ET <sub>c</sub> (mm)	ET <sub>c</sub> (mm gün <sup>-1</sup> )	K <sub>c</sub>
24.02.2020-02.03.2020	1.20	1.31		2.51	0.36	0.56
03.03.2020-09.03.2020	5.60	-1.40		4.20	0.60	0.72
10.03.2020-16.03.2020	10.00	-2.84		7.16	1.02	0.91
17.03.2020-23.03.2020	15.20	-2.26		12.94	1.85	1.09
24.03.2020-30.03.2020	15.20	1.21		16.41	2.34	1.31
31.03.2020-06.04.2020	16.00	-0.86		15.14	2.16	1.16
07.04.2020-13.04.2020	27.20	-4.15		23.05	3.29	1.50
14.04.2020-20.04.2020	31.60	-0.86		30.74	4.39	1.57
21.04.2020-27.04.2020	28.80	0.16		28.96	4.14	1.60
28.04.2020-04.05.2020	30.80	-1.35		29.45	4.21	1.47
05.05.2020-11.05.2020	28.70	8.58		37.28	5.33	1.87
12.05.2020-18.05.2020	38.70	14.61		53.29	7.61	1.88
19.05.2020-25.05.2020	56.90	-5.72		51.22	7.32	1.85
26.05.2020-01.06.2020	51.60	-16.78		34.80	4.97	1.89
02.06.2020-08.06.2020	39.00	6.16		45.15	6.45	1.90
09.06.2020-15.06.2020	43.80	-4.80		38.98	5.57	1.56
16.06.2020-22.06.2020	45.00	3.15		48.17	6.88	1.66
23.06.2020-29.06.2020	45.50	1.94		47.46	6.78	1.68
Toplam/Ort.	530.80			526.91	4.18	

Domates bitkisine ilkbahar yetiştirme dönemi süresince 18 kez sulama yapılmış ve toplam 530.80 mm sulama suyu uygulanmış, yetiştirme dönemi boyunca toplam ET<sub>c</sub> değeri 526.91 mm olarak belirlenmiştir. Haftalık hesaplanan ET<sub>c</sub> değerlerinin günlük ortalama değerleri 0.36 mm gün<sup>-1</sup> ile 6.88 mm gün<sup>-1</sup> arasında değişmiş, yetiştirme dönemi süresince ortalama günlük ET<sub>c</sub> ise 4.18 mm gün<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır.

Domates için sera içi koşullarda haftalık olarak belirlenen K<sub>c</sub> değerleri 0.56 ile 1.90 arasında değişmiştir. Dikiminden sonraki 21. güne (ilk çiçeklerin görülmesine) kadar (başlangıç dönemi) için ortalama K<sub>c</sub>=0.73, dikimden sonraki 21-84. (tepe

tomurcuklarının alındığı günler arası (gelişim dönemi) için ortalama  $K_c=1.49$ , dikimden sonraki 85-105. günler arası (maksimum  $K_c$  dönemi) için ortalama  $K_c=1.88$  ve dikimden sonraki 105-126. gün arası (geç dönem) için ortalama  $K_c=1.63$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Sulamaları, sera dışına konan pandan olan buharlaşmaya göre mevsim boyunca değişen katsayılarla çarparak uygulayan Eliades ve Orphanos, (1986); Güney Kıbrıs'ta ısıtılmayan serada drenaj tipi lizimetrelerde yetiştirilen domatesin, potansiyel evapotranspirasyonun  $0.5-6.7 \text{ mm gün}^{-1}$  arasında değiştiğini saptamışlardır. Anılan çalışmadaki ET bulguları deneme bulgularına benzerdir. Kırdı vd. (2004), plastik serada bahar döneminde domates bitkisine uygulanacak sulama suyu miktarını A sınıfı buharlaşma kabından yararlanarak belirledikleri çalışmada, 375 mm sulama suyu uygulamışlar ve ET değerini ise 345 mm olarak belirlemişlerdir. Söz konusu su tüketim değerleri ise deneme bulgularına göre düşük düzeydedir. Bunun her iki çalışmada sulamada esas alınan ilkelerin ve amacın farklılığından kaynaklanabileceği ifade edilebilir. Bunun yanında Yıldız (2018), Akdeniz ikliminde PE serada bahar döneminde yetiştirilen domatesin toplam ET değerinin 509 mm ve günlük ortalama ET değerinin ise  $4.17 \text{ mm gün}^{-1}$  olduğunu belirlemiştir ki bu bulgular deneme bulgularıyla oldukça uyumludur. Çin'de sulamaların pan buharlaşmasının farklı düzeylerine göre sürdürüldüğü sera koşullarındaki bir çalışmada domatesin su tüketimi 249.1-388.0 mm, olara saptanmıştır (Liu vd. 2013). Gallardo vd. (2013), Akdeniz seralarında domateste, Ağustos-Ocak arası 172 günlük yetiştirme dönemi için 231 mm ve Mart-Temmuz arası 135 günlük dönem için 260 mm su tüketimi bildirmişlerdir. İran'da yapılan iki çalışmadan birinde 6 aylık büyüme dönemi için sera koşullarında domates bitki su tüketimi mikrolizimetrede 524 mm (Jahagir vd. 2011), diğerinde ise lizimetre yöntemi ile 180 günlük büyüme periyodu boyunca yetiştirilen domates bitkisinin bitki su tüketimi 358.6 mm (Rezaverdinejad vd. 2017) olarak saptanmıştır. Karaca (2020) ise, aynı bölgede yaptığı araştırmada, bahar döneminde domatesin toplam ET değerini 529.34 mm olarak, günlük ortalama ET değerini ise  $3.97 \text{ mm gün}^{-1}$  olarak saptamıştır. Sera koşullarındaki yetiştiriciliklerde uygulanan yetiştiricilik tipi ve dönemine göre domatesin bitki su tüketimleri farklılık gösterebilmektedir. Ancak bu çalışmada ulaşılan bulguların benzer koşullarda yürütülen az sayıda çalışmada elde edilen bulgulara yakın sonuçlar oldukları söylenebilir.

Açık tarla koşullarında Doorenbos ve Kassam (1976)'da domatesin ilk 10-15 günlük, sonraki 20-30, 30-40, 30-40 günlük periyotlar ve son olarak da hasat periyodu için  $K_c$  değerleri sırasıyla; 0.4-0.5, 0.7-0.8, 1.05-1.25, 0.8-0.9 ve 0.60-0.65 olarak Allen vd. (1998)'de ise, başlangıç dönemi için 0.60 ( $K_{c \text{ ini}}$ ), orta dönem için 1.15 ( $K_{c \text{ mid}}$ ) ve son dönem için 0.80 ( $K_{c \text{ end}}$ ) olarak verilmektedir. Bu çalışmadaki bulgular ise bu değerlerin üzerindedir. Bu durum, sera içinde domates bitkisinin askıya alınarak yetiştirilmesi nedeniyle taç yapısının daha yüksek ve açık, serada dağılan radyasyonun tarla koşuluna oranla fazla, yaprak alan indeksinin yüksek olması, kanopi içine daha uniform ışık sızması ile açıklanabilir (Orgaz ve ark. 2005). Bu nedenlerle sera içinde daha yüksek  $K_c$  değerleri elde edildiği sonucuna ulaşılabilir. Ayrıca önceki çalışmalarda tarla koşullarında elde edilmiş  $K_c$  değerlerinin sera koşullarını temsil etmediği söylenebilir.

Jahagir vd. (2011), İran'da serada yetiştirilen domateste sırasıyla başlangıç, gelişme, mevsim ortası ve geç dönemler için ortalama  $K_c$  katsayılarını 0.44, 0.68, 1.15 ve

0.68 olarak Rezaverdinejad vd. (2017) ise, domatesin  $K_c$  değerlerini 0.2 ( $K_{c\ ini}$ ), 1.29 ( $K_{c\ mid}$ ) ve 1.0 ( $K_{c\ end}$ ) olarak belirlemişlerdir. Zhao vd. (2013), sera koşullarında domatesin  $K_{c\ mid}$  ve  $K_{c\ end}$  değerlerini sırasıyla 1.01 ve 0.61 olarak elde etmişlerdir ve bu değerlerin FAO tarafından önerilen değerlerden %5 ve %8 daha düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Gallardo vd. (2013), Akdeniz seralarında sonbahar ve ilkbahar yetiştiricilik dönemleri için domates bitkisinin başlangıç, maksimum  $K_c$  ve mevsim sonu  $K_c$  değerlerinin sırasıyla 0.2, 1.4, ve 1.0 olduğunu bildirmişlerdir. Harel vd. (2014), İsrail’de domatesin bitki katsayısını, fide dikimi-ilk meyve hasadı arası süre için kış sezonunda 0.3-1.0 ve yaz sezonunda 0.2-0.9 arası, son dönem için her iki sezonda da 0.8 olarak saptamışlardır.

Anılan önceki çalışmalarda elde olunan bulgulardan, sera koşullarında bitki su tüketimi değerlerinde olduğu gibi,  $K_c$  değerlerinin de bitkilerin yetiştirilme dönemlerine, yetiştirme mevsiminin uzunluğuna bağlı ve denemenin düzenlenmesine ilişkin farklılıklardan kaynaklı olarak değişebildiği görülmektedir. Yürütülen çalışmada önceki çalışmalara oranla özellikle geç dönemde bir miktar yüksek  $K_c$  değerlerine ulaşılmıştır. Domates çok yıllık bir bitkidir (Steduto vd. 2012). Ancak sera koşullarında tek yıllık, hatta yılda iki dönem yetiştirilir. Dolayısıyla yılda iki dönem yetiştiriciliğin yaygın olduğu bölgede deneme koşullarına uygun olarak dönemin erken bitirilmesi bu sonuca yol açmış olabilir.

## 5. SONUÇLAR

Bu araştırmada, Antalya’da ve genel olarak Akdeniz Bölgesinde yaygın olan ısıtmasız plastik seralarda, ilkbahar döneminde yetiştirilen domates bitkisinin gerçek su tüketiminin ( $ET_c$ ) belirlenmesi, farklı gelişme dönemlerindeki bitki katsayılarının ( $K_c$ ) geliştirilmesi ve ayrıca yaprak alan indeksi (LAI) değerleriyle fotosentetik aktif radyasyon (PAR) miktarı arasındaki ilişkinin araştırılması amaçlanmıştır.

Araştırmada, Akdeniz bölgesinde yaygın düşük teknolojili plastik sera içinde ölçülen iklimsel parametrelerden ilkbahar yetiştiriciliği döneminde sıcaklık, bağıl nemin zaman zaman optimum sınırların üzerine çıktığı, dolayısıyla doğal havalandırmanın ve gölge tozu uygulamasının aşırı enerjiyi azaltmada yetersiz kaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bitkinin farklı yüksekliklerinde ölçülen sıcaklık değerlerinin fazla farklı olmamasına karşın bağıl nem değerlerinin bitki boyu seviyesinin alt kesimlerinden yukarı doğru belirgin miktarda azaldığı, gölge tozu uygulamasının ise solar radyasyon düzeyini belli ölçüde azalttığı belirlenmiştir.

Araştırma boyunca domates bitkisi boyunun üstüne, ortasına ve altına olacak şekilde üç farklı yüksekliğe yerleştirilen PAR sensörlerinden elde edilen ortalama PAR değerleri sırasıyla 293.8, 162.4 ve 149.2  $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Bitki boyu uzadıkça bitkinin alt yapraklarına giden ışınımın azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Buna karşın domates bitkisinin boyu, tepe tomurcuğu alınana kadar hızlı bir gelişme göstererek yaklaşık 2 m’ye ulaşmıştır.

Yaprak alan indeksi (LAI) değerinin ise, dikimden sonraki 85. güne kadar olan sürede  $6 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  değerine kadar arttığı ve sonraki günlerde yaprak budama işlemi uygulamaları nedeniyle kademeli olarak  $1.6 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ ’ye kadar azaldığı saptanmıştır. Dikimden sonraki ilk 30 gün boyunca bitki boyu ve yaprak alan indeksi değerleri arasındaki artışın benzer şekilde yavaş olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yaprak alan indeksi (LAI) ve fotosentetik aktif radyasyon (PAR) oranı arasında güçlü bir ilişki ( $R^2=0.83$ ) olduğu ve araştırma boyunca domates bitkisinin yaprak alan indeksi değeri arttıkça, bitki taç örtüsünde ölçülen PAR oranı değerinin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yetiştirme dönemi boyunca, domates bitkisinden elde edilen toplam verimin  $21.2 \text{ t da}^{-1}$  olduğu saptanmıştır.

İlkbahar yetiştirme dönemi boyunca kıyas bitki (çim) su tüketimi ( $ET_o$ ) değeri 329.12 mm olarak saptanmıştır. Günlük ortalama  $ET_o$  değerleri  $0.64-4.15 \text{ mm gün}^{-1}$  arasında değişmiş, yetiştirme dönemi süresince ortalama günlük  $ET_o$  ise  $2.61 \text{ mm gün}^{-1}$  olmuştur.

Örtüaltında ilkbahar yetiştirme döneminde yetiştirilen domates bitkisinin gerçek su tüketimi ( $ET_c$ ) değeri 526.91 mm olduğu, günlük ortalama  $ET_c$  değerlerinin  $0.36-6.88 \text{ mm gün}^{-1}$  arasında değiştiği, yetiştirme dönemi süresince ortalama günlük su tüketiminin ise  $4.18 \text{ mm gün}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir.

Sera içinde lizimetre koşullarında elde ölçülen kıyas bitki (çim) ve domates gerçek su tüketimi değerlerinden yararlanılarak elde edilen ortalama  $K_c$  değerleri domates fidelerinin seraya dikiminden sonraki 21. güne kadar (başlangıç dönemi) için 0.73, dikimden sonraki 21-84. gün arası (gelişim dönemi) için 1.49, dikimden sonraki 85-105. günler arası (maksimum  $K_c$  dönemi) için 1.88 ve dikimden sonraki 105-127. gün arası (geç dönem) için 1.63 olarak hesaplanmıştır.

Sera koşullarında yetiştirilen domates bitkisinin dünyanın farklı bölgelerinde yürütülmüş mevcut çalışmalardan elde edilmiş bitki su tüketimi ve  $K_c$  katsayısı değerlerinin, ülkemiz koşullarını temsil etmediği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca açık tarla koşullarında elde edilmiş  $K_c$  değerlerinin sera koşullarında kullanılmaması gerektiği belirlenmiştir.

Araştırmada, örtüaltı domates yetiştiriciliğinde gerçek bitki su tüketimi ve farklı gelişme dönemleri için elde edilen  $K_c$  değerlerinin ortaya konulması ile sulama suyundan tasarruf etme ve su yönetimi açısından önemli verilere ulaşılmıştır. Çalışmada elde edilen somut sonuçlar, sera içi su kullanımının optimizasyonunda ve sulama otomasyonunu sağlamada kullanılabilir. Ayrıca, domatesin örtüaltı bitki su tüketimi ve bitki katsayısı değerleri çiftçi düzeyindeki sulama yönetim uygulamalarının iyileştirilmesini de sağlayacaktır. Bu da tarımda kullanılan suyun azaltılması hedefine hizmet edecektir.

Araştırmada elde edilen sonuçlara dayanılarak;

- İlkbahar ve özellikle geç ilkbahar yetiştiriciliği yapılan düşük teknolojili, (Akdeniz tipi) plastik seralarda sıcaklık ve nemin optimum üzerine çıkmaması için sera havalandırma açıklıklarının taban alanına oranının %30'un üzerine çıkartılması,

- Açık koşullarda elde edilmiş ve sera koşullarında da olsa ülkemizi temsil etmeyen çok az sayıdaki bölgede yürütülmüş çalışmalarda elde edilen domates bitki su tüketimi ve bitki katsayısı değerleri yerine bu çalışmada elde edilen değerlerin kullanılması önerilebilir.



## 6. KAYNAKLAR

- Abak, K. 2016. Türkiye’de domatesin dünü, bugünü ve yarını. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 5: 8-13.
- Aboukhaled, A. Alfaro, A. and Smith, M. 1982. Lysimeters, FAO Irrigation and Drainage Paper No: 39. FAO, Rome.
- Agbna, G.H.D. Dongli, S. Zhipeng, L. Elshaikh, N.A. Guangcheng, S. and Timm, L.C. 2017. Effects of deficit irrigation and biochar addition on the growth, yield and quality of tomato. *Scientia Horticulturae*, 222: 90-101.
- Al Mamun Hossain, S.A. Wang, L. Chen, T. and Li, Z. 2017. Leaf area index assessment for tomato and cucumber growing period under different water treatments. *Plant, Soil and Environment*, 63(10): 461–467.
- Alagöz, G. ve Özer, H. 2017. Domateste farklı fide yetiştirme yöntemlerinin kaliteye etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6: 17-22.
- Allen, R.G. Pereira, L.S. Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Roma, pp. 300.
- Allen, R.G. Wright, J.L. Pruitt, W.O. Pereira, L.S. and Jensen, M.E. 2007. Water requirements. Design and operation of farm irrigation systems, Chapter 8, ASABE, MI, USA, 208-288.
- Alp, Y. ve Kabay, T. 2017. Kuraklık stresinin yerli ve ticari domates çeşitlerinde bazı fizyolojik parametreler üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (2): 86-96.
- Ambroszczyk, A.M. Cebula, S. and Sekara, A. 2008. The effect of plant pruning on the light conditions and vegetative development of eggplant (*Solanum melongena* L.) in greenhouse cultivation. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 68: 57–70.
- Annandale, J.G. and Stockle, C.O. 1994. Fluctuation of crop evapotranspiration coefficients with weather. A sensitivity analysis, *Irrig. Sci.*, 15: 1-7.
- Anonim 1982. Türkiye’de sulanan bitkilerin su tüketim rehberi. Topraksu G.M., ADB Yayın No: 35/5, Ankara.
- Anonim 2015. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İllere Ait İstatistik Verileri <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A> [Son erişim tarihi: 19.08.2015].
- Anonim. 1998. 1997 Yılı Çalışma Raporu. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarım İl Müdürlüğü, Antalya.
- Anonim. 2011. Açık tarlada domates yetiştiriciliği. [https://adana.tarimorman.gov.tr/Belgeler/SUBELER/bitkisel\\_uretim\\_ve\\_bitki\\_sagli\\_ube\\_mudurlugu/sebze\\_yetistiriciligi\\_ve\\_mucadelesi/Domates.pdf](https://adana.tarimorman.gov.tr/Belgeler/SUBELER/bitkisel_uretim_ve_bitki_sagli_ube_mudurlugu/sebze_yetistiriciligi_ve_mucadelesi/Domates.pdf) [Son erişim tarihi: 19.04.2020].
- Arslan, Z. Aksoy, E. ve Uygur, F. 2012. Doğu akdeniz bölgesi örtüaltı domates yetiştiriciliğinde solarizasyon uygulamasının yabancı otlara ve verime etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 52(4): 349-366.

- Aydınşakir, K. Baştuğ, R. ve Büyüктаş, D. 2003. Antalya yöresinde çim kıyas bitki su tüketimini veren bazı ampirik eşitliklerin tarla ve lizimetre koşullarında kalibrasyonu. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1): 107–119.
- Baille, A. 1999. Energy cycle in greenhouses, greenhouse ecosystems. *Ecosystems of World 20. Elsevier*, Amsterdam, 214-245.
- Baker, J.T. Gitz, D.C. Payton, P. Wanjura, D.F., Upchurch, D.R. 2007. Using leaf gas exchange to quantify drought in cotton irrigated based on canopy temperature measurements, *Agron. J.*, 99: 637-644.
- Balçın, M. 1994. Tokat kazova'da hıyar su tüketiminin tarla şartlarında tespiti. Yüksek Lisans Tezi, On Dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1994.
- Baştuğ, R. 1987. Çukurova koşullarında pamuk bitkisinin su-üretim fonksiyonunun belirlenmesi üzerinde bir çalışma. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 122 s.
- Battilani, A. Prieto, M.H. Argerich, C. Campillo, C. and Cantore, V. 2012. FAO Irrigation and Drainage Paper 66. Crop yield response to water, Roma, 192-198.
- Baytorun, A.N. and Zaimoglu, Z. 2018. Climate control in mediterranean greenhouses. Climate resilient agriculture - strategies and perspectives, Intechopen, pp. 167–181.
- Bergougoux, V. 2014. The history of tomato: From domestication to biopharming. *Biotechnology Advances*, 32(1): 170–189.
- Berrueta, C. Borges, A. Giménez, G. and Dogliotti, S. 2019. On-farm diagnosis for greenhouse tomato in South Uruguay: explaining yield variability and ranking of determining factors. *European Journal Of Agronomy*, 110: 125932.
- Blake, G.R. and Hartge, K.H. 1965. Bulk density. In methods of soil analysis, Part 1 physical and mineralogical methods. Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, pp. 363–382.
- Bonachela, S. Gonzalez, A. Fernandez, M.D. 2006. Irrigation scheduling of plastic greenhouse vegetable crops based on historical weather data. *Irrig. Sci.*, 25: 53–62.
- Both, A.J. 2016. Light matters in greenhouse structures. <https://www.greenhousegrower.com/technology/light-matters-in-greenhouse-structures/> [Son erişim tarihi: 25.09.2019].
- Bunce, J.A. 1996. Does transpiration control stomatal responses to water vapour pressure deficit? *Plant Cell Environ.*, 20: 131-135.
- Burman, R.D. Nixon P.R. Wright J.L. and Pruitt W.O. 1980b. Water requirements. Design of farm irrigation systems. ASAE Mono. Amer. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI, 189-232.
- Burman, R.D. Wright, J.L. Nixon, P.R. and Hill, R.W. 1980a. Irrigation management-water requirements and water balance, in: irrigation, Challenges of the 80's, Proc. of the second national irrigation symposium, Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI, 141-153.

- Buttaro, D. Santamaria, P. Signore, A. Cantore, V. Boari, F. Montesano, F.F. and Parente, A. 2015. Irrigation management of greenhouse tomato and cucumber Using tensiometer: Effects on yield, quality and water use. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 4: 440–444.
- Chartzoulakis, K. and Drosos, N. 1995. Water use and yield of greenhouse grown eggplant under drip irrigation. *Agricultural Water Management*, 28: 113-120.
- Cornic, G. and Massassi, A. 1996. Leaf photosynthesis under drought stress. Photosynthesis and the environment, *Kluwer Academic Publishers*, The Netherlands.
- Cui, J. Shao, G. Lu, J. Keabetswe, L. and Hoogenboom, G. 2020. Yield, quality and drought sensitivity of tomato to water deficit during different growth stages. *Scientia Agricola*, 77(2): 1–9.
- Çakırer, G. Akan, S. Demir, K. ve Yanmaz, R. 2017. Bahçe bitkilerinde kullanılan ışık kaynakları. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6: 63-70.
- Çamoğlu, G. Demirel, K. Akçal, A. ve Genç, L. 2019a. Su stresinin sofralık domatesin verimi ve fizyolojik özellikleri üzerine etkileri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1): 15-29.
- Çamoğlu, G. Demirel, K. ve Genç, L. 2019b. Termal kamera ve NDVI sensörü kullanılarak domatesin fizyolojik özelliklerinin tahminlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(1): 78-89.
- Çetiner, S. 2010. Tarihsel süreçte genetiği değiştirilmiş ürünler. Sabancı Üniversitesi, İstanbul, 86-98.
- Çolak, A. 2002. Isıtılmayan bir cam serada sera içi sıcaklık, çiğlenme sıcaklığı ve bağıl nem deseni üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39 (3): 105-112.
- de Graaf, R. and van den Ende, J. 1981. Transpiration and evapotranspiration of the glasshouse crops. *Acta Hort.*, 119: 147-158.
- Díaz-Pérez, J.C. 2013. Bell pepper (*Capsicum annum L.*) crop as affected by shade level: microenvironment, plant growth, leaf gas exchange, and leaf mineral nutrient concentration. *HortScience*, 48(2): 175–182.
- DOĞAKA. 2015. Seracılık (Örtüaltı bitki yetiştiriciliği) sektör raporu. Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı, Hatay, 31 s.
- Doorenbos, J. and Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33. FAO, Rome.
- Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1975. Guidelines for predicting crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 24. FAO-ONU, Rome, Italy. pp. 168.
- Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO-ONU, Rome, Irrigation and Drainage Paper No. 24 (Rev.), pp. 144.
- DSİ. 2015. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. <http://www.dsi.gov.tr/> [Son erişim tarihi: 28.12.2018].

- Eliades, G. 1988. Irrigation of greenhouse-grown cucumbers. *Journal of Horticultural Science*, 63(2): 235-239.
- Eliades, G. and Orphanos, P.I. 1986. Irrigation of tomatoes grown in unheated greenhouses. *Journal Of Horticultural Science*, 61(1): 95-101.
- Emekli, N.Y. Baştuğ, R. Büyüktaş, K. 2007. Antalya ili kumluca ilçesindeki seraların mevcut durumu, sorunları ve uygun çözüm önerilerinin geliştirilmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2):273-288.
- Evren, S. ve İstanbulluoğlu, A. 1992. Iğdır ovası koşullarında domates su tüketimi. Köy Hizmetleri Araştırma Ens. Müdürlüğü, Erzurum.
- FAO. 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/home/en/> [Son erişim tarihi: 19.11.2018].
- Fernandez, M.D. Bonachela, S. Orgaz, F. Thompson, R.B. Lopez, J.C. Granados, M.R. Gallardo, M. and Fereres, E. 2010. Measurement and estimation of plastic greenhouse reference evapotranspiration in a Mediterranean climate. *Irrig. Sci.*, 28: 497–509.
- Gallardo, M. Thompson, R.B. and Fernandez, M.D. 2013. Water requirements and irrigation management in Mediterranean greenhouses: The case of the southeast coast of Spain. *Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops*, FAO, Rome, 109-136.
- Gee, G.W. and Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis in methods of soil analysis, Part 1. Physical and mineralogical methods. In American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, Madison, pp. 383–411.
- Goldberg, D. Gornat, B. and Rimon, D. 1976. Drip irrigation principles, design and agricultural practices. Drip irrigation scientific publications, Kfar Shmaryahu, İsrail, 296 s.
- Gomez, H.V. Farias, S.O. and Argote, M. 2009. Evaluation of water requirements for a greenhouse tomato crop using the Priestley-Taylor method. *Chilean Journal Of Agricultural Research*, 69 (1): 3-11.
- Gong, X. Wang, S. Xu, C. Zhang, H. and Ge, J. 2020. Evaluation of several reference evapotranspiration models and determination of crop water requirement for tomato in a solar greenhouse. *Hort Science*, 55(2): 244-250.
- Gönlükçü, M. Toker, R. ve Tokgöz, H. 2016. Domatesin beslenme özellikleri ve gıda sanayisinde değerlendirilmesi. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 5: 46-51.
- Gösterit, A. ve Gürel, F. 2010. Bombus arıları ve bitkisel üretim açısından önemleri. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 2(4): 9-12.
- Gösterit, A. ve Gürel, F. 2014. Bombus arısı (*Bombus terrestris* L.)'nın ticari yetiştiriciliği için temel gereklilikler. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (2): 102-11.
- Grattan, S.R. George, W. Bowers, W. Dong, A. Snyder, R.L. and Carrol J. 1998. New crop coefficients estimate water use of vegetables row crops. *Calif. Agric.*, 52(1): 16–20.

- Güçer, A. 1985. Ankara koşullarında domatesin azot-su ilişkileri ve bitki su tüketimi. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müd., Köy Hizmetleri Ankara Araş. Enst. Müd. Yayınları, Genel Yayın No:125, Rapor Serisi No:54, Ankara.
- Gürbüz T. 2001. Sanayi domatesinde farklı sulama yöntemleri ve su düzeylerinin su-verim ilişkileri üzerine etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, ADU. Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 54 s.
- Gürgülü, H. ve Ul, M.A. 2017. İzmir’de yetiştirilen bazı bitkiler için bitki su tüketimi değerleri ve sulama programları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(3): 311-317.
- Harel, D. Sofer, M. Broner, M. Zohar, D. and Gantz, S. 2014. Growth-stage-specific  $K_c$  of greenhouse tomato plants grown in semi-arid Mediterranean region. *Journal Of Agricultural Science*, 6(11).
- Harmanto, H. Salokhe, V.M. Babel, M.S. and Tantau, H.J. 2005. Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. *Agricultural Water Management*, 71(3): 225–242.
- Heris, A.M. 2014. Estimating photosynthetically active radiation (PAR) using air temperature and sunshine durations. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 4(5): 371-377.
- Heuvelink, E. Bakker, M.J. Elings, A. Kaarsemaker, R. and Marcelis, L.F.M. 2005. Effect of leaf area on tomato yield. *Acta Horticulturae*, 691: 43–50.
- Higashide, T. 2013. Greenhouse tomato yield and solar radiation. Tomatoes: Cultivation. *Varieties And Nutrition*. 1-18.
- Ildır, M.İ. ve Aktaş, H. 2018. Sera domatesi yetiştiriciliğinde farklı yaprak budama tekniklerinin verim ve meyve kalitesi üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(3): 1241–1248.
- Jahangir, A.K. Saed, E.S. and Javad, Z.M. 2011. Measurement and modeling of water requirement and crop coefficient for cucumber, tomato and pepper using microlysimeter in greenhouse. *J. Sci. & Technol. Greenhouse Culture*, 2 (7): 51-63.
- Jolie, O. 1999. The water cycle, greenhouse ecosystems. *Ecosystems of World 20. Elsevier*, Amsterdam, 303-326.
- Judah, D.M. 1987. Drip irrigation of tomato and measurement of soil moisture by neutron method. *Hort. Sci.*, (57).
- Junzeng, X. Shizhang, P. Yufeng, L. and Xiyun, J. 2008. Tomato and cowpea crop evapotranspiration in an unheated greenhouse. *Water Science and Engineering*, 1(2): 112-120.
- Kaman, H. 2002. Yarı ıslatmalı sulama uygulaması altında yetiştirilen domates ve pamuğun kök bölgesi içinde tuz yığılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 58 s.
- Kanat, Z. 2018. Tarım ürünleri piyasaları - domates. Tarımsal ekonomi ve politika geliştirme enstitüsü, Ürün No: 10, Ankara, 4 s.

- Kanber, R. Ünlü, M. Diker, K. ve Ödemiş, B. 1999. Bitki su tüketiminin ölçülmesinde kullanılan lizimetrik yöntemler. Bitki su tüketiminin belirlenmesinde kullanılan yöntem bilimi: İnceleme ve değerlendirmeler. Adana, 105-168.
- Kandemir, D. Kurtar E.S. ve Demirsoy M. 2016. Türkiye örtüaltı domates yetiştiriciliğindeki gelişmeler. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 5: 22-27.
- Karaca, C. 2020. Örtüaltında yaygın olarak yetiştirilen bitkilerin su tüketimlerinin enerji dengesi yöntemi ile belirlenmesi. Doktora tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 228 s.
- Karaca, C. Büyüктаş, D. Baştuğ, R. Aydınşakir, K. ve Tekelioğlu, B. 2017a. Antalya koşullarında kıyas bitki su tüketiminin alansal ve zamansal dağılımının belirlenmesi. *Derim*, 2017(34): 158-171.
- Karaca, C. Büyüктаş, D. ve Tekelioğlu, B. 2017b. Kıyas bitki su tüketiminin (ET<sub>o</sub>) hesaplanması amacıyla kullanılan bilgisayar yazılımlarının karşılaştırması. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6: 118-128.
- Karmeli, D. and Keller, J. 1975. Trickle irrigation design. Glendora, California, USA, 133 s.
- Kaya, C. Kirkin, F. ve Esin, Y. 2013. Ticari domates salçalarının fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Academic Food Journal*, 11(2): 37-44.
- Kendirli, B. Çakmak, B. 2010. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sera ısıtmasında kullanımı. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2(1): 95-103.
- Kesici, S. ve Aras, V. 2016. Örtüaltı yetiştiriciliğinde bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanımı. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 5: 52-54.
- Keskin, G. 2012. Domates ve domates salçası durum - tahmin: 2012/2013. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Tepge Yayın No: 219, Ankara, 35 s.
- Kirda, C. Cetin, M. Dasgan, Y. Topcu, S. Kaman, H. Ekici, B. Derici, M.R. and Ozguven, A.I. 2004. Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 69(3): 191-201.
- Klaring, H.P. and Krumbein, A. 2013. The effect of constraining the intensity of solar radiation on the photosynthesis, growth, yield and product quality of tomato. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 199(5): 351-359.
- Klute, A. 1986. Water retention: laboratory methods. In klute, a. (ed.), methods of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical methods, ASA and SSSA, Madison, pp. 635-662.
- Ko, J. Piccini, G. Marek, T. and Howell, T. 2009. Determination of growth-stage-specific crop coefficients (K<sub>c</sub>) of cotton and wheat. *Agric. Water Manage.*, 96: 1691-1697.
- Kodal, S. Öztürk, F. Selenay, M.F. Sönmez, F.K. ve Apaydın, H. 1995. Sulama suyu yönetiminde bilgisayar uygulamaları. 5. Ulusal Kültür Teknik Kongresi Bildirileri. Kültür Teknik Derneği, Ankara, 641-660.
- Lazzara, P. and Rana, G. 2010. The use of crop coefficient approach to estimate actual evapotranspiration: a critical review for major crops under Mediterranean climate.

- Italian Journal Of Agrometeorology-Rivista Italiana Di Agrometeorologia*, 15(2): 25–39.
- Liu, H. Duan, A. Li, F. Sun, J. Wang, Y. and Sun, C. 2013. Drip irrigation scheduling for tomato grown in solar greenhouse based on pan evaporation in north china plain. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(3): 520-531.
- Liu, H. Sun, J.S. Liang, Y.Y. Wang, C.C. and Gao, Y. 2011. Estimation model for water requirement of greenhouse tomato under drip irrigation. *The Journal Of Applied Ecology*, 22(5): 1201-6.
- 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.
- Manuel-Casanova, P. Ingmar, M. Abraham, J. and Alberto-Canete, M. 2009. Methods to estimate lettuce evapotranspiration in greenhouse conditions in the central zone of chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 69(1): 60-70.
- Martin, P.E. 1966. Irrigation of tomato in a single harvest program. California Agriculture, USA.
- MEGEP. 2007. Sera yapım tekniği. Mesleki eğitim ve öğretim sisteminin güçlendirilmesi projesi. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 37 s.
- MEGEP. 2008. Domates yetiştiriciliği. Mesleki eğitim ve öğretim sisteminin güçlendirilmesi projesi. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 63 s.
- Mendoza-Pérez, C. Ramírez-Ayala, C. Ojeda-Bustamante, W. and Flores-Magdaleno, H. 2017. Estimation of leaf area index and yield of greenhouse-grown poblano pepper. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 9(1): 37–50.
- Möller, M. and Assouline, S. 2007. Effects of a shading screen on microclimate and crop water requirements. *Irrig. Sci.*, 25: 171-181.
- Nangare, D.D. Singh, Y. Kumar, P.S. and Minhas, P.S. 2016. Growth, fruit yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) As affected by deficit irrigation regulated on phenological basis. *Agricultural Water Management*, 171: 73-79.
- Oraman, M.N. 1968. Sebze ilmi. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 256 s.
- Orgaz, F. Fernandez, M.D. Bonachela, S. Gallardo, M. Fereres, E. 2005. Evapotranspiration of horticultural crops in an unheated plastic greenhouse. *Agricultural Water Management*, 72: 81-96.
- Orta, A.H. Erdem, T. Erdem, Y. ve Cinkılıç, L. 1997. Sera koşullarında damla sulama yöntemiyle sulanan domatesin sulama zamanının planlanması. 6. Ulusal Kültür Teknik Kongresi, Bursa, 293-300.
- Ould Khaoua, S.A. Bournet, P.E. Migeon, C. Boulard, T. and Chassériaux, G. 2006. Analysis of greenhouse ventilation efficiency based on computational fluid dynamics. *Biosystems Engineering*, 95(1): 83–98.
- Paço, T.A. Ferreira, M.I. and Conceição, N. 2006. Peach orchard evapotranspiration in a sandy soil: comparison between eddy covariance measurements and estimates by FAO 56 approach. *Agricultural Water Management*, 85: 305-313.

- Pereira, L.S. Allen, R.G. Smith, M. and Raes, D. 2015. Crop evapotranspiration estimation with FAO 56: Past and future. *Agricultural Water Management*, 147: 4-20.
- Perez-Parra, J. Baeza, E. Montero, J.I. and Bailey, B. 2004. Natural ventilation of parral greenhouses. *Biosyst Eng.*, 87:355-366.
- Piccinni, G. Ko, J. Marek, T. and Howell, T. 2009. Determination of growth-stage-specific crop coefficients ( $K_c$ ) of maize and sorghum. *Agric. Water Manage.*, 96: 1698-1704.
- Pires, R.C. de M. Furlani, P.R. Ribeiro, R.V. Bodine Junior, D. Sakai, E. Lourenção, A.L. and Neto, A.T. 2011. Irrigation frequency and substrate volume effects in the growth and yield of tomato plants under greenhouse conditions. *Scientia Agricola*, 68(4): 400-405.
- Quaglietta, F. and Zerbi, G. 1986. Water requirements of eggplant grown under a greenhouse. *Acta Hortic.*, 191: 149-156.
- Rabbi, B. Chen, Z.H. and Sethuvenkatraman, S. 2019. Protected cropping in warm climates: A review of humidity control and cooling methods. *Energies*, 12: 1-24.
- Rana, G. and Katerji, N. 2000. Measurement and estimation of actual evapotranspiration in the field under Mediterranean climate: A review. *European Journal of Agronomy*, 13(2-3): 125-153.
- Rezaverdinejad, V. Shabanian, M. Besharat, S. and Hasani, A. 2017. Determination of crop water requirement, crop coefficient and water use efficiency of greenhouse-grown cucumber and tomato (Case study: Urmia region). *J. Sci. and Technol. Greenhouse Culture*, 8(3): 27-40.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Department of Agriculture, Washington, pp. 159.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Department of Agriculture, Washington, pp. 159.
- Riga, P. Anza, M. and Garbisu, C. 2007. Tomato quality is more dependent on temperature than on photosynthetically active radiation. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 88(1): 158-166.
- Ritchie, J.T. and Johnson, B.S. 1990. Soil and plant factors affecting evapotranspiration, Irrigation of agricultural crops. *Agronomy Series 30. American Society of Agronomy*, 363-390.
- Rouphael, Y. and Colla, G. 2004. Modelling the transpiration of a greenhouse zucchini crop grown under a Mediterranean climate using the Penman-Monteith equation and its simplified version. *Australian Journal of Agricultural Research*, 55(9): 931-937.
- Saydam, Ş. 2011. Domatesin (*Lycopersicon esculentum* L.) beslenme durumlarının uzaktan algılama teknik ve teknolojileri ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi. Antalya. 186 s.



- Selenay, F. 1986. Damla sulama yöntemi ile domates bitkisinin uygun sulama aralığı ve uygulanacak su miktarının saptanması. Doktora Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Shideed, K. Oweis, T.Y. Gabr, M. and Osman, M. 2005. Assessing on-farm water use efficiency: A new approach. ICARDA/ESCWA, Aleppo, Syria, 86 s.
- Sıralı, R. Uğur, A. ve Kocamanoğlu, Ç. 2012. Bombus arılarının seralarda kullanım olanakları. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 16-20.
- 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, Şanlıurfa.
- Slack, D. C. Martin, E.C. Sheta, A.E. Fox, F. 1996. Crop coefficients normalized for climatic variability with growing-degree-day, Proceedings of the international conference on evapotranspiration and irrigation Scheduling. San Antonio, TX, USA, 892-898.
- Sönmez, B. ve Tahmiscioğlu M.S. 2016. Türkiye’de sulanan bitkilerin bitki su tüketimi rehberi. Tarımsal Araştırmalar ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara, 306 s.
- Sönmez, K. ve Ellialtıoğlu, Ş.Ş. 2014. Domates, Karotenoidler ve Bunları Etkileyen Faktörler Üzerine Bir İnceleme. *Derim*, 31(2): 107-130.
- Stanghellini, C. Bosma, A.H. Gabriels, P.C.J. Werkoven, C. 1990. The water consumption of agricultural crops: How crop coefficient are affected by crop geometry and microclimate. *Acta Hort.*, 278: 509-516.
- Steduto, P. Hsiao, T.C. Fereres, E. and Raes, D. 2012. FAO irrigation and drainage paper 66. Crop Yield Response to Water, Roma, pp. 505.
- Şahin, Ü. Özdeniz, A. Zülkadir, A. ve Alan, R. 1998. Sera koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bitkisinde farklı yetiştirme ortamlarının verim, kalite ve bitki gelişmesine olan etkileri. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, 22: 71-79.
- Taki, M. Rohani, A. and Rahmati-Joneidabad, M. 2018. Solar thermal simulation and applications in greenhouse. *Information Processing in Agriculture*, 5(1): 83–113.
- Tarı, A. ve Sapmaz, M. 2017. Farklı sulama düzeylerinin serada yetiştirilen domatesin verim ve kalitesine etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 6(2): 11-17.
- Tezcan, N. Taşpınar, H. ve Selek, S. 2017. Sera gölgelemede ışık seçici ağların kullanımı. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (2): 115-124.
- Titiz, K.S. 2004. Modern seracılık. Antalya Sanayicileri ve İş Adamları Derneği Yayını, Antalya.
- Toprakçı, N. ve Göçmen, H. 2016. Domates zararlıları. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 5: 60-65.
- TÜİK. 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> [Son erişim tarihi: 21.09.2019].

- TÜİK. 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> [Son erişim tarihi: 15.11.2019].
- Tüzel, İ.H. Meric, K.M. and Tüzel, Y. 2006. Crop coefficients in simplified hydroponic systems. *Acta Horticulturae*, 719: 551-556.
- Tüzel, İ.H. Ul, M.A. and Tüzel, Y. 1993. Effects of different irrigation intervals and rates in sprig-season glasshouse tomato production: II fruit quality. *Solanacea in Mild Winter Climates, Acta Horticulturae*, 389-396.
- Ulaş, F. ve Yetişir, H. 2016. Sebzelede aşılama: Tarihçesi, kullanımı, dünyadaki ve türkiye'deki gelişimi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5: 345-354.
- United Nations. 2017. World population prospects: The 2017 revision, department of economic and social affairs population division. Data Booklet, New York, pp. 19.
- Uzun, B. 2010. Fotosentetik aktif radyasyon ölçümlerinde led ve fotodiyotların hassas tarım açısından kullanılabilirliği üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 98 s.
- Uzun, B. ve Demir, V. 2012. Fotosentetik aktif radyasyon (FAR) ölçümlerinde led ve fotodiyotların kullanımı. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 18: 214-225.
- Wright, J.L. 1982. New evapotranspiration crop coefficients. *J. Irrig. Drain. Div. ASCE*, 08: 57-74.
- Yan, H. Zhang, C. Coenders Gerrits, M. Acquah, S.J. Zhang, H. Wu, H. Zhao, B. Huang, S. and Fu, H. 2018. Parametrization of aerodynamic and canopy resistances for modeling evapotranspiration of greenhouse cucumber. *Agricultural and Forest Meteorology*, 262: 370-378.
- Yang, X. Short, T.H. Fox, R.D. and Bauerle, W.L. 1990. Transpiration, leaf temperature and stomatal resistance of a greenhouse cucumber crop. *Agricultural and Forest Meteorology*, 51(3-4): 197-209.
- Yazgan, S. Değirmenci, H. ve Demirtaş, Ç. 2000. Bursa koşullarında sanayi domatesi su verim ilişkilerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Akdeniz Üni. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 13(1): 1-9.
- Yelboğa, K. 2014. Tarımın büyüyen gücü: Fide sektörü. *Bahçe Haber*, 3(2): 13-16.
- Yeshiwas, Y. Belew, D. and Tolessa, K. 2016. Growth and physiological responses of different tomato (*Solanum lycopersicum*) varieties in relation to growth conditions. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 24(9): 2904-2908.
- Yetişir, H. Yarşi, G. ve Sarı, N. 2004. Sebzelede aşılama. *Bahçe*, 33(1-2): 27-37.
- Yıldırım, M. ve Bahar, E. 2017. Arazi koşullarında üç farklı bitki yoğunluğunda yetiştirilen domates'in (*Lycopersicum esculentum* L.) su ve radyasyon kullanım etkinliği. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(1): 39-45.
- Yıldırım, O. 2003. Sulama sistemlerinin tasarımı, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:1536/489, Ankara, 348 s.
- YMS. 2018. Türkiye Yaş Meyve ve Sebze İhracatçı Birlikleri. <http://www.yms.org.tr/tr/> [Son erişim tarihi: 21.09.2019].
- Yüksel, A.N. 2004. Sera yapım tekniği. *Hasad Yayıncılık*, İstanbul, 287 s.

- Zhang, H. Xiong, Y. Huang, G. Xu, X. and Huang, Q. 2017. Effects of water stress on processing tomatoes yield, quality and water use efficiency with plastic mulched drip irrigation in sandy soil of the hetao irrigation district. *Agricultural Water Management*, 179: 205-214.
- Zhang, L. and Lemeur, R. 1992. Effect of aerodynamic resistance on energy balance and Penman-Monteith estimates of evapotranspiration in greenhouse conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 58(3-4): 209-228.
- Zhao, W. Li, J. Wang, Z. and Li, Y. 2013. Developing crop coefficients and pan coefficient for greenhouse-grown tomato under drip irrigation. *ASABE Annual International Meeting Paper*. Paper number: 131591086.

## 7. EKLER

Ek. 1. Yetiştirme dönemi boyunca sera içinde ölçülen iklimsel değerler (\*)

Tarih	DSGS	T <sub>min</sub> (°C)	T <sub>ort</sub> (°C)	T <sub>mak</sub> (°C)	RH <sub>min</sub> (%)	RH <sub>ort</sub> (%)	RH <sub>mak</sub> (%)	u (m s <sup>-1</sup> )	R <sub>s</sub> (W m <sup>-2</sup> )
24.02.2020	1	5.0	14.4	27.6	27.0	67.3	94.1	0.2	114.0
25.02.2020	2	7.3	16.7	29.8	14.2	49.1	85.4	0.2	119.0
26.02.2020	3	5.2	15.1	28.0	19.9	57.4	90.6	0.2	119.0
27.02.2020	4	8.5	13.9	21.6	58.4	86.1	96.0	0.3	33.0
28.02.2020	5	13.0	18.0	27.3	46.0	75.1	94.7	0.4	95.0
29.02.2020	6	8.9	13.1	23.0	28.6	66.1	88.8	0.4	72.0
1.03.2020	7	9.1	16.9	28.0	19.6	46.9	87.8	0.2	120.0
2.03.2020	8	5.6	15.0	27.2	28.4	67.2	89.6	0.1	125.0
3.03.2020	9	7.1	16.0	28.2	34.1	67.9	89.6	0.1	123.0
4.03.2020	10	8.4	17.2	29.3	30.0	65.1	93.0	0.1	125.0
5.03.2020	11	10.7	15.0	24.9	38.8	74.0	88.0	0.2	40.0
6.03.2020	12	8.0	17.3	31.0	22.9	66.2	93.3	0.2	128.0
7.03.2020	13	7.9	17.2	29.8	26.3	67.3	91.6	0.1	133.0
8.03.2020	14	7.7	16.9	29.7	29.4	65.4	89.1	0.1	127.0
9.03.2020	15	8.7	18.8	32.5	20.2	54.1	82.8	0.1	123.0
10.03.2020	16	10.0	19.1	31.1	28.3	65.0	92.9	0.1	126.0
11.03.2020	17	9.0	16.3	26.6	31.3	71.1	93.3	0.2	92.0
12.03.2020	18	10.2	17.7	30.4	21.8	60.8	91.4	0.1	55.0
13.03.2020	19	14.7	18.6	23.9	47.6	65.3	92.2	0.1	31.0
14.03.2020	20	14.0	20.6	29.8	41.3	74.4	95.2	0.1	124.0
15.03.2020	21	15.1	17.6	21.6	63.0	84.7	94.4	0.1	20.0
16.03.2020	22	10.2	16.8	28.3	43.8	78.2	97.2	0.2	89.0
17.03.2020	23	7.9	13.9	25.6	20.3	43.2	91.4	0.3	145.0
18.03.2020	24	8.6	15.2	28.0	14.4	26.8	43.7	0.3	148.0
19.03.2020	25	6.2	14.0	26.4	22.1	38.3	56.0	0.3	146.0
20.03.2020	26	7.2	16.3	32.5	16.9	45.9	75.4	0.2	140.0
21.03.2020	27	8.1	16.9	30.2	16.4	48.5	81.0	0.1	150.0
22.03.2020	28	5.9	15.0	26.6	23.5	63.6	87.1	0.2	122.0
23.03.2020	29	10.2	16.7	27.8	36.8	69.6	88.8	0.2	102.0
24.03.2020	30	8.0	16.6	29.0	28.1	66.5	92.1	0.1	129.0
25.03.2020	31	9.5	18.7	31.6	28.6	64.5	90.4	0.2	147.0
26.03.2020	32	9.3	17.8	31.6	26.8	69.0	91.0	0.1	84.0
27.03.2020	33	13.6	19.0	31.2	25.9	69.9	90.3	0.2	69.0
28.03.2020	34	12.3	19.9	32.6	33.4	69.7	93.2	0.2	132.0
29.03.2020	35	8.8	17.2	29.9	29.4	69.0	93.5	0.2	109.0
30.03.2020	36	8.4	17.6	29.9	20.3	59.8	90.6	0.1	135.0
31.03.2020	37	11.5	15.8	28.6	26.8	68.7	88.0	0.1	46.0

## Ek. 1'in devamı.

Tarih	DSGS	T <sub>min</sub> (°C)	T <sub>ort</sub> (°C)	T <sub>mak</sub> (°C)	RH <sub>min</sub> (%)	RH <sub>ort</sub> (%)	RH <sub>mak</sub> (%)	u (m s <sup>-1</sup> )	R <sub>s</sub> (W m <sup>-2</sup> )
1.04.2020	38	13.0	20.2	31.8	26.0	58.5	88.4	0.1	145.0
2.04.2020	39	11.9	19.2	30.0	32.5	68.2	90.8	0.1	106.0
3.04.2020	40	10.2	19.3	33.8	18.5	57.7	92.4	0.1	162.0
4.04.2020	41	10.2	18.1	30.5	26.8	63.3	86.3	0.1	109.0
5.04.2020	42	14.1	20.8	36.6	24.3	61.7	91.6	0.1	68.0
6.04.2020	43	14.7	19.8	29.3	43.8	78.8	95.4	0.3	104.0
7.04.2020	44	11.5	19.6	32.1	34.7	70.4	94.4	0.2	145.0
8.04.2020	45	11.8	18.8	29.8	34.1	72.9	94.5	0.2	100.0
9.04.2020	46	13.1	16.9	28.1	39.1	77.4	94.0	0.2	71.0
10.04.2020	47	9.2	19.4	31.3	29.1	65.1	94.8	0.2	174.0
11.04.2020	48	10.4	21.0	34.4	13.8	48.2	85.5	0.2	185.0
12.04.2020	49	9.8	21.2	33.1	12.9	44.5	74.2	0.1	176.0
13.04.2020	50	10.3	19.6	31.3	22.0	57.2	86.9	0.2	174.0
14.04.2020	51	10.4	19.5	28.8	33.2	64.9	88.0	0.2	173.0
15.04.2020	52	13.2	17.7	28.6	40.3	72.2	89.5	0.1	72.0
16.04.2020	53	13.7	22.1	33.3	17.4	51.9	88.4	0.1	151.0
17.04.2020	54	13.2	22.8	34.3	17.9	43.2	70.3	0.1	183.0
18.04.2020	55	11.9	21.5	32.7	25.7	55.9	82.4	0.2	166.0
19.04.2020	56	11.0	20.6	31.2	26.3	57.3	82.4	0.1	170.0
20.04.2020	57	10.8	20.7	34.0	28.7	56.5	83.1	0.1	163.0
21.04.2020	58	14.5	20.8	30.9	26.2	64.2	88.9	0.1	130.0
22.04.2020	59	13.7	20.2	31.9	30.8	68.6	90.1	0.1	127.0
23.04.2020	60	15.1	21.8	32.4	23.8	57.5	86.7	0.1	130.0
24.04.2020	61	13.3	17.1	23.1	55.2	81.0	92.5	0.1	43.0
25.04.2020	62	9.6	19.7	30.2	27.4	65.5	94.5	0.1	185.0
26.04.2020	63	10.2	20.2	31.3	26.6	64.0	90.0	0.1	171.0
27.04.2020	64	11.7	20.3	30.9	35.4	63.8	90.2	0.1	176.0
28.04.2020	65	10.2	20.1	30.9	31.1	61.8	86.0	0.1	181.0
29.04.2020	66	11.6	21.3	31.3	30.8	59.4	86.8	0.1	165.0
30.04.2020	67	13.3	18.7	28.0	42.3	75.8	90.1	0.2	60.0
1.05.2020	68	13.2	21.8	34.2	30.8	68.5	94.3	0.2	172.0
2.05.2020	69	13.6	21.0	31.6	40.6	73.1	92.8	0.2	119.0
3.05.2020	70	15.6	18.8	24.3	59.7	82.5	93.4	0.2	37.0
4.05.2020	71	11.7	20.0	32.2	31.9	73.1	94.8	0.2	120.0
5.05.2020	72	13.5	21.2	33.3	27.5	68.1	93.2	0.2	151.0
6.05.2020	73	14.6	23.6	34.3	21.5	53.4	88.5	0.2	179.0
7.05.2020	74	14.2	19.5	28.7	46.0	79.9	92.9	0.2	58.0

## Ek. 1'in devamı.

Ta rih	DSGS	T <sub>min</sub> (°C)	T <sub>ort</sub> (°C)	T <sub>mak</sub> (°C)	RH <sub>min</sub> (%)	RH <sub>ort</sub> (%)	RH <sub>mak</sub> (%)	u (m s <sup>-1</sup> )	R <sub>s</sub> (W m <sup>-2</sup> )
8.05.2020	75	16.1	21.4	31.6	35.4	73.0	93.5	0.2	115.0
9.05.2020	76	15.1	24.2	36.3	17.6	42.7	83.3	0.1	186.0
10.05.2020	77	13.5	23.6	36.0	17.5	54.4	83.4	0.1	182.0
11.05.2020	78	13.9	22.5	33.2	33.1	64.5	88.0	0.1	167.0
12.05.2020	79	13.9	22.5	31.8	40.4	66.7	89.1	0.1	162.0
13.05.2020	80	14.3	23.6	33.3	40.7	66.7	90.6	0.2	174.0
14.05.2020	81	15.4	25.5	36.3	34.2	66.0	96.3	0.1	173.0
15.05.2020	82	18.3	29.6	42.8	15.6	52.4	89.6	0.1	164.0
16.05.2020	83	19.6	31.3	44.6	14.3	50.5	83.2	0.1	162.0
17.05.2020	84	21.4	33.6	48.1	9.0	41.0	80.5	0.1	168.0
18.05.2020	85	23.6	32.6	44.1	15.1	39.2	63.7	0.1	160.0
19.05.2020	86	22.4	33.5	47.3	9.5	38.8	68.1	0.1	153.0
20.05.2020	87	22.3	30.3	40.7	15.7	42.3	66.6	0.1	108.0
21.05.2020	88	19.8	27.8	37.3	19.5	53.3	90.3	0.1	104.0
22.05.2020	89	19.1	25.7	40.0	30.0	66.5	91.5	0.5	126.0
23.05.2020	90	15.9	23.3	34.4	10.9	26.8	50.1	0.2	189.0
24.05.2020	91	15.4	23.5	34.0	13.5	27.5	42.1	0.2	192.0
25.05.2020	92	18.2	27.0	37.7	9.7	29.9	74.8	0.2	184.0
26.05.2020	93	15.2	23.6	33.5	31.5	60.6	86.1	0.1	176.0
27.05.2020	94	14.4	23.0	32.3	35.3	64.6	89.0	0.2	151.0
28.05.2020	95	15.6	22.4	31.7	31.0	62.8	90.6	0.3	159.0
29.05.2020	96	13.6	22.9	32.0	25.4	50.4	84.0	0.2	169.0
30.05.2020	97	13.6	22.9	32.4	29.5	60.5	85.9	0.1	174.0
31.05.2020	98	14.0	22.1	33.0	38.1	66.6	89.6	0.1	146.0
1.06.2020	99	15.4	19.7	26.3	48.2	69.9	90.4	0.3	44.0
2.06.2020	100	14.9	23.3	34.6	25.4	56.9	86.1	0.1	166.0
3.06.2020	101	13.5	22.3	32.1	34.2	66.4	90.5	0.2	133.0
4.06.2020	102	15.0	23.8	33.2	35.7	65.1	92.9	0.1	180.0
5.06.2020	103	14.5	24.3	33.8	33.2	61.3	87.6	0.1	181.0
6.06.2020	104	15.1	26.0	37.9	20.9	53.0	86.2	0.1	155.0
7.06.2020	105	15.6	26.9	38.5	17.6	40.4	66.8	0.1	186.0
8.06.2020	106	14.8	26.1	37.3	19.4	43.4	80.7	0.1	197.0
9.06.2020	107	13.6	24.9	35.2	34.9	58.9	84.3	0.1	177.0
10.06.2020	108	16.7	25.7	34.7	37.0	63.8	89.8	0.1	172.0
11.06.2020	109	18.2	25.7	34.4	39.1	66.8	91.3	0.1	156.0
12.06.2020	110	16.9	25.9	35.3	32.5	64.1	91.4	0.1	180.0
13.06.2020	111	16.9	25.6	34.6	30.1	61.1	90.9	0.1	165.0

## Ek. 1'in devamı.

Tarih	DSGS	T <sub>min</sub> (°C)	T <sub>ort</sub> (°C)	T <sub>mak</sub> (°C)	RH <sub>min</sub> (%)	RH <sub>ort</sub> (%)	RH <sub>mak</sub> (%)	u (m s <sup>-1</sup> )	R <sub>s</sub> (W m <sup>-2</sup> )
14.06.2020	112	16.5	24.8	34.5	36.2	67.3	92.1	0.1	140.0
15.06.2020	113	17.3	26.1	35.2	38.0	63.9	87.4	0.1	179.0
16.06.2020	114	18.1	26.3	36.0	37.2	66.1	88.4	0.1	159.0
17.06.2020	115	18.7	26.3	35.1	44.5	67.8	88.4	0.1	164.0
18.06.2020	116	18.3	26.8	36.0	30.7	63.5	90.6	0.1	167.0
19.06.2020	117	21.4	29.9	39.2	18.4	37.8	78.8	0.2	151.0
20.06.2020	118	23.5	30.7	40.7	17.6	38.8	69.2	0.1	162.0
21.06.2020	119	20.2	27.6	36.8	28.2	56.2	79.9	0.1	173.0
22.06.2020	120	17.7	27.2	36.6	25.2	56.9	80.4	0.1	182.0
23.06.2020	121	20.9	26.9	36.0	39.8	68.8	95.2	0.3	151.0
24.06.2020	122	18.4	27.4	36.1	35.2	61.1	92.2	0.2	181.0
25.06.2020	123	18.8	29.4	40.6	19.0	55.6	89.7	0.1	182.0
26.06.2020	124	20.8	31.9	44.1	15.4	50.6	83.2	0.1	179.0
27.06.2020	125	21.7	33.1	44.2	15.1	44.9	84.0	0.1	183.0
28.06.2020	126	22.1	33.6	44.5	12.8	40.1	67.5	0.1	185.0
29.06.2020	127	22.1	32.8	44.8	12.1	46.1	82.0	0.1	183.0

(\*) Çizelgede DSGS, dikimden sonraki gün sayısını; T<sub>min</sub>, sera içinde ölçülen minimum sıcaklık değerlerini (°C); T<sub>ort</sub>, sera içinde ölçülen ortalama sıcaklık değerlerini (°C); T<sub>mak</sub>, sera içinde ölçülen maksimum sıcaklık değerlerini (°C); RH<sub>min</sub>, sera içinde ölçülen minimum bağıl nem değerlerini (%); RH<sub>ort</sub>, sera içinde ölçülen ortalama bağıl nem değerlerini (%); RH<sub>mak</sub>, sera içinde ölçülen maksimum bağıl nem değerlerini (%); u, sera içinde ölçülen rüzgâr hızı değerlerini (m s<sup>-1</sup>); R<sub>s</sub>, sera içinde ölçülen solar radyasyon değerlerini (W m<sup>-2</sup>) ifade etmektedir.

**Ek. 2.** Yetiştirme dönemi boyunca bitki taçında farklı yüksekliklerde ölçülen sıcaklık (T) ve bağıl nem (RH) değerleri (\*)

Tarih	DSGS	T <sub>alt</sub> (°C)	T <sub>orta</sub> (°C)	T <sub>üst</sub> (°C)	RH <sub>alt</sub> (%)	RH <sub>orta</sub> (%)	RH <sub>üst</sub> (%)
24.02.2020	1			14.4			67.3
25.02.2020	2			16.7			49.1
26.02.2020	3			15.1			57.4
27.02.2020	4			13.9			86.1
28.02.2020	5			18.0			75.1
29.02.2020	6			13.1			66.1
1.03.2020	7			16.9			46.9
2.03.2020	8			15.0			67.2
3.03.2020	9			16.0			67.9
4.03.2020	10			17.2	64.7		65.1
5.03.2020	11	15.0		15.0	90.5		74.0
6.03.2020	12	17.4		17.3	79.9		66.2
7.03.2020	13	17.7		17.2	80.0		67.3
8.03.2020	14	17.0		16.9	79.8		65.4
9.03.2020	15	19.3		18.8	67.4		54.1
10.03.2020	16	18.6		19.1	79.8		65.0
11.03.2020	17	16.6		16.3	81.5		71.1
12.03.2020	18	18.3		17.7	76.8		60.8
13.03.2020	19	18.8		18.6	82.6		65.3
14.03.2020	20	20.7		20.6	87.3		74.4
15.03.2020	21	17.4		17.6	97.8		84.7
16.03.2020	22	16.9		16.8	90.1		78.2
17.03.2020	23	14.7		13.9	56.4		43.2
18.03.2020	24	16.0		15.2	41.2		26.8
19.03.2020	25	14.6		14.0	53.5		38.3
20.03.2020	26	16.1		16.3	61.8		45.9
21.03.2020	27	17.3		16.9	63.9		48.5
22.03.2020	28	15.8		15.0	78.3		63.6
23.03.2020	29	17.5		16.7	82.7		69.6
24.03.2020	30	17.3		16.6	79.1		66.5
25.03.2020	31	19.4		18.7	78.1		64.5
26.03.2020	32	18.0		17.8	84.3		69.0
27.03.2020	33	18.8		19.0	87.2		69.9
28.03.2020	34	19.6		19.9	85.9		69.7
29.03.2020	35	16.6		17.2	84.2		69.0
30.03.2020	36	18.2		17.6	74.8		59.8
31.03.2020	37	15.9		15.8	84.2		68.7



## Ek. 2'nin devamı.

Tarih	DSGS	T <sub>alt</sub> (°C)	T <sub>orta</sub> (°C)	T <sub>üst</sub> (°C)	RH <sub>alt</sub> (%)	RH <sub>orta</sub> (%)	RH <sub>üst</sub> (%)
1.04.2020	38	20.4		20.2	77.0		58.5
2.04.2020	39	18.8		19.2	86.4		68.2
3.04.2020	40	19.0		19.3	74.0		57.7
4.04.2020	41	18.1		18.1	81.3		63.3
5.04.2020	42	20.4		20.8	84.6		61.7
6.04.2020	43	20.1		19.8	90.2		78.8
7.04.2020	44	20.0		19.6	82.9		70.4
8.04.2020	45	18.7		18.8	88.3		72.9
9.04.2020	46	16.8		16.9	91.5		77.4
10.04.2020	47	18.7		19.4	81.9		65.1
11.04.2020	48	20.6		21.0	68.1		48.2
12.04.2020	49	20.5		21.2	64.1		44.5
13.04.2020	50	19.4		19.6	75.5		57.2
14.04.2020	51	19.3		19.5	83.1		64.9
15.04.2020	52	17.5		17.7	92.5		72.2
16.04.2020	53	20.9		22.1	75.2		51.9
17.04.2020	54	21.2		22.8	71.4		43.2
18.04.2020	55	20.2		21.5	79.6		55.9
19.04.2020	56	19.7		20.6	80.7		57.3
20.04.2020	57	20.2	21.2	20.7	79.2	59.6	56.5
21.04.2020	58	20.0	20.5	20.8	88.2	72.8	64.2
22.04.2020	59	19.6	20.1	20.2	89.5	74.2	68.6
23.04.2020	60	20.7	21.4	21.8	85.1	63.9	57.5
24.04.2020	61	16.9	17.0	17.1	98.5	92.3	81.0
25.04.2020	62	19.0	19.2	19.7	85.3	70.2	65.5
26.04.2020	63	19.5	19.9	20.2	84.1	69.3	64.0
27.04.2020	64	19.7	20.1	20.3	83.2	67.9	63.8
28.04.2020	65	19.8	20.1	20.1	81.5	65.2	61.8
29.04.2020	66	20.7	21.1	21.3	80.8	62.1	59.4
30.04.2020	67	18.2	18.3	18.7	96.9	86.5	75.8
1.05.2020	68	20.7	21.0	21.8	87.8	75.5	68.5
2.05.2020	69	20.0	20.0	21.0	92.0	81.6	73.1
3.05.2020	70	18.2	18.1	18.8	98.8	91.7	82.5
4.05.2020	71	19.0	19.2	20.0	91.8	79.9	73.1
5.05.2020	72	20.9	21.5	21.2	84.5	70.2	68.1
6.05.2020	73	23.0	23.8	23.6	76.3	55.2	53.4
7.05.2020	74	19.3	19.5	19.5	96.6	86.3	79.9

## Ek. 2'nin devamı.

Tarih	DSGS	T <sub>alt</sub> (°C)	T <sub>orta</sub> (°C)	T <sub>üst</sub> (°C)	RH <sub>alt</sub> (%)	RH <sub>orta</sub> (%)	RH <sub>üst</sub> (%)
8.05.2020	75	20.5	21.1	21.4	91.8	78.0	73.0
9.05.2020	76	23.2	24.4	24.2	70.8	41.1	42.7
10.05.2020	77	23.3	23.7	23.6	75.7	53.1	54.4
11.05.2020	78	22.4	22.7	22.5	83.5	67.3	64.5
12.05.2020	79	21.9	22.3	22.5	88.6	72.4	66.7
13.05.2020	80	22.7	23.4	23.6	87.6	72.3	66.7
14.05.2020	81	24.2	25.0	25.5	86.4	70.5	66.0
15.05.2020	82	26.8	28.3	29.6	82.9	55.7	52.4
16.05.2020	83	28.5	30.2	31.3	81.5	51.3	50.5
17.05.2020	84	30.1	32.5	33.6	73.3	39.4	41.0
18.05.2020	85	30.0	31.3	32.6	68.3	36.2	39.2
19.05.2020	86	30.8	31.5	33.5	66.1	37.2	38.8
20.05.2020	87	28.1	28.4	30.3	70.2	41.1	42.3
21.05.2020	88	26.7	26.6	27.8	78.2	56.3	53.3
22.05.2020	89	24.6	24.4	25.7	83.6	70.0	66.5
23.05.2020	90	23.3	22.9	23.3	48.3	24.1	26.8
24.05.2020	91	23.9	23.4	23.5	45.7	24.3	27.5
25.05.2020	92	26.2	26.7	27.0	51.2	27.7	29.9
26.05.2020	93	23.6	23.7	23.6	78.3	62.7	60.6
27.05.2020	94	22.4	22.8	23.0	83.1	67.1	64.6
28.05.2020	95	21.9	22.2	22.4	79.8	64.8	62.8
29.05.2020	96	22.1	22.2	22.9	70.7	50.0	50.4
30.05.2020	97	22.5	22.7	22.9	80.8	63.6	60.5
31.05.2020	98	21.7	21.9	22.1	86.1	69.9	66.6
1.06.2020	99	19.0	18.9	19.7	90.7	75.6	69.9
2.06.2020	100	22.7	22.8	23.3	76.4	57.7	56.9
3.06.2020	101	21.5	21.8	22.3	86.6	72.1	66.4
4.06.2020	102	22.9	23.1	23.8	84.9	71.4	65.1
5.06.2020	103	23.5	23.7	24.3	82.8	67.8	61.3
6.06.2020	104	24.4	24.7	26.0	76.2	55.2	53.0
7.06.2020	105	25.4	25.7	26.9	62.9	38.2	40.4
8.06.2020	106	25.8	25.8	26.1	65.1	42.7	43.4
9.06.2020	107	25.4	25.1	24.9	76.8	59.1	58.9
10.06.2020	108	26.0	25.8	25.7	83.2	68.6	63.8
11.06.2020	109	25.9	25.6	25.7	84.5	72.0	66.8
12.06.2020	110	25.6	25.3	25.9	83.9	71.5	64.1
13.06.2020	111	25.2	25.0	25.6	79.5	65.2	61.1

## Ek. 2'nin devamı.

Tarih	DSGS	T <sub>alt</sub> (°C)	T <sub>orta</sub> (°C)	T <sub>üst</sub> (°C)	RH <sub>alt</sub> (%)	RH <sub>orta</sub> (%)	RH <sub>üst</sub> (%)
14.06.2020	112	24.7	24.4	24.8	85.2	74.3	67.3
15.06.2020	113	26.4	25.8	26.1	82.0	69.8	63.9
16.06.2020	114	26.6	26.3	26.3	84.9	72.6	66.1
17.06.2020	115	26.5	26.2	26.3	85.8	75.3	67.8
18.06.2020	116	26.6	26.3	26.8	82.9	69.5	63.5
19.06.2020	117	29.2	29.2	29.9	60.4	33.1	37.8
20.06.2020	118	30.0	29.8	30.7	64.0	38.3	38.8
21.06.2020	119	27.7	27.2	27.6	75.6	57.5	56.2
22.06.2020	120	28.1	27.6	27.2	73.7	56.6	56.9
23.06.2020	121	27.9	27.6	26.9	82.6	76.5	68.8
24.06.2020	122	27.7	27.7	27.4	78.4	68.6	61.1
25.06.2020	123	29.5	30.0	29.4	76.0	64.1	55.6
26.06.2020	124	31.6	32.1	31.9	72.3	57.4	50.6
27.06.2020	125	32.8	33.4	33.1	66.8	48.2	44.9
28.06.2020	126	33.3	33.8	33.6	61.1	42.5	40.1
29.06.2020	127	33.0	33.4	32.8	64.5	48.9	46.1

(\*) Çizelgede DSGS, dikimden sonraki gün sayısını; T<sub>alt</sub>, bitki taçının alt yüksekliğinde ölçülen sıcaklık değerlerini (°C); T<sub>orta</sub>, bitki taçının orta yüksekliğinde ölçülen sıcaklık değerlerini (°C); T<sub>üst</sub>, bitki taçının üst yüksekliğinde ölçülen sıcaklık değerlerini (°C); RH<sub>alt</sub>, bitki taçının alt yüksekliğinde ölçülen bağıl nem değerlerini (%); RH<sub>orta</sub>, bitki taçının orta yüksekliğinde ölçülen bağıl nem değerlerini (%); RH<sub>üst</sub>, bitki taçının üst yüksekliğinde ölçülen bağıl nem değerlerini (%) ifade etmektedir.

**Ek. 3.** Yetiştirme dönemi boyunca bitki taçında farklı yüksekliklerde ölçülen fotosentetik aktif radyasyon (PAR) değerleri ve PAR oranı (üst ve alt) (\*)

Tarih	DSGS	PAR <sub>alt</sub> ( $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	PAR <sub>orta</sub> ( $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	PAR <sub>üst</sub> ( $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	PAR oranı (üst ve alt) (%)
24.02.2020	1				
25.02.2020	2				
26.02.2020	3				
27.02.2020	4				
28.02.2020	5				
29.02.2020	6				
1.03.2020	7				
2.03.2020	8				
3.03.2020	9			387.0	
4.03.2020	10			242.0	
5.03.2020	11			82.0	
6.03.2020	12			251.0	
7.03.2020	13			254.0	
8.03.2020	14			247.0	
9.03.2020	15			235.0	
10.03.2020	16			254.0	
11.03.2020	17			181.0	
12.03.2020	18			111.0	
13.03.2020	19			64.0	
14.03.2020	20			244.0	
15.03.2020	21			44.0	
16.03.2020	22			313.0	
17.03.2020	23	277.0		310.0	89.4
18.03.2020	24	280.0		316.0	88.6
19.03.2020	25	280.0		319.0	87.8
20.03.2020	26	263.0		300.0	87.7
21.03.2020	27	277.0		317.0	87.4
22.03.2020	28	227.0		265.0	85.7
23.03.2020	29	189.0		215.0	87.9
24.03.2020	30	231.0		270.0	85.6
25.03.2020	31	264.0		311.0	84.9
26.03.2020	32	144.0		170.0	84.7
27.03.2020	33	117.0		143.0	81.8
28.03.2020	34	225.0		281.0	80.1
29.03.2020	35	184.0		232.0	79.3
30.03.2020	36	222.0		286.0	77.6
31.03.2020	37	78.0		102.0	76.5

## Ek. 3'ün devamı.

Tarih	DSGS	PAR <sub>alt</sub> ( $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	PAR <sub>orta</sub> ( $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	PAR <sub>üst</sub> ( $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	PAR oranı (üst ve alt) (%)
1.04.2020	38	238.0		310.0	76.8
2.04.2020	39	164.0		229.0	71.6
3.04.2020	40	237.0		334.0	71.0
4.04.2020	41	160.0		233.0	68.7
5.04.2020	42	89.0		142.0	62.7
6.04.2020	43	140.0		213.0	65.7
7.04.2020	44	190.0		292.0	65.1
8.04.2020	45	123.0		207.0	59.4
9.04.2020	46	86.0		143.0	60.1
10.04.2020	47	156.0		336.0	46.4
11.04.2020	48	154.0		356.0	43.3
12.04.2020	49	143.0		339.0	42.2
13.04.2020	50	128.0		334.0	38.3
14.04.2020	51	129.0		339.0	38.1
15.04.2020	52	55.0		144.0	38.2
16.04.2020	53	119.0		312.0	38.1
17.04.2020	54	136.0		374.0	36.4
18.04.2020	55	115.0		341.0	33.7
19.04.2020	56	134.0		350.0	38.3
20.04.2020	57	148.0		339.0	43.7
21.04.2020	58	96.0	187.0	236.0	40.7
22.04.2020	59	103.0	170.0	217.0	47.5
23.04.2020	60	125.0	204.0	261.0	47.9
24.04.2020	61	35.0	57.0	87.0	40.2
25.04.2020	62	196.0	282.0	372.0	52.7
26.04.2020	63	177.0	257.0	349.0	50.7
27.04.2020	64	182.0	252.0	353.0	51.6
28.04.2020	65	190.0	263.0	369.0	51.5
29.04.2020	66	169.0	238.0	339.0	49.9
30.04.2020	67	48.0	75.0	125.0	38.4
1.05.2020	68	178.0	246.0	369.0	48.2
2.05.2020	69	117.0	166.0	261.0	44.8
3.05.2020	70	29.0	46.0	82.0	35.4
4.05.2020	71	122.0	194.0	275.0	44.4
5.05.2020	72	163.0	236.0	324.0	50.3
6.05.2020	73	201.0	293.0	408.0	49.3
7.05.2020	74	47.0	82.0	121.0	38.8

## Ek. 3'ün devamı.

Tarih	DSGS	PAR <sub>alt</sub> ( $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	PAR <sub>orta</sub> ( $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	PAR <sub>üst</sub> ( $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	PAR oranı (üst ve alt) (%)
8.05.2020	75	96.0	155.0	249.0	38.6
9.05.2020	76	194.0	240.0	421.0	46.1
10.05.2020	77	192.0	270.0	416.0	46.2
11.05.2020	78	153.0	220.0	341.0	44.9
12.05.2020	79	115.0	176.0	301.0	38.2
13.05.2020	80	119.0	175.0	323.0	36.8
14.05.2020	81	118.0	168.0	325.0	36.3
15.05.2020	82	111.0	118.0	306.0	36.3
16.05.2020	83	107.0	55.0	300.0	35.7
17.05.2020	84	112.0	45.0	312.0	35.9
18.05.2020	85	111.0	72.0	294.0	37.8
19.05.2020	86	111.0	53.0	281.0	39.5
20.05.2020	87	79.0	63.0	214.0	36.9
21.05.2020	88	76.0	91.0	211.0	36.0
22.05.2020	89	88.0	112.0	237.0	37.1
23.05.2020	90	146.0	188.0	364.0	40.1
24.05.2020	91	152.0	199.0	377.0	40.3
25.05.2020	92	147.0	152.0	376.0	39.1
26.05.2020	93	137.0	220.0	363.0	37.7
27.05.2020	94	117.0	184.0	331.0	35.3
28.05.2020	95	114.0	175.0	331.0	34.4
29.05.2020	96	123.0	186.0	354.0	34.7
30.05.2020	97	135.0	204.0	382.0	35.3
31.05.2020	98	99.0	158.0	301.0	32.9
1.06.2020	99	26.0	46.0	95.0	27.4
2.06.2020	100	126.0	195.0	354.0	35.6
3.06.2020	101	99.0	153.0	310.0	31.9
4.06.2020	102	128.0	193.0	389.0	32.9
5.06.2020	103	131.0	195.0	400.0	32.8
6.06.2020	104	102.0	152.0	337.0	30.3
7.06.2020	105	136.0	157.0	406.0	33.5
8.06.2020	106	172.0	158.0	417.0	41.2
9.06.2020	107	170.0	164.0	373.0	45.6
10.06.2020	108	153.0	153.0	347.0	44.1
11.06.2020	109	134.0	135.0	316.0	42.4
12.06.2020	110	164.0	157.0	378.0	43.4
13.06.2020	111	140.0	149.0	355.0	39.4

## Ek. 3'ün devamı.

Tarih	DSGS	PAR <sub>alt</sub> ( $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	PAR <sub>orta</sub> ( $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	PAR <sub>üst</sub> ( $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	PAR oranı (üst ve alt) (%)
14.06.2020	112	117.0	126.0	305.0	38.4
15.06.2020	113	157.0	146.0	387.0	40.6
16.06.2020	114	140.0	125.0	347.0	40.3
17.06.2020	115	133.0	124.0	342.0	38.9
18.06.2020	116	140.0	120.0	360.0	38.9
19.06.2020	117	142.0	108.0	341.0	41.6
20.06.2020	118	150.0	94.0	353.0	42.5
21.06.2020	119	154.0	125.0	369.0	41.7
22.06.2020	120	194.0	145.0	385.0	50.4
23.06.2020	121	161.0	163.0	312.0	51.6
24.06.2020	122	205.0	190.0	389.0	52.7
25.06.2020	123	206.0	191.0	387.0	53.2
26.06.2020	124	202.0	187.0	378.0	53.4
27.06.2020	125	209.0	194.0	384.0	54.4
28.06.2020	126	216.0	196.0	388.0	55.7
29.06.2020	127	223.0	198.0	382.0	58.4

(\*) Çizelgede DSGS, dikimden sonraki gün sayısını; PAR<sub>alt</sub>, bitki tacının alt yüksekliğinde ölçülen fotosentetik aktif radyasyon değerlerini ( $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); PAR<sub>orta</sub>, bitki tacının orta yüksekliğinde ölçülen fotosentetik aktif radyasyon değerlerini ( $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); PAR<sub>üst</sub>, bitki tacının üst yüksekliğinde ölçülen fotosentetik aktif radyasyon değerlerini ( $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); PAR oranı, günlük ölçülen üst PAR sensörüne gelen ışınım değerlerini %100 kabul edip aynı şekilde günlük ölçülen alt PAR sensörüne gelen ışınım değerlerine oranını ifade etmektedir.

**Ek. 4.** Yetiştirme dönemi boyunca ölçülen bitki boyu, yaprak alan indeksi (LAI) ve verim değerleri (\*)

Tarih	DSGS	Bitki boyu (cm)	LAI (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	Verim (t da <sup>-1</sup> )
24.02.2020	1	20.3	0.02	
25.02.2020	2	20.3	0.02	
26.02.2020	3	20.2	0.02	
27.02.2020	4	20.2	0.02	
28.02.2020	5	20.1	0.02	
29.02.2020	6	20.1	0.02	
1.03.2020	7	20.0	0.02	
2.03.2020	8	19.9	0.02	
3.03.2020	9	19.9	0.02	
4.03.2020	10	19.8	0.02	
5.03.2020	11	19.8	0.02	
6.03.2020	12	19.7	0.02	
7.03.2020	13	19.7	0.02	
8.03.2020	14	19.6	0.02	
9.03.2020	15	19.6	0.02	
10.03.2020	16	20.9	0.03	
11.03.2020	17	22.2	0.04	
12.03.2020	18	23.6	0.05	
13.03.2020	19	24.9	0.06	
14.03.2020	20	26.2	0.06	
15.03.2020	21	27.6	0.07	
16.03.2020	22	28.9	0.08	
17.03.2020	23	30.2	0.09	
18.03.2020	24	31.6	0.10	
19.03.2020	25	32.9	0.11	
20.03.2020	26	34.2	0.11	
21.03.2020	27	35.6	0.12	
22.03.2020	28	36.9	0.13	
23.03.2020	29	38.2	0.14	
24.03.2020	30	40.3	0.21	
25.03.2020	31	42.3	0.28	
26.03.2020	32	44.3	0.35	
27.03.2020	33	46.4	0.42	
28.03.2020	34	48.4	0.49	
29.03.2020	35	50.5	0.56	
30.03.2020	36	52.5	0.63	
31.03.2020	37	54.5	0.70	



## Ek. 4'ün devamı.

Tarih	DSGS	Bitki boyu (cm)	LAI (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	Verim (t da <sup>-1</sup> )
1.04.2020	38	56.6	0.78	
2.04.2020	39	58.6	0.85	
3.04.2020	40	60.7	0.92	
4.04.2020	41	62.7	0.99	
5.04.2020	42	64.7	1.06	
6.04.2020	43	66.8	1.13	
7.04.2020	44	69.6	1.25	
8.04.2020	45	72.4	1.37	
9.04.2020	46	75.2	1.49	
10.04.2020	47	78.0	1.60	
11.04.2020	48	80.9	1.72	
12.04.2020	49	83.7	1.84	
13.04.2020	50	86.5	1.96	
14.04.2020	51	89.3	2.08	
15.04.2020	52	92.1	2.20	
16.04.2020	53	95.0	2.32	
17.04.2020	54	97.8	2.44	
18.04.2020	55	100.6	2.55	
19.04.2020	56	103.4	2.67	
20.04.2020	57	106.2	2.79	
21.04.2020	58	109.4	2.91	
22.04.2020	59	112.6	3.02	
23.04.2020	60	115.7	3.13	
24.04.2020	61	118.9	3.25	
25.04.2020	62	122.1	3.36	
26.04.2020	63	125.3	3.48	
27.04.2020	64	128.4	3.59	
28.04.2020	65	131.6	3.70	
29.04.2020	66	134.8	3.82	
30.04.2020	67	138.0	3.93	
1.05.2020	68	141.1	4.05	
2.05.2020	69	144.3	4.16	
3.05.2020	70	147.5	4.27	
4.05.2020	71	150.7	4.39	
5.05.2020	72	153.9	4.50	
6.05.2020	73	157.2	4.61	
7.05.2020	74	160.4	4.73	

## Ek. 4'ün devamı.

Tarih	DSGS	Bitki boyu (cm)	LAI (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	Verim (t da <sup>-1</sup> )
8.05.2020	75	163.7	4.84	
9.05.2020	76	166.9	4.95	
10.05.2020	77	170.1	5.07	
11.05.2020	78	173.4	5.18	
12.05.2020	79	176.6	5.30	
13.05.2020	80	179.9	5.41	
14.05.2020	81	183.1	5.52	
15.05.2020	82	186.4	5.64	
16.05.2020	83	189.6	5.75	
17.05.2020	84	192.9	5.86	
18.05.2020	85	196.1	5.98	0.7
19.05.2020	86	196.6	3.28	
20.05.2020	87	197.1	3.30	
21.05.2020	88	197.6	3.32	
22.05.2020	89	198.1	3.33	
23.05.2020	90	198.7	3.35	1.6
24.05.2020	91	199.2	3.37	
25.05.2020	92	199.7	3.39	
26.05.2020	93	200.2	3.41	
27.05.2020	94	200.7	3.42	3.1
28.05.2020	95	201.2	3.44	
29.05.2020	96	201.7	3.46	
30.05.2020	97	202.2	3.48	0.7
31.05.2020	98	202.7	3.49	
1.06.2020	99	203.2	3.51	
2.06.2020	100	203.3	3.54	
3.06.2020	101	203.3	3.57	0.7
4.06.2020	102	203.3	3.60	
5.06.2020	103	203.3	3.63	
6.06.2020	104	203.4	3.66	0.7
7.06.2020	105	203.4	3.70	
8.06.2020	106	203.4	3.73	
9.06.2020	107	203.5	2.69	
10.06.2020	108	203.5	2.69	1.2
11.06.2020	109	203.5	2.69	
12.06.2020	110	203.6	2.69	
13.06.2020	111	203.6	2.69	

**Ek. 4**'ün devamı.

Tarih	DSGS	Bitki boyu (cm)	LAI (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	Verim (t da <sup>-1</sup> )
14.06.2020	112	203.6	2.69	
15.06.2020	113	203.7	2.69	1.5
16.06.2020	114	203.7	2.69	
17.06.2020	115	203.8	2.69	
18.06.2020	116	203.9	2.69	1.6
19.06.2020	117	204.0	2.69	
20.06.2020	118	204.0	2.69	
21.06.2020	119	204.1	2.69	
22.06.2020	120	204.2	2.69	1.7
23.06.2020	121	204.2	1.63	
24.06.2020	122	204.3	1.63	
25.06.2020	123	204.4	1.63	
26.06.2020	124	204.5	1.63	
27.06.2020	125	204.5	1.63	
28.06.2020	126	204.6	1.63	2.8
29.06.2020	127	204.7	1.63	4.8

(\*) Çizelgede DSGS, dikimden sonraki gün sayısını; LAI, yaprak alan indeksi değerlerini (m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) ifade etmektedir.

## ÖZGEÇMİŞ

**SÜLEYMAN ŞEHİR**  
slymnsehir21@gmail.com



### ÖĞRENİM BİLGİLERİ

<b>Yüksek Lisans</b> 2018-2020	<b>Akdeniz Üniversitesi</b> Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Antalya, TÜRKİYE
<b>Lisans</b> 2014-2018	<b>Akdeniz Üniversitesi</b> Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Antalya, TÜRKİYE

### ESERLER

- 1- **Şehir**, S. Karaca, C. Büyüktaş, D. ve Baştuğ, R. 2019. Domates bitkisinde sulama ve su-verim ilişkileri. 6. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi, Gaziantep, Nisan, pp. 253-253.

### AKADEMİK PROJE BİLGİLERİ

- 1- 2020 Örtüaltında İlkbahar Döneminde Yetiştirilen Domates Bitkisinin Gerçek Su Tüketiminin ( $ET_c$ ) ve Bitki Katsayısının ( $K_c$ ) Belirlenmesi, BAP Y. Lisans, FYL-2020-5287. (Devam Ediyor).
- 2- 2018 Örtüaltında Yetiştirilen Bazı Bitkilerin Gerçek Su Tüketimlerinin ( $ET_c$ ) ve Bitki Katsayılarının ( $K_c$ ) Belirlenmesi, TÜBİTAK Projesi, 117O071. (Devam Ediyor).