

## **Solar Radyasyon ve Bitki Su Tüketimi Arasındaki İlişkinin Domates Bitkisi İçin Belirlenmesi**

**Murat Yıldırım<sup>1</sup>, Erdem Bahar<sup>2</sup>, Okan Erken<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., Çanakkale

<sup>2</sup> Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Kırklareli

**e-posta:** myildirim@comu.edu.tr

### **Özet**

Bitkinin üniform bir şekilde gelişmesi, diğer kültürel faaliyetlerin etkinliğinin artırılması ve ekonomik miktarda ürün verebilmesi yaz aylarındaki kurak dönemlerde bitkinin ihtiyaç duyduğu sulama suyunun düzenli bir şekilde verilmesine bağlıdır. Sulama yönetimi çok farklı yöntemlerle yapılmakta olup, son zamanlarda farklı bitkilerde bitki su tüketimi ve bitki yüzeyine gelen solar radyasyon arasında ilişki kurulmaya çalışılmaktadır. Bu çalışmada, Dardanos araştırma ve uygulama alanına domates (*Lycopersicon esculentum* cv.Star F1) fideleri şaşırtılmış ve tüm yetiştirme dönemi süresince belli aralıklarla A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşmanın tamamı uygulanmıştır. Sulama uygulaması damla sulama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Deneme alanında sıcaklık, nem, ve solar radyasyon gibi iklimsel parametreler bitki yüzeyinden 1.5 m yüksekliğe yerleştirilen HOBO U12 aleti ile saatlik olarak ölçülüp, aletin hafızasına kaydedilmiştir. Bir yetiştirme dönemi içerisinde gelen solar radyasyon değeri 2829 MJ m<sup>-2</sup>, uygulanan sulama suyu miktarı 547.4 mm, bitki su tüketim değeri 786.8 mm olarak elde edilmiştir. Yapılan kültürel uygulamalar ve sulama suyu miktarına karşılık salçalık domates çeşidinde (*Lycopersicon esculentum* cv.Star F1) verim değeri 5754 kg da<sup>-1</sup> olmuştur. Bu araştırma sonucunda elde edilen solar radyasyon ve bitki su tüketimi arasında bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Domates, solar radyasyon, damla sulama, Çanakkale

### **The Irrigation Management for Tomato by Using The Relationship Between Evaporation and Solar Radiation**

#### **Abstract**

The uniform development of plants and to give economic qualities of yield depend on the irrigation during the dry periods in summer. Irrigation management can be done with many different methods, recently the relationship between evapotranspiration and solar radiation has been tried to be established for crop irrigation management. In this study, the relationship between solar radiation and evaporation was tried to be determined. Tomato (*Lycopersicon esculentum* cv.Star F1) was transplanted to the Dardanos research station and evaporation was measured from Class-A pan. The climate parameters of solar radiation (W/m<sup>2</sup>), temperature (°C) and relative humidity (%) at the site were measured by a HOBO U12 data logger at 1-hour intervals throughout the experiment. For the growing season, the total amount of solar radiation, evapotranspiration and applied irrigation water were 2829 MJ m<sup>-2</sup>, 786.8 mm, 547.4 mm, respectively. The yield was 5754 kg da<sup>-1</sup> under the water management applied.

**Keywords :** Tomato, solar radiation, drip irrigation, Çanakkale

#### **Giriş**

Dünya nüfusu yaklaşık olarak 7 milyar civarındadır (Anonim, 2014). Artan bu nüfusun gıda ihtiyacını karşılamada, bitkisel üretimde artışın sağlanması gıda sorununun çözümünde önemli bir aşamayı oluşturmaktadır (Howell, 2001). Bitkisel üretimin artırılmasında önemli bir unsur vardır; bunlardan birincisi, tarım alanlarının genişletilmesi, ikincisi sulama ile daha yoğun tarım yaparak verim artışı sağlamaktır. Gelecekte artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak için daha fazla tarım alanı sulamaya açılacaktır. Gelişmekte olan ülkeler, gelecek 30 yıl içerisinde %12.5 artış oranı ile bitkisel üretimde 120 milyon ha tarım alanına

ihtiyaç duyacaktır, bu gelecek nesillerin gıda ihtiyacını karşılamada çok önemli bir rol oynayacaktır. Gelişmekte olan ülkelerde toplam tarım yapılan alanların 1/5'i sulanmaktadır ve sulamanın rolü gelecekte daha da önemli bir hale gelecektir. Gelişmekte olan ülkelere bir bütün olarak bakıldığında 1997-1999 yılları arasında sulanan alanlar 202 milyon ha iken, 2030 yılında bunun 242 milyon ha'a çıkarılacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle tarımsal teknolojilerdeki gelişmeler çok fazla olmasa da artan nüfusun gıda talebi karşılanmalıdır (Anonim, 2015).

Tarım alanı bugün tatlı su kaynaklarının %72'ni kullanmaktadır (Cai ve Rosegrant, 2003; Aküzüm ve ark., 2010). Bu nedenle tarımda

suyun tasarruflu kullanımı, suyun ve sahip olduğumuz toprak kaynaklarının gelecek nesillere güvenli bir şekilde aktarılması ve tarımın sürdürülebilirliği açısından önemli bir yer tutmaktadır. Sulamanın amacına uygun olabilmesi için kontrollü bir şekilde yapılması, sulama zamanının ve verilecek sulama suyu miktarının bitkide stres yaratmayacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir (Kodal, 1995). Su kalitesi ve sulama zamanı birinci derecede bitkinin fizyolojik gelişimini, ikinci derecede verimi etkilemektedir (Yıldırım ve ark., 2012b). Sulama ve gübreleme birbirleri ile ilişkili faktörler olup verim kaybını önlemekte ve pazarlanabilir ürün elde etmede son derece önemli olmaktadır (Jovicich ve Cantliffe, 2007). Bu nedenle sulama, tarımda yapılan tüm kültürel uygulamaların etkinliğini artırmada önemli bir unsur olmaktadır.

Çanakale ili Türkiye'nin kuzeybatı yönünde bulunan Biga yarımadası üzerinde yer almaktadır. İlin 993 300 ha olan toplam alanının 330 337 ha'ı işlenebilir tarım arazisi ve bu alanın 111 047 ha'ı (%34) sulanabilir durumdadır. Sulanabilir arazinin 73 643 ha (%66.3) sulanmakta, bunun dışında kalan 37 404 ha (%33.7) ise kuru şartlarda kullanılmaktadır. Çanakale'de sulanan alanlar içerisinde 20 372.4 ha alanda sebze tarımı yapılmaktadır. Sebze tarımının yapıldığı en fazla bitki domates ve biber olmaktadır (Anonim, 2010).

Domates fideleri toprağa şaşırtıldıktan sonra, iklime bağlı olarak 100-120 gün içerisinde tüm gelişimini tamamlamaktadır. Bir gelişim dönemi içerisinde, ülkemiz koşullarında iklime bağlı olarak domates'te 370-1670 mm arasında değişen sulama suyuna ihtiyacı bulunmaktadır (Yıldırım, 2012a). Bu süreç içerisinde domates bitkisinde su-verim ilişkisini ortaya koyan bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

İstanbulluoğlu ve Kocaman (1996), Tekirdağ koşullarında domatesin su tüketimini belirlemek için üç farklı sulama uygulaması yapmışlardır. Deneme sonucunda ortalama sulama suyu miktarı 370–523 mm arasında ve ortalama bitki su tüketimi 668–766 mm arasında gerçekleşmiştir.

Özyurt ve ark., (1989), Harran ovasında (36°42' K, 38°51' D) domates bitkisi (SC2121) 140x40 cm dikim deseninde ve killi toprağa şaşırtılmış ve topraktaki nemin %30'u tükettiğinde sulamaya başlanılmıştır. Buna göre Mayıs ayında 10 gün, Haziran da 7 gün,

Temmuz da 6 gün, Ağustos'ta 7 gün, Eylül'de 15 günde bir olmak üzere toplam 18 sulama yapılmış, bitki gelişim döneminde 2115.4 mm buharlaşma olmuş, toplamda 1669.67 mm sulama suyu uygulanmış ve bitki su tüketimi 1742.31 mm elde edilmiştir. Gübre uygulaması olarak 12 kg /da N, 8 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 3 ton çiftlik gübresi uygulanmıştır. Bu uygulamalar sonucunda domatestede 9727.2 kg/da verim elde edilmiştir.

Çetin ve ark., (2002), Eskişehir'de (36°04' K, 30°31' D) killi toprak üzerinde yetiştirilen domates (*Lycopersicum esculantum* cv. Dual Large F1) bitkisinde, A sınıfı buharlaşma kabı yöntemine göre 4 gün aralıklarla bir gelişim döneminde 602 mm sulama suyu uygulanmış, bitki su tüketimi 710 mm olarak bulunmuştur. Gübre uygulaması olarak 18 kg/da N, 12 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> uygulanmış, uygulama'da ½ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 1/3 N dikimden önce, diğer kısımlar 3-4 sulama uygulamasıyla verilmiştir. Bu uygulamalar sonucunda 11.66-17.63 t/da domates verimi elde edilmiştir.

Kırnak ve Kaya (2002), Harran da domates bitkisinde (cv. Falcon) 4 gün sulama aralığında 718 mm sulama suyuna karşılık bitki su tüketimini 838 mm olarak bulmuştur. Gübre uygulaması olarak 15 kg/da N, 10 kg/da P, 20 kg/da K'un %40'nı dikimden önce, %60'nı haftalık olarak damla sulamayla uygulamış ve 9700 kg/da verim elde etmişlerdir.

Bitkisel üretimdeki artış sulama, gübreleme ve radyasyonun bitki gelişimi ve verim üzerine etkilerinin bilinmesi ile mümkün olur. Bir bitki tarafından tutulan fotosentetik aktif radyasyon miktarı bitkinin yaprak alanına ve toprak yüzeyini örtme yüzdesine bağlı olmaktadır (Monteith, 1977). Bitki gelişimi gelen solar radyasyona, gün içerisinde ışıklenme süresine, relatif neme, rüzgar hızı ve sıcaklığa bağlı olmaktadır (Boztok, 1990). Bitki tarafından tutulan solar radyasyonun miktarı bir bitki tarafından üretilen kuru madde miktarını etkilemektedir (Biscoe ve Gallagher, 1978).

Bitki su, bitki besin maddesi alımı ve transpirasyon oranının solar radyasyon ile yakından ilişkilidir (Adams, 1992). Solar radyasyon sulama programlamasında bir parametre olarak kullanılabilir (Jovicich ve Cantliffe, 2007a). Bitkiden terleme yolu ile meydana gelen su kaybı ve bitki taç hacmi tarafından tutulan radyasyon miktarı arasında sıkı bir ilişki vardır, öyleki taç hacmi tarafından

tutulan radyasyon miktarı sulama sistemlerinin otomasyonunda kullanılabilir (Casadesus ve ark., 2011).

Jovicich ve ark., (2007), Floridanın Kuzey bölgesinde dolmalık biberde meyve verim ve kalitesinin farklı sulama ve besin maddelerine karşı gösterdiği tepkiyi belirlemeye çalışmışlardır. Sulama uygulamaları damla sulama yöntemini farklı solar radyasyon değerlerine göre çalıştırmışlardır. Sulamanın başlaması için kullanılan farklı solar radyasyon değerleri sırasıyla  $1.7\pm 0.42$ ,  $3.7\pm 0.42$ ,  $5.7\pm 0.42$ ,  $7.7\pm 0.42$ ,  $9.7\pm 0.42$  kW dk<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> değerine ulaştığında sulama başlatılmış ve günde sırasıyla ortalama  $61\pm 31$ ,  $26\pm 12$ ,  $17\pm 8$ ,  $12\pm 5$  ve  $10\pm 4$  değerlerinde sulama uygulaması olmuştur. Bu uygulamalar arasında sulamanın  $5.7\pm 0.42$  kW dk<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> değerine göre yapıldığı ve günde ortalama  $17\pm 8$  defa sulamanın yapıldığı konuda verim ve kalitenin en iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Higashide (2009), yaz aylarında sera içerisinde domates veriminin çiçeklenme öncesi ve sonrasında farklı periyotlarda solar radyasyon ve sıcaklığın etkisini belirlemiştir. Bitkideki verim ve hasat edilen meyve sayısının çiçeklenme periyoduna kadar solar radyasyonla pozitif ve istatistiki olarak önemli bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada, domates bitkisi için bitki katsayısı, uygulanan sulama suyu miktarı, bitki su tüketimi ve bir gelişme döneminde bitki yüzeyine gelen solar radyasyon ve A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma değerlerinden yararlanarak elde edilen değerler arasında bir ilişki kurulmuş ve bu değerlerin sulama otomasyonunda kullanılabilirliği incelenmiştir.

### **Materyal ve Yöntem**

Deneme Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dardanos Yerleşkesinde bulunan deneme alanında 2012 yılında yürütülmüştür. Deneme alanı coğrafi koordinat sistemi  $40.08^{\circ}$  K,  $28.20^{\circ}$  D boylamı üzerinde yer almaktadır. Domates (*Lycopersicon esculantum* cv.Santa F1) fideleri 16 Mayıs'ta killi-tın toprak bünyesine sahip araziye,  $100\times 33$  cm aralıklarında şaşırtılmıştır. Tüm bitkiler 115 kg/da NPK (18:18:18) gübre uygulamasına tabi tutulmuştur. İklimsel parametreler, solar radyasyon (W/m<sup>2</sup>), sıcaklık T(°C), relatif nem değerleri (%) ve saatlik olarak toprak yüzeyinden 1.5 m yukarıda bitki yüzeyi

üzerine yerleştirilen HOBO U12 veri kaydedicisi ile bitki gelişim dönemi süresince kaydedilmiştir. Solar radyasyon (W/m<sup>2</sup>) saatlik olarak kaydedilmiş ve günlük ortalama değerine Monteith (1977)'de verilen yöntemle göre belirlenmiştir. Serbest su yüzeyinden meydana gelen buharlaşma A-sınıfı buharlaşma kabında ölçülerek tespit edilmiştir. Sulama programı Yıldırım ve ark., (2010)'nın domates bitkisi için belirttikleri gibi, Mayıs ayında-Haziran ayının ilk çeyreğine kadar 10 gün, Haziran ayının ikinci çeyreğinden Temmuz ayı başına kadar 5 gün, Temmuz-Ağustos aylarında 4 gün aralıklarla yapılmıştır. Mevcut toprak nemi her 30 cm'lik katmanda 0-90 cm derinlik için gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. Toprak nemi her sulama sonrası 0-90 cm derinlik için tarla kapasitesine getirilmiştir. Uygulanacak sulama suyu miktarı Doorenbos ve Pruitt (1992)'de belirtilen aşağıdaki eşitliğe göre elde edilmiştir.

$$I=Ep.A.Kcp.P$$

Burada; I: uygulanan sulama suyu miktarı (mm), Ep: iki sulama arasında A-sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma (mm), Kcp: bitki kap katsayısı (kısıt olmadığı için 1 alınmıştır), P: bitki gölgeleme yüzdesi(%).

Bitki su tüketimi James (1993)'in verdiği olduğu aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır,

$$ET=I+P-D-Rf\pm\Delta S$$

Burada, ET: bitki su tüketimi (mm), I: uygulanan sulama suyu (mm), P: etkili yağış(mm), D: drenaj suyu miktarı(mm), Rf: yüzey akış miktarı(mm), ΔS: gravimetrik olarak belirlenen toprak nem değişimi, Drenaj ve yüzey akış olmadığı için bu değerler ihmal edilmiştir.

### **Sonuç ve Tartışma**

Domates bitkisi tüm gelişimini 102 gün içerisinde tamamlamıştır. Bu süreç içerisinde dikim tarihinden itibaren 21 gün içerisinde çiçeklenme, 32 gün içerisinde meyveler misket iriliğine ulaşmış, 50 gün içerisinde yeşil renkli olup tam iriliğe ulaşmış, 60 gün içerisinde meyveler kırmızı renk almaya başlamış ve 1. hasat dikimden 70 gün sonra olmuş ve verim bu hasatta 1052.9 kg/da, 2. hasat 88 gün sonra ve verim 3185.9 kg/da, 3.hasat 104 gün sonra gerçekleşmiş ve verim bu hasatta 1515 kg/da olarak belirlenmiştir. Yapılan en son 4. hasat'ta meyvelerin market değeri olmadığı için hesaplamalara katılmamıştır.

Bir gelişim dönemi içerisinde domates bitkisinde Çanakkale iklim koşullarında 547 mm sulama suyu uygulanmış, bitki su tüketim değeri 28 Ağustos tarihine kadar 639.8 mm olarak elde edilmiştir. Toprak nem değişimine göre elde edilen bitki su tüketim değerleri ve iklim değerlerinden yararlanarak elde edilen referans bitki su tüketim değerleri Şekil 1’de verilmiştir.

Bitki katsayısı Şekil 1’de görüldüğü gibi fide dikiminden (16 Mayıs) meyvelerin misket büyüklüğüne geliş (10 Haziran) dönemine kadar 0.35-0.40 arasında değişim göstermiştir. Bu dönemden sonra Temmuz ayının ilk çeyreğine kadar bitkide meyve gelişimi doğrusal bir artış göstermiş ve bu noktada bitki katsayısı 1.15 değeri ile pik değerine ulaşmıştır. Bitki katsayısının pik değere ulaştığı bu dönemde meyveler yeşil reklı olup market iriliğine gelmiştir. Temmuz ayının ilk çeyreğinden sonra meyvelerde kırmızı renk alma olayı hızlanmış ve yaklaşık 24 Temmuz’da ilk hasat gerçekleştirilmiş ve bu hasatta 1052.9 kg/da verim elde edilmiştir. İkinci hasat 11 Ağustos tarihinde gerçekleştirilmiş ve bu hasatta 3185.9 kg/da verim elde edilmiştir. Bu dönemden sonra bitki yapraklarında hızlı bir dökülme bitki gelişiminde yavaşlama nedeniyle 28 Ağustos tarihinde yapılan 3.hasatta 1515 kg/da verim elde edilmiş ve bu tarihte bitki katsayısı 0.65 değerine düşmüştür. Çanakkale koşullarında domates bitkisi dikiminden itibaren 25. gün’den sonra çok hızlı bir vejetatif ve generatif gelişme dönemi içerisine girmiş ve meyvelerin kızardığı dönem olan 80.güne kadar bu gelişim hızlı bir şekilde devam etmiştir. Bu nedenle bu dönemlerde yapılacak su kısıtı, domates gibi su kısıtına karşı duyarlı olan bitkide önemli bir verim kaybına neden olacaktır, bu nedenle mümkünse bu dönemlerde su kısıtına gidilmemelidir. Bitkinin araziye şaşırtılmasından itibaren 90 gün’den sonra bitki yapraklarında ve meyve gelişiminde önemli yavaşlamalar olduğu için bitki su tüketiminde günlük olarak azalmalar meydana gelmiştir, bu sebeple 90.gün’den sonra belli oranlarda yapılacak su kısıtı verimi önemli derecede etkilemeyecektir.

Günlük A-sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma ve günlük solar radyasyon değerlerine Şekil 2’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi domatesteki çiçeklenme ve meyve oluşum başlangıcı olan 16 günlük periyotta günlük solar radyasyon değerleri 15-25 MJm<sup>-2</sup> arasında değişim

gösterirken, meyve oluşum başlangıcı ve meyvenin olgunlaşması için geçen 44 günlük süreçte günlük solar radyasyon değerleri 25-35 MJm<sup>-2</sup> arasında değişim göstermiştir. Meyvelerin hasat edildiği 1. ve 2. hasat dönemlerinde (28 günlük süreçte) günlük radyasyon artış göstererek 25-40 MJ m<sup>-2</sup> arasında değişim göstermiştir, 3. hasat döneminde bu değerler 25 MJm<sup>-2</sup> den 20 MJm<sup>-2</sup> değerine doğru azalma göstermişlerdir. Bitki gelişiminin hızlı ve gelen radyasyonun yoğun ve aynı zamanda bitki su tüketiminin en fazla olduğu Temmuz ayı ve Ağustos ayının ilk yarısı verim açısından son derece önemli olması nedeniyle, bu periyotta su kısıtına gidilmesi gelen radyasyondan tam faydalanılamayacağı anlamına gelir.

Tüm bitki gelişim dönemi içerisinde A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen günlük buharlaşma ve bitkinin araziye şaşırtılmasından itibaren bitki yüzeyine gelen solar radyasyon değerlerinin kümülatif toplamları arasındaki ilişki Şekil 3’te verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi bu iki parametre arasında R=0.99 ile güçlü bir korelasyonun olduğunu görüyoruz. Bu ilişki günlük olarak gelen solar radyasyonun buharlaşma üzerinde doğrusal bir ilişki içerisinde olduğunu göstermektedir.

Çanakkale koşullarında dikim yapıldığı tarihten itibaren, domates bitkisi gelişim dönemi olan Mayıs-Eylül ayları arasında aylara göre gelen solar radyasyon değerleri ve söz konusu aylarda meydana gelen kümülatif bitki su tüketim değerleri Şekil 4’te verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi bitkinin dikim tarihinden itibaren aylık olarak solar radyasyon ve bitki su tüketim değerleri farklı eğim oranlarına göre doğrusal bir artış sağlamışlardır. Bu ilişkiye göre ayların günlerine bağlı olarak gelen solar radyasyon toplamı ve bu toplama karşılık olabilecek bitki su tüketim değerleri mm cinsinden hesaplanabilecektir.

Bitkinin toprağa şaşırtıldığı 16 Mayıs tarihinden itibaren bitkinin tüm gelişim dönemi içerisinde sulama aralıkları, uygulanan sulama suyu miktarları ve her iki sulama arasındaki solar radyasyon toplamı Şekil 5’de verilmiştir. Buradaki sonuçlara göre, günlük solar radyasyon değerleri ile uygulanan sulama suyu miktarı arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Sulamalara ortalama olarak Mayıs ayı ve Haziran ayının ilk çeyreğine (10 Haziran) kadar

sulama aralığı 10 gün, Haziran ayının 2. ve 3. çeyreğinde (11-30 Haziran arası) sulamalar 5 gün aralığında, Temmuz ve Ağustos aylarında sulama 4 gün aralıklarla sürdürülmüştür. İki sulama arasındaki toplam solar radyasyon değerleri Mayıs ayından itibaren yaklaşık 28 W/m<sup>2</sup> den Haziran ayının ilk çeyreğinde azalma göstererek yaklaşık 10 W/m<sup>2</sup> değerine gerilemiştir. Mayıs ayı başında bu değer yüksek çıkması sulama aralığının 10 gün olması nedeniyle bu aralıktaki kümülatif solar radyasyonun fazla olmasından kaynaklıdır. Haziran ayının ikinci çeyreğinden sonra sulamalar arasındaki solar radyasyon yaklaşık 10 W/m<sup>2</sup> değerlerinde seyretmektedir. Buda gösteriyor ki solar radyasyonun bu değere ulaştığında sulamanın yapılması gerektiğidir. Ancak Temmuz ayı başlangıcından sonra gelen her 10 W/m<sup>2</sup> solar radyasyon değerine karşılık uygulanacak sulama suyu miktarında 12 mm den Ağustos ayının ilk çeyreğine kadar 45 mm'ye kadar yükselmiş ve Ağustos ayının ikinci çeyreğinden itibaren azalma göstererek bu ayın sonunda uygulanması gerekli sulama suyu miktarı yaklaşık 12 mm kadar gerilemiştir.

Yapılan bu araştırma sonucunda elde edilen değerler daha önce yapılan Casadesus ve ark., (2011), Jovicich ve ark., (2007b) ile Higashide (2009)'nın çalışmalarında bulunan sonucu destekler niteliktedir.

Bu denemede elde edilen değerlere göre domates bitkisi solar radyasyona göre sulanabileceği ve sulamanın bu veriler kullanılarak otomatik olarak yapılabileceği düşünülmektedir.

### **Kaynaklar**

Adams, P., 1992. Crop nutrition in hydroponics. Acta Hort. 323: 289-305.

Aküzüm, T., Çakmak, B., Gökalp, Z., 2010. Türkiye'de su kaynakları yönetiminin değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 3(1): 67-74, 2010.

Anonim, 2010. Çanakkale Tarım İl Müdürlüğü. <http://www.canakkale-tarim.gov.tr>

Anonim, 2014. Worldmeters, <http://www.worldmeters.info>, (Erişim tarihi:2014).

Anonim, 2015. World Agriculture: Towards 2015/2030, summary reports. Erişim tarihi 20.03.2015.

Boztok, K., 1990. Sera sebze yetiştiriciliğinde solar radyasyona göre sulama, Türkiye ve Seracılık Sempozyumu, İzmir, 109-117.

Casadesus, J., Mata, M., Marsal, J., Girona, J., 2011. Automated irrigation of apple trees based on measurements of light interception by the canopy. Biosystems Engineering 108:220-226.

Cai, X., Rosegrant, M.W., 2003. World water productivity: current situation and future options. In: Kijne, J.W. Barker, R., Molden, D. (Eds.), Water productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. International Water Management Institute (IWMI), Colombo Sri Lanka, 163-178.

Çetin, Ö., Yıldırım, O., Uygan, D., Boyacı, H., 2002. Irrigation scheduling of drip-irrigated tomatoes using class-A pan evaporation. Turk. J. Agric. Forestry., 26: 171-178.

Doorenbos, J., Pruitt, W.O., 1992. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage No.24. Rome.

Biscoe, P.V., Gallagher, J.N., 1978. Physical analysis of cereal yield. Production of dry matter. Agric. Progress, 34-50.

Higashide, T., 2009. Prediction of tomato yield on the basis of solar radiation before anthesis under warm greenhouse conditions. Hort Science 44(7):1874-1878

Howell, T., 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. Agronomy Journal 93:281-289.

İstanbulluoğlu, A., Kocaman, İ., 1996. Tekirdağ koşullarında domates su tüketimi. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Yayın No:243, Araştırma Yayın No: 91, Tekirdağ.

James, L., 1993. Principles of Farm Irrigation System Design. Krieger Pub. Com. Mlabar, Florida.

Jovicich, E., Cantliffe, D.J., 2007. Bell pepper fruit yield and quality as influenced by solar radiation-based irrigation and container media in a passively ventilated greenhouse. Hort Science 42(3):642-652.

Kırnak, H., Kaya, C., 2002. Determination of irrigation scheduling of tomato using class-A pan- evaporation in Harran Plain. Gaziosman paşa Üniversitesi Zir. Fak. Dergisi,

Kodal, S., Olgun, M., Selenay, M.F., Yıldırım, E., 1995. Farklı sulama uygulamalarının domates verimine etkisi. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi, 407-422, Antalya.

Monteith, J.L, 1977. Climate and efficiency of crop production in Britain. Philosophical Transactions of Royal Society London B., 281: 277-297.

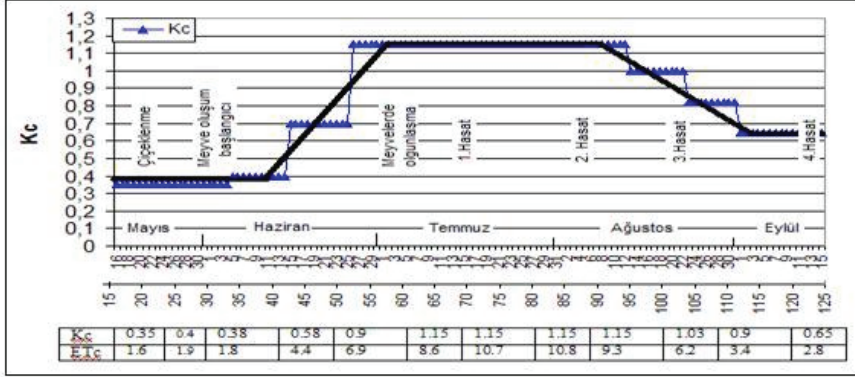
Özyurt, E., Sipahi, N., Çetin, Ö., 1989. Harran ovasında domates su tüketimi, Toprak İlimi Dergisi, 11. Bilimsel Toplantı Tebliğleri. Proceedings 11.Congress of Soil Science Society of Turkey. Yayın No.6:159-168.

Yıldırım, M., 2012a. Damla sulama ile domateste sulama programlamasının oluşturulması. In: Kaynaş, K., İşler, Z., (Eds.) Domates Yetiştiriciliği El Kitabı, 20-34., Çanakkale

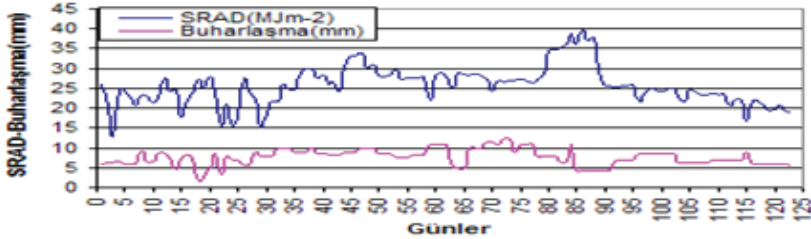
Yıldırım, M., Demirel, K., Bahar, E., 2012b. Effects of restricted water supply and stres development on growth of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) under drought

conditions. Journal of Agro Crop Science 3:1-9.

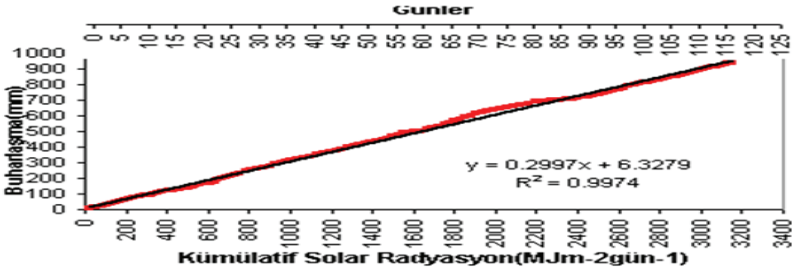
Yıldırım, M., Tekiner, M., Bahar, E., Demirel, K., Erken, O., 2010. Bilgisayar destekli sulama programının tarla denemesi ile karşılaştırılması. I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu Bildiri Kitabı, 2:27-29 Mayıs 2010. Kahramanmaraş, 790-798.



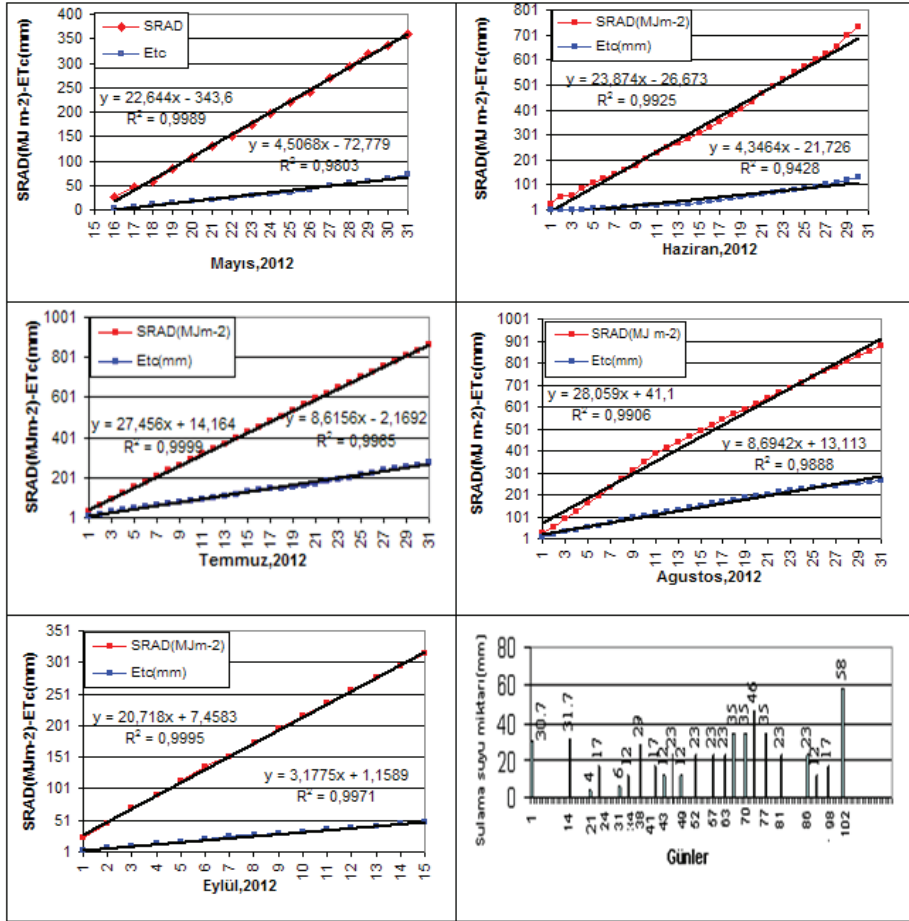
Şekil 1. Bitki katsayısı (Kc) ve bitki su tüketiminin (ETc, mm/gün) gelişim dönemlerine göre değişimi



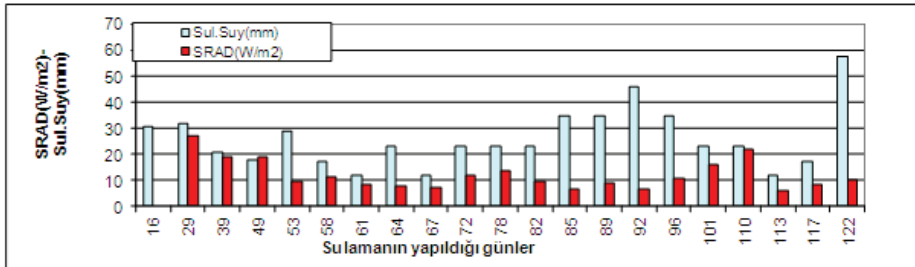
Şekil 2. Deneme dönemine ait bazı meteorolojik veriler



Şekil 3. Bir gelişim dönemi içerisinde meydana gelen kümülatif buharlaşma ve solar radyasyon arasındaki ilişki



Şekil 4. Aylara göre gelen kümülatif solar radyasyon ve bitki su tüketim değerleri ve uygulanan sulama suyu miktarları



Şekil 5. Bitki gelişim dönemlerinde iki sulama arasındaki solar radyasyon ve uygulanan sulama suyu miktarları