



Effects of Irrigation Levels and Mulch Applications on Pomological Properties of Strawberry

Burçak Kapur^{1*}, Yeşim Şahiner²

^{1*}Department of Agricultural Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture, Çukurova University, 01330 Adana, Turkey

Corresponding author, E-mail: bkapur@cu.edu.tr, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6131-4458

²Department of Agricultural Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture, Çukurova University, 01330 Adana, Turkey

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 06/11/2018 Accepted : 16/11/2018</p> <p>Keywords: Fortuna Fruit quality WSDM Soil water content High tunnel</p>	<p>In this study, the effects of two different irrigation regimes (IR100 and IR50) and three different mulch materials (grey, black, transparent and control) on the soil moisture and some pomological characteristics on strawberry (<i>Fragaria x ananassa</i> cv. <i>Fortuna</i>) were examined under Spanish type high tunnels which Turkey is the fourth producer in the world. As a result of the study, soil moisture content under the grey mulch (34.3%) in IR100 (397 mm) applications was highest during the vegetation period and it was followed by black (33.4%), transparent (27.3%) and control (23.9%) applications respectively. The control application is very close to the wilting point in IR50 (288 mm) irrigation regime and the water content increases with mulching via the highest moisture content is in grey (26.3%), black (24.9%) and transparent (23.8%). In addition to the increase in the yield of strawberries with increasing amount of irrigation water, the average fruit weight increased significantly. As well as positive effects such as weed control, soil moisture preservation, of mulching also the fruit size were significantly increased. It was determined that the best fruit sizes were obtained from plants using gray mulch, followed by black mulch which was widely used commercially. The lowest value was obtained from control parcels. The amount of water-soluble dry matter (WSDM) increased significantly with decreasing irrigation water. The mulch types used had no significant effect on WSDM, and the value varied between 7.9 and 8.2%. Even if the effect of irrigation levels on the fruit hardness is insignificant, it is determined that the increasing irrigation water has a positive effect on the hardness of the fruit. Consequently, the most effective agricultural application in different mulch and irrigation water applications is Gary IR100. However, it is important to evaluate this judgment economically in order to be offered to the producer.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(2): 355-364, 2019

Çilekte Sulama Düzeyleri ile Malç Uygulamalarının Pomolojik Özellikler Üzerine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 06/11/2018 Kabul : 16/11/2018</p> <p>Anahtar Kelimeler: Fortuna Meyve kalitesi SÇKM Toprak nem içeriği Yüksek tünel</p>	<p>Bu çalışma ile Türkiye'nin üretim miktarı ile dünyada dördüncü sırada yer aldığı çilek (<i>Fragaria x ananassa</i> cv. <i>Fortuna</i>) türünde İspanyol tipi yüksek tüneller altında 2016-2017 yetiştiricilik döneminde iki farklı sulama rejimi (IR100 ve IR50) ile üç farklı malç materyali (gri, siyah, şeffaf ve kontrol) uygulamalarının toprak nem ve meyvelerdeki bazı pomolojik özellikler üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, IR100 (397 mm) uygulamalarında gri malç (ortalama, %34,3) altında toprak nem dönem boyunca en yüksek seviyede kalmış ve bunu, sırası ile siyah (%33,4), şeffaf (%27,3) ve kontrol (%23,9) uygulamaları izlemiştir. IR50 (288mm) sulama rejiminde kontrol uygulamasının solma noktasına çok yakın seyrettiği gözlenirken, malçlama ile su içeriğinin arttığı ve en fazla nem içeriğinin gri (%26,3), siyah (%24,9) ve şeffaf (%23,8) olarak sıralandığı gözlemlenmiştir. Artan sulama suyu miktarıyla çilekte verim artışının yanında, ortalama meyve ağırlığının da önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir. Meyve boyutu üzerine farklı malç tipleri değerlendirildiğinde, çilek tarımında kullanılan malçın; yabancı ot kontrolü, toprak nemini koruması gibi olumlu etkileri yanında, meyve boyutunu önemli ölçüde arttırdığı saptanmıştır. Genel olarak en iyi meyve boyutlarının gri malçın kullanıldığı bitkilerden elde edildiği, bunu ise ticari olarak da yaygın olarak kullanılan siyah malçın izlediği belirlenmiştir. En düşük değer ise malç kullanılmayan parsellerden elde edilmiştir. Buna ek olarak azalan sulama suyu ile SÇKM'nin önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir. Kullanılan malç tiplerinin ise SÇKM üzerine önemli bir etkisinin olmadığı, değerlerin %7,9 ile 8,2 arasında değiştiği saptanmıştır. Meyve eti sertliği üzerine sulama seviyelerinin etkisi önemsiz olsa dahi, artan sulama suyunun meyve eti sertliği üzerine olumlu katkı yaptığı görülmektedir. Sonuç olarak, farklı malç ve sulama suyu uygulamalarında en etkin tarımsal uygulamanın Gri IR100 olduğu saptanmıştır. Buna karşın bu yargının üreticiye önerilebilmesi için ekonomik olarak da değerlendirilmesi önemle gerekmektedir.</p>



Giriş

Türkiye'nin Akdeniz Bölgesinde, küresel ısınmaya bağlı olarak gelişen iklim değişikliğinin, su kaynaklarını olumsuz biçimde etkileyeceği, yakın zamanlarda yapılan çalışmalarda ortaya koyulmuştur (IPCC, 2012). Değinilen çalışmalarda, havzadaki su kaynaklarının yaklaşık %35 dolaylarında azalacağı belirlenmiştir (ICCAP, 2007). Bu durumda, iklim değişikliği sürecinde kısıntılı su kaynaklarının geleceğe dönük yönetimi düşüncesi önem kazanmaktadır. Değinilen koşullarda, tarıma ayrılan su miktarının önemli ölçüde azaltılacağı açıktır. Ancak, iklim değişikliği nedeniyle gelecekte sulama suyu istemi, günümüzden daha fazla olacak, bu nedenle etkili kök bölgesinde optimum su içeriğini sağlamak çok güç olacak ve çiftçiler denenmiş etkin uygulamaları kullanmak zorunda kalacaklardır. Suyun randımanlı biçimde kullanılması için etkin tarımsal uygulamaların dikkate alınması, sorunun çözümüne önemli ölçüde katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda, ülkemiz için 2016 yılı itibarıyla 154.308 da üretim alanı ile dünyada 5., 415.150 ton üretim miktarı ise 4. sırada yer alan ve ihracat açısından önem kazanan çilek yetiştiriciliği (UIB, 2017), farklı sulama miktarları ve bitkisel üretim bileşeni uygulamaları ile kalite ve verimdeki değişimlerinin saptanması anılan sebeplerden dolayı ön plana çıkmaktadır.

Yarı kurak bölgelerde veya düşük su tutma kapasitesine sahip topraklarda polietilen yüksek tüneller altında çilek üretiminde, tüm üretim döngüsünün başarılı olabilmesi için suyun uygulama miktarı ve böylece etkili kök bölgesinde optimum nem içeriği gerekmektedir. Bu sistemlerde, su yönetimi kolay olmayıp yetiştiriciler aşırı veya yetersiz sulamaya ek uygun olamayan tarımsal materyaller kullanmaktadırlar. Bu durum hem doğal çevre hem de çilek üretiminde olumsuz etkilere yol açabilmektedir. Sürdürülebilir tarım uygulamalarını sağlamak amacıyla, çilekte verim ve kalite üzerine kuraklık stresinin herhangi bir olumsuz etkisini en aza indirmek için, doğru su uygulaması ve tarımsal bileşenlerini birarada uygulamak gerekmektedir. Bu kapsamda, ihracat açısından ülkelerin önem verdiği kalite parametreleri (pomolojik parametreler) çilek çeşitlerinin en uygun sulama suyu miktarı ve etkili kök bölgesinde toprak nem içeriğinin saptanması olarak görülmektedir. Sulama programının yanısıra, malçlama tarımsal uygulamalar açısından ön plana çıkmaktadır. Malçlamanın, su kaynaklarının sürekli kullanımının planlanması sırasında, eşgüdümlü ve tümleyici bir yolla dikkate alınarak uygun şekilde kullanılması zorunludur.

Bu bağlamda, Paydaş ve Kaşka (1995), Adana ve Pozantı ekolojik şartları altında yaz dikim sistemi ve açıkta Aliso, Tioga, Tufts, Vista, Pocahontas, Cruz, Douglas ve Dana çilek çeşitlerine ait meyve ağırlığı ve SÇKM parametrelerini incelemişlerdir. Ortalama meyve ağırlığı ve SÇKM içeriğinde Adana ve Pozantı'da Vista, Tufts ve Cruz çeşitlerinin diğer çeşitlere göre daha üstün olduğunu tespit etmişlerdir. Sarıdaş ve ark. (2017), sulama düzeylerindeki azalmayla Rubygem çilek çeşidinde meyvelerde özellikle tadı etkileyen SÇKM ve şeker/asit oranının önemli düzeyde arttığını belirtmişlerdir. Giné-Bordonaba ve Terry (2010), bazı 'Elsanta', 'Sonata' ve 'Symphony' çeşitlerinde, çiçeklenme başlangıcından hasada kadar olan dönemlerinde, su stresine tepkilerinin

farklı olduğunu; kısıtlı su uygulamasının tadla ilişkili bileşiklerin konsantrasyonunu arttırdığını; 'Christine' ve 'Florence' çeşitlerinde ise aynı uygulamanın meyve boyutu üzerine etkisinin olmadığını saptamışlardır. Özbahçalı ve Aslantaş (2015), Erzurum'da yapmış olduğu çalışmada, derim periyodunda dört farklı dönemde örneklenen Sweet Ann, Crystal, Redlands Hope, Kabarla ve Rubygem çilek çeşitlerinin meyve sularında yapmış oldukları analizler sonucunda SÇKM değerinin %7,3 (Kabarla) ile %9,5 (Rubygem) arasında, pH değerlerinin ise 2,3 (Kabarla) ile 2,9 (Rubygem) arasında değiştiğini saptamışlardır. Çalışmalarında yeni çilek çeşitlerinden Kabarla, Crystal ve Sweet Ann'ın Erzurum şartlarında Fern çilek çeşidine alternatif çeşitler olabileceğini belirtmişlerdir. Genel açıdan değerlendirildiğinde yapılan çalışmalar farklı su uygulamaları veya ekolojik koşullar altında meyve kalitesinin değişimini içermektedir. Buna karşın farklı su rejimleri ile etkili kök bölgesinde tutulan su içeriğinin vejetasyon dönemi boyunca izlenerek kalite parametrelerinin değerlendirildiği çalışmalar yeterince bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, son yıllarda çilekte modern uygulamalardan biri olan İspanyol tipi yüksek tünel altında; farklı sulama seviyeleri ile toprak neminin korunumunu sağlayan farklı malç materyallerinin çilekte bazı pomolojik parametreler üzerine etkileri incelenmiştir. Böylece çilek tarımında incelenen parametreler açısından en uygun malç tipi ve sulama rejiminin belirlenmesi yanında, bu uygulamaların toprak nemi ve meyve üzrine etkilerinin saptanması hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Önerilen çalışma, 2016-2017 yetiştirme döneminde Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Tarımsal Araştırma alanında yürütülmüştür. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Araştırma ve Uygulama arazisi Adana'da 36°59' N enlemi ve 35°18' E boylamında yer almakta olup deneme alanının denizden ortalama yüksekliği 40 m'dir.

Deneme alanının farklı noktalarından alınan toprak örnekleminin analizi sonucunda katmanlara göre toprağın pH'sı, ortalama 7,56; tuz içeriği 0,35 mmhos/cm; hacim ağırlığı 1,33-1,41 g/cm³; tarla kapasitesi 24,9-26,3 g/g, solma noktası ise 13,1-15,7 g/g arasında değişmektedir. Deneme alanı toprak profili tınlı olup, 80 cm profil derinliğindeki kullanılabilir su miktarı 124 mm'dir. Tarla kapasitesi ve solma noktası su içerikleri derinlik olarak 276 ve 152 mm olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak toplam kireç %12,30 olarak saptanmıştır (Sarıdaş ve ark., 2017).

Araştırmada, kış-ilkbahar dönemlerinde üretim yapılan bölgelerde erkencilik özelliğine sahip olan 'Fortuna' çilek çeşidi deneme materyali olarak kullanılmıştır. Bu çeşit erkenci olması, yüksek oranda büyük, çekici ve tekdüze şekilli pazarlanabilir meyveleri ile diğer çeşitlerden ayrılır. Meyve büyüklüğünü ve şeklini bütün sezon boyunca korur. İhracat için uygun bir çeşittir. Fortuna açık bitki özelliğine sahiptir ve meyvelerini uzun saplarda vermesi nedeni ile hem döllemesi kolay hem de meyve hasadında kolaylık sağlayan bir çeşittir.

Dikimlerden önce toprak hazırlığı yapılmış (derin sürüm, düzeltme) ve hazırlanan seddeler (65-70 cm en, 35 cm yükseklik, 35-40 cm iki sedde arası mesafe) nemlendirilmiştir. Hazırlanan seddeler üzerine 30 cm aralıklarla çift sıralı üçgen şeklinde dikim yapılmıştır. Bitkiler 6,5 m eninde, 2,75 m yüksekliğinde, 40 m uzunluğunda; üzeri 36 aylık UV (Morötesi, Ultraviyole), IR (Kızılötesi, Infrared), AB (Antibakteriyel, Anti Bacterial), EVA (Etilen Vinil Asetat, Ethylene Vinyl Acetate), LD (Light Diffuser) katkılı İspanyol tipi yüksek tüneller altında yetiştirilmiştir

Bitkilere dikimden itibaren fideler tutuncaya kadar kontrollü olarak tüm uygulamalara eşit miktarda su verilmiş ve farklı sulama rejimlerine bitkilerin etkin gelişim dönemi olan yaklaşık dört ay kadar sonra başlanmıştır. Sulamalar damla sulama sistemiyle yapılmış olup, gübreleme gübre tankına bitkilerin büyüme durumuna göre ilave edilmiştir. Dikimden itibaren söz konusu bitkilere gübreleme ve ilaçlama işlemleri ise eşit, kontrollü, bitki ve toprak istekleri doğrultusunda önceki çalışmalarımıza (Sarıdaş ve ark., 2017) göre yapılmış ve denemenin sağlıklı bir şekilde yürütülmesi sağlanmıştır.

Yöntem

Çalışmada iki farklı sulama ile 3 farklı malç uygulaması ve malcın etkisini daha net bir şekilde ortaya çıkarmak için kontrol (malçsız) yer almıştır. Bunlar; tam sulama uygulanan suyun %100'ünün verildiği uygulama IR100, uygulanan suyun %50'sinin verildiği uygulama IR50 olarak adlandırılmış ve gri, siyah, şeffaf malç ve açık yüzey (kontrol) olarak değerlendirilmiştir. Kullanılan damla sulama sistemi gübre tankı, anaboru, su dağıtım boruları (lateral) ve damlatıcılardan oluşmaktadır. Lateraller 16.00 mm çapında polietilenden yapılmış siyah ve esnek borulardır. Sulama suyu parselin başına kadar Ø 50'lik PVC ana boru hattı ile iletilmiştir.

Damla sulamada, sedde üzerindeki iki sıra bitkinin arasına gelecek şekilde döşenen lateral hattına 30 cm aralıklarla 3,5 lt/sa debili birer adet damlatıcı olacak şekilde kullanılmıştır. Sulamalar dönemsel olarak haftada bir ve üç günde bir olarak yapılmış, verilen sulama suyu hesaplanmasında A sınıfı buharlaşma havuzundan elde edilen buharlaşma değerleri esas alınmıştır. Su miktarları; aşağıdaki formüldeki gibi hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan farklı rejimler için bitki pan katsayısı, K_{cp} 1 ve 0,5 olarak alınmıştır Bitki örtü yüzdesi dönem boyunca belirlenmiştir.

$$t = \frac{(A \times E_o \times P \times K_{cp})}{q \times n}$$

- t : Sulama sisteminin çalışma süresi (saat)
A : Sulama alanı (m²)
E_o : Class A pan'dan ölçülen buharlaşma değeri (mm)
K_{cp} : Bitki Pan katsayısı
q : Damlatıcıların debisi (lt/saat)
n : Sulama alanındaki damlatıcı sayısı
P : Bitki örtü yüzdesi (%)

Toprak Neminin Ölçümü: Denemede pomolojik parametrelerin değerlendirilmesi ile farklı sulama ve malç uygulamalarında vejetasyon dönemi boyunca en uygun toprak su içeriğinin belirlenmesi amacıyla Decagon Ech10HS toprak nem sensörleri kullanılmıştır. Frekans

bazında analiz (kapasitans) tekniği ile ölçüm yapan mobil bir toprak nem aleti olan Decagon Ech10HS sensörlerinin ölçüm parametresi hacimsel su içeriği cinsindedir. Sensörler karık üzerinde her uygulama için çilek bitkisinin etkili kök bölgesi olan 30 cm derinliklere yerleştirilmiştir. Sensör okumaları yaklaşık 15 günde bir gravimetrik örnekleme ile belirlenen hacimsel su içerikleri ile grafiklenerek kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur.

Çalışmanın amacı doğrultusunda meteorolojik gözlemler yüksek tünellerin içerisine yerleştirilen iklim istasyonu tarafından kaydedilmiştir. İstasyon üzerinde hava sıcaklığı, nispi nem, yağış miktarı, rüzgar hızı, solar radyasyon, toprak nemi/sıcaklığı sensorları bulunmaktadır.

Meyvelerde yapılan pomolojik analizler:

Meyve eni: Her parselden elde edilen 5 adet meyvede aktif hasat dönemi boyunca ayda bir kez kumpas yardımıyla ölçülmüştür.

Meyve boyu: Meyve en değerleri alınan 5 adet meyvede aktif hasat dönemi boyunca ayda bir kez kumpas yardımıyla ölçülmüştür.

Ortalama meyve ağırlığı (g): Her derimde her parselden elde edilen meyvelerin toplam ağırlıklarının, o derimde belirlenen toplam meyve sayısına bölünmesiyle belirlenmiştir.

Suda çözünebilir kuru madde oranı (%): Yetiştirme sezonu boyunca ayda bir Mart-Nisan- Mayıs (ürünün yoğun olduğu) dönemlerde, her parselden tesadüfi olarak seçilen 5 meyveden elde edilen meyve suyunda el refraktometresi ile belirlenmiştir.

Titre edilebilir asit içeriği (%): Yetiştirme sezonu boyunca ayda bir Mart-Nisan- Mayıs (ürünün yoğun olduğu) dönemlerde, 1 ml meyve suyuna 50 ml saf su eklenerek 0,1 N'lik NaOH ile pH 8,2 olana kadar titre edilerek harcanan sodyum hidroksit miktarı belirlenmiştir.

$$SA = SAS \times H \times F \times 100$$

- SA : Sitrik asit
SAS : Sitrik asit sabiti (0,007)
H : Harcanan (NaOH)
F : NaOH faktörü

pH: Yetiştirme sezonu boyunca ayda bir Mart-Nisan-Mayıs (ürünün yoğun olduğu) dönemlerde, bir miktar meyve suyu alınarak pH metre ile ölçülmüştür.

Meyve et sertliği (lb/inch²): Her parselden tesadüfi olarak Mart-Nisan-Mayıs aylarında tesadüfi olarak seçilen 5 meyvede, meyve eti sertlik ölçer aleti ile belirlenmiştir. Ölçümler 3 mm uçlu meyve eti sertlik ölçer ile meyvelerin ekvatorial bölgesinin iki tarafından yapılmıştır.

Meyve dış renk ölçümleri: Yetiştirme sezonu boyunca ayda bir Mart-Nisan-Mayıs (ürünün yoğun olduğu) dönemlerde, her parselden tesadüfi olarak seçilen 5 meyvede renk ölçer ile belirlenmiştir. Ölçümler meyvenin her iki dış tarafından ve meyve etinden, L, a, b Hunter lab değerleri ile ifade edilmiştir. Renk ölçer cihazı her ölçüm öncesinde beyaz renkteki (L=96,96, a=0,08 ve b=1,83) seramik tablaya göre kalibre edilmiştir. L (koyuluk-açıklık), a (yeşillik-kırmızılık) ve b (mavilik-sarılık) durumunu göstermektedir.

Deneme, zaman tekrarlı bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak kurulmuş, her tekrerde 10 bitki bulunmuştur. Varyans analizi JMP paket programında yapılmış ve ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada farklı malç uygulamaları altında yetiştirilen 'Fortuna' çilek çeşidi 20.09.2016 tarihinde frigo fideler olarak dikilmiş (0; başlağıç günü olarak kabul edilmiştir, DSG: dikimden sonraki gün sayısı) ve 19.06.2017 tarihine kadar deneme sürdürülmüştür. Meyve hasadı 16.03.2017 tarihinde başlamış olup deneme sonuna kadar yapılmıştır. Deneme boyunca tüm pomolojik ölçümler sulama rejiminin başlamasından (DSG 125. gün) sonra 155., 185. ve 219. günlerde yaklaşık olarak 1 er aylık zaman aralığında gerçekleştirilmiştir.

İklim, Sulama ve Toprak Nem İçeriğine İlişkin Bulgular: Mevcut araştırma dönemi, uzun yıllar sıcaklık ve nem ile kıyaslandığında büyüme mevsimi ortalama hava sıcaklığı ve nem oranı sırasıyla 0,05°C ve %6,6 daha düşük olarak uzun yıllar ortalamalara oldukça yakındır (Çizelge 1). Bu nedenle, 2016-2017 çilek büyüme mevsimi genel

iklim koşullarını yansıtmaktadır. Yüksek tünelin içinde ortalama büyüme mevsim sıcaklığı, yaklaşık olarak açıktan 2 ila 3,8°C daha yüksek olarak ölçülmüştür. Waterer ve Bantle (2000) ve Powell ve ark. (2013), yüksek tünellerdeki sıcaklığın sırasıyla dışarıdan yaklaşık olarak 4°C ve 3°C daha yüksek olduğunu belirtmiş olup, bu değerler mevcut deneme ile benzerlik göstermektedir. Buna ek olarak, Powell ve ark. (2013), yüksek tüneller ile açık alanlar arasındaki nispi nemin benzer olduğunu saptamıştır. Buna karşın Rowley ve ark. (2011) yüksek tünelde yaptıkları bir denemede, sonbaharda dikilen çilek fidelerinin gelişim dönemi boyunca, sıcaklık farkının açığa kıyasla ortalama 8°C daha fazla olduğunu belirtmiştir. Kimi çalışmalarda, sıcaklık farkının yüksek olmasının sebebi, dönem içerisinde hava sıcaklığının daha düşük olduğu koşullarda, açık ile yüksek tünel arasındaki farkın artmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1 Deneme alanına ait uzun yıllık, 2016-2017 dönemi tünel ve deneme alanı ortalama sıcaklık ve nem değerleri
Table 1 Long-term of trial area, 2016-2017 period tunnel and trial area average temperature and humidity values

İklim	Ekim	Kas.	Ara.	Ocak	Şub.	Mart	Nis.	May.	Haz.
Ort. uzun yıllık hava sıcaklığı, °C	21,6	15,8	11,2	9,5	10,5	13,4	17,5	21,7	25,6
Deneme dönemi ort. hava sıcaklığı, °C	22,5	15,6	8,9	8,4	10,5	14,9	18,2	21,4	26,0
Yüksek tünel içi ort. sıcaklık, °C	25,5	17,6	11,5	10,9	12,7	18,7	20,7	23,5	28,7
Ort. uzun yıllık nisbi nem, %	62,5	64,2	68,2	66,1	66,1	66,1	67,9	67,0	67,3
Deneme dönemi ort. nisbi nem, %	54,7	51,6	62,8	61,3	50,4	63,3	59,9	66,2	65,2
Yüksek tünel içi ort. nisbi nem, %	59,1	55,8	64,5	65,6	62,6	73,0	65,3	66,4	57,3

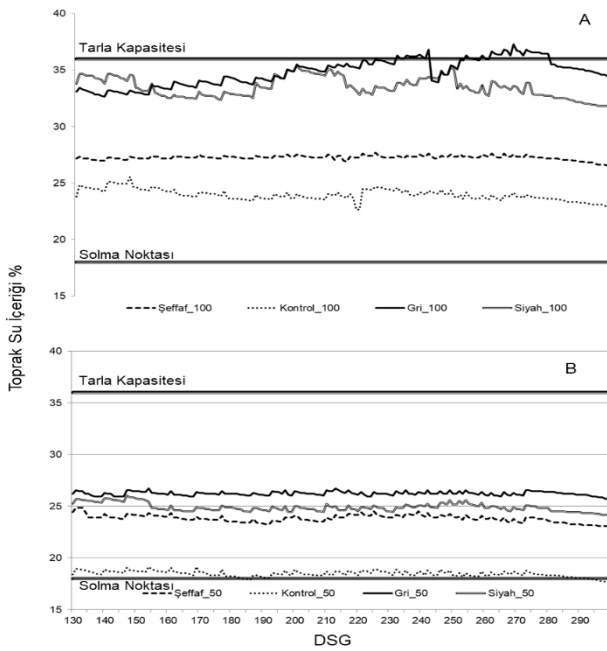
Uzun yıllık dönem: 1927 ve 2017

Bitkilerin su gereksinimleri sadece sulama suyu ile sağlanmış olup, yağış ve yüzey akışı ile gelen su yoktur. Fidelerin dikiminden itibaren 23 Ocak 2017 tarihine kadar tüm uygulamalara eşit miktarda su (179 mm) verilmiştir. 23 Ocak 2017 tarihidenden sonra sulama iki farklı rejimde yürütülmüştür. Dönem boyunca tüm malç uygulamalarına (23 Ocak 2018 tarihinden sonra) sırasıyla IR100 ve IR50 uygulamalarında toplam 218 ve 109 mm su verilmiştir. Ayrıca, 23 Ocak'tan 19 Haziran'a kadar yaklaşık 147 gün 490 mm Class A pan buharlaşması ölçülmüş ve tüm uygulamalara farklı su uygulaması dönemi boyunca toplam 29 sulama yapılmıştır. Sulamalar 23 Ocak'tan 4 Nisan'a kadar haftada bir kez ve ardından yaprak su potansiyelinin azalmasına bağlı olarak haftada iki kez yapılmıştır. Çileklerde damla sulama ile ilgili önceki çalışmalarda, 250 mm'den 825 mm'ye kadar değişen geniş bir sulama suyu kullanımı bildirilmiştir (Lozano ve ark., 2016; Kumar ve Dey, 2011; Strand, 2008; Trout and Gartung, 2004; Yuan ve ark., 2004; Kanber ve ark., 1986). Çalışmada verilen sulama suyu miktarı, Yuan ve ark. (2004) (254-414 mm) ve Kanber ve ark. (1986) (308-424 mm) tarafından saptanan sulama suyu miktarları ile benzer olarak bulunmuştur. Buna karşın, benzer çalışmalarda çok daha yüksek sulama suyu uygulanmasının sebepleri Class A Pan'ın açıkta kullanılmasından, Bitki-Pan katsayısının (Kcp) mevcut çalışmaya göre daha yüksek alınması, iklim koşulları ve sulamalarda bitki örtü yüzdesinin kullanılmamasından kaynaklanmış olması olasıdır.

Farklı sulama ve malç uygulamalarında en uygun toprak su içeriğinin belirlenmesi amacıyla Decagon Ech10HS toprak nem sensörleri kullanılarak dikimden sonra 130. günden itibaren yapılan toprak nem ölçümlerine

(%, hacim esası) ait sonuçlar Şekil 1'de verilmiştir. Tam sulama olarak belirtilen uygulamalarda gri malç (ortalama, %34,3) altında toprak nemi dönem boyunca en yüksek seviyede tutulmuş olup, bunu sırası ile siyah (%33,4), şeffaf (%27,3) ve kontrol (%23,9) uygulamaları izlemiştir. Dönem boyunca aynı sulama koşulları altında gri ve siyah malç, denemenin yürütüldüğü alanda tarla kapasitesi (hacim esasına göre, %36) değerine daha yakın salınım gösterirken, yaklaşık olarak tarla kapasitesinden, şeffaf malç %9 ve kontrol %12 daha düşük toprak nem içeriğine sahip olmuştur. Şeffaf malçın diğer malçlara kıyasla daha düşük olmasının temel sebebi ise yabancı ot miktarının çok daha fazla olmasıdır (yorum gözleme dayanmaktadır). Uygun kalınlığa sahip ve koyu renkli bir PE malç ışığı keserek fotosentezi durdurmakta ve yabancı ot gelişimini engellemektedir. Buna karşın şeffaf plastik malç, %50 oranında UV radyasyonu geçirerek, yabancı otların gelişmesine neden olur (Tsekleev ve ark., 1993; Preece ve Read, 1993; Splittstoesser, 1990) ve bu değerlendirme mevcut çalışmadaki toprak nem içeriğinin şeffaf malçta daha az olması durumunu açıklamaktadır. Çalışmadaki sonucumuzu destekleyecek şekilde, Parmar ve ark., (2013), Hindistanın Kiran bölgesinde 6 farklı malç kullanarak yapmış olduğu kavun denemesinde, siyah üzerinde gri malçın vejetasyon dönemi boyunca en yüksek toprak nem içeriğine sahip olduğunu ve bunun nedeninin ise toprağa ışık girişinin gri malçta daha düşük olmasından dolayı olduğunu belirtmiştir. Sun ve ark. (2014), Çin'in Shandong bölgesinde yapmış olduğu bir çalışmada, gri ve siyah malçın kontrol uygulamasına kıyasla sırasıyla %10 ve %12 daha fazla toprak nem içeriğini sağladığını ve kısıtlı sulama koşullarında gri ve siyahın arazi yönetimi

açısından daha uygun olacağını saptamıştır. Mevcut çalışmada IR50 sulama rejiminde kontrol uygulamasının solma noktasına çok yakın seyrettiği gözlemlenirken, malçlama ile su içeriğinin arttığı ve en fazla nem içeriğinin gri (%26,3), siyah (%24,92) ve şeffaf (%23,81) olarak sıralandığı belirtilmiştir. Bu bağlamda, malç uygulamalarının su sıkıntısı olan bölgelerde önemli bir strateji olduğu öne çıkmaktadır. En uygun olarak görülen gri malç ile kontrol uygulaması karşılaştırıldığında, IR100 ve IR50 uygulamaları altında sırasıyla yaklaşık olarak 31 mm ve 23 mm toprakta daha fazla su tutulmaktadır. Bu bağlamda, malçla birlikte toprakta tutulan fazla su, kullanılabilir su kapasitesinin yaklaşık olarak IR100’de %57’si ve IR50’de %42’sine denk gelecek toprak suyunun korunumunda önemli bir uygulama olarak öngörülmektedir.



Şekil 1 Sulama uygulamalarının başlangıcından itibaren farklı malç tiplerinde toprak nem içeriği (A:IR100, B:IR50) (%)

Figure 1 Soil moisture content of different mulch types from the start of irrigation applications (A: IR100, B: IR50) (%)

Meyvede Pomolojik Analiz Bulguları: Farklı sulama düzeyleri ve malç tipleri altında yetiştirilen ‘Fortuna’ çilek çeşidinde meyve boyutu ve ağırlığında aktif hasat süresi boyunca değişimler incelenmiştir (Çizelge 2). Çalışmada kullanılan ‘Fortuna’ çeşidinden gelişme sezonu boyunca meyve en değeri 26,9 ile 39 mm, boy değeri 33,6 ile 52 mm ve meyve ağırlığı değeri ise 12,4 ile 29,4 g arasında değişmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, meyve boyutunun sezonun ilerlemesiyle önemli düzeyde azaldığı görülmektedir. Bu azalışın nedenleri arasında, bitki gücünün zamanla azalması, artan ürün miktarı (özellikle Nisan dönemi için), artan sıcaklığa bağlı olarak kısalan meyve gelişim süresi (özellikle Nisan dönemi için) sayılabilir. Benzer durum Krüger ve ark. (2012) tarafından da bildirilmiştir. Çalışmada meyve gelişim süresi ile günlük ortalama sıcaklık arasında negatif ilişki belirlenmiş ve artan enlem derecesi ile bu süre artmıştır. Çilek

bitkilerinin optimum gelişme sıcaklığı 10 ile 26°C arasında olması nedeniyle, genellikle ılıman iklime sahip bölgelerde yetiştirilir (Strik, 1985). Yüksek sıcaklık olarak nitelendirilen 30°C’nin üzerindeki sıcaklıklarda meyve boyutunun küçüldüğü (Wang ve Camp, 2000), meyve ağırlığının (Kumakura ve Shishido, 1994) ve tüm bitki gelişiminin azaldığı (Hellman ve Travis, 1988) bildirilmiştir. Literatür çalışmalarında da görüldüğü gibi meyve gelişmesi üzerinde sıcaklığın önemli etkisi olduğu net bir şekilde görülmektedir. En iri meyvelerin Mart döneminde alınmasının temel nedenleri olarak ise bu dönemde sıcaklıkların Nisan ve Mayıs dönemlerine göre az olması ve bitki bünyesindeki besin deposunun en üst seviyede olması sayılabilir. Liu ve ark. (2016), ortalama meyve ağırlığının çeşitlere bağlı olarak 21,50 g ile (‘Tochiotome’) 35 g (‘Benihoppe’) arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Sulama düzeyleri kıyaslandığında ise kısıtlı sulama sonucu meyve boyutundaki azalma, meyve eni dışında istatistik açıdan önemli bulunmuştur.

Literatür çalışmaları incelendiğinde artan sulama suyu miktarıyla çilekte verim artışının yanında, ortalama meyve ağırlığının da önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir (Yuan ve ark., 2004). Bir başka çalışmada ise Giné-Bordonaba ve Terry (2010), kısıtlı sulama koşullarında ‘Elsanta’, ‘Sonata’ ve ‘Symphony’ çilek çeşitlerinde ortalama meyve ağırlığında önemli düzeyde azalma tespit etmelerine karşın, ‘Christine’ ve ‘Florence’ çeşitlerinde olumsuz bir etki saptamamışlardır. Giné-Bordonaba ve Terry (2016), bazı çeşitlerde meyvelerin yeşil döneminde uyguladıkları kısıtlı sulama sonucunda meyve boyutunun 1,7 kat azaldığını tespit etmişlerdir. Çalışmamızda meyve ağırlığı bakımında ‘Fortuna’ çeşidi her ne kadar istatistik açıdan önemli düzeyde azalsa da, bu azalış %13 düzeyinde kalmıştır. Meyve boyutu üzerine farklı malç tipleri değerlendirildiğinde, çilek tarımında kullanılan malçın; yabancı ot kontrolü, toprak nemini koruması gibi olumlu etkileri yanında meyve boyutunu da önemli ölçüde arttırdığı Çizelge 2’de görülmüştür. Genel olarak en iyi meyve boyutlarının gri malçın kullanıldığı bitkilerden elde edildiği, bunu ise ticari olarak da yaygın olarak kullanılan siyah malçın izlediği belirlenmiştir. En düşük değer ise malç kullanılmayan parsellerden elde edilmiştir. Üçlü interaksiyon değerlendirildiğinde ise etkinin istatistik açıdan önemsiz olduğu; meyve en değerinin 25,3 ile 41 mm, meyve boyunun 30,2 ile 55,3 ve meyve ağırlığının ise bütün sezon boyunca farklı uygulamalar altında 9,7 ile 38,5 g arasında değiştiği belirlenmiştir. Meyve boyutunu belirlemede temel faktör gelişme sezonu olmuş, bunu malç tipi ve sulama seviyesi izlemiştir. Gelişme sezonu içinde ise temel faktörün sıcaklık olduğu, diğer önemli faktörün ise ürün yükü olduğu belirlenmiştir.

Meyvelerde kaliteyi belirleyen en önemli parametreler arasında tat gelmektedir. Tat ise temel olarak suda çözünebilir şeker ve asitlerin kombinasyonu ile oluşmaktadır. Çizelge 3’de meyvelerde tat üzerine etkili olan SÇKM, titre edilebilir asit ve pH değerleri verilmiştir. Sarıdaş ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada da benzer şekilde, SÇKM değerleri gelişme sezonundan ve sulama suyu miktarından etkilenmiştir.

Çalışmalarında azalan sulama suyu ile SÇKM’nin önemli ölçüde arttığını belirlemişlerdir (Sarıdaş ve ark., 2017). Benzer şekilde, çalışmamızda da kısıtlı sulama uygulanmış bitkilere ait meyvelerde SÇKM (%8,5) içeriği

yüksek iken, tam sulamada bu değer %7,7 seviyesinde kalmıştır. Gelişme dönemleri incelendiğinde ise en yüksek SÇKM içeriği %9,3 değeri ile Nisan döneminde hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. Sarıdaş ve ark. (2017), Rubygem çilek çeşidinde en yüksek SÇKM içeriğini Mayıs döneminde elde etmişlerdir. Bu farklılığın ise çeşitlerin çevresel faktörlere göstermiş olduğu farklı tepkilerden ve dönemsel ürün yükü farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kullanılan malç tiplerinin ise SÇKM üzerine önemli bir etkisinin olmadığı, değer %7,9 ile 8,2 arasında değiştiği belirlenmiştir. Capocasa ve ark. (2008), ticari olarak yetiştirilen 16 çeşit ve dört tane seçilmiş üstün özellikli genotipte suda çözünebilir kuru madde içeriğinin yüksek düzeyde farklılık (%5,8 ile 10,7) gösterdiği bildirmişlerdir. Cordenunsi ve ark. (2002) ise SÇKM değerinin %5,4 ile 9,4 arasında değiştiğini ve sakkaroz, fruktoz ve glikozun baskın şekerler olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da SÇKM, benzer şekilde sezon boyunca %5,7 ile 10,3 arasında değişmiştir. Nisan

döneminde en yüksek olmasının ise artan gece/gündüz sıcaklık farkı ve uygun sıcaklık gibi iklim faktörlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde; Cardeñosa ve ark. (2015), Nisan döneminde meyvelerde SÇKM içeriğinde artış gözlemlenmişlerdir. Bunun ise artan ışık yoğunluğuna bağlı olduğu düşünülmüştür. Choi ve ark. (2015), yetersiz ışık yoğunluğunda fotosentezin azalmasından dolayı meyve şeker içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir.

Bir diğer önemli kalite parametresi ise titre edilebilir asit içeriğidir. Bu değerde SÇKM içeriğinde olduğu gibi, dönemlerden önemli ölçüde etkilenmiştir. En yüksek asit düzeyi %0,85 değeri ile Nisan döneminde belirlenirken, en düşük değer %0,67 ile artan sıcaklığın da etkisiyle Mayıs döneminde belirlenmiştir. Voća ve ark. (2008) inceledikleri çeşitlerde, sitrik asit cinsinden hesaplanan titre edilebilir asitlik değerinin %0,49-0,84 arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Çizelge 2 Farklı sulama düzeylerinde malç materyallerinin aktif hasat boyunca meyve ağırlığı ve boyutu üzerine etkileri
Table 2 Effects of mulch materials at different irrigation levels on fruit weight and size during active harvesting

Malç Tipi	Sulama Düzeyi	Dönem (DSG)				Malç Ort.	Sulama Düzeyi	Sulama Ort.
		155	185	219	Malç × Sulama			
Meyve eni (mm)								
Malçsız	50	34,2	26,1	25,8	28,7	29,4 ^c	50	30,6
	100	36,4	27,7	26,4	30,2			
Şeffaf	50	38,3	29,1	26,6	31,3	31,5 ^{ab}	100	31,8
	100	40,7	27,2	27,2	31,7			
Siyah	50	40,7	25,3	25,7	30,5	30,8 ^{bc}	100	31,8
	100	40,1	27,6	25,8	31,1			
Gri	50	41,0	26,8	26,9	31,6	32,8 ^a		
	100	40,5	30,8	30,8	34,1			
Dönem Ortalaması		39,0 ^a	27,6 ^b	26,9 ^b				
LSD _{malç} **: 1,83				LSD _{dönem} ***: 1,58				
Malç Tipi	Sulama Düzeyi	Dönem (DSG)				Malç Ort.	Sulama Düzeyi	Sulama Ort.
		155	185	219	Malç × Sulama			
Meyve boyu (mm)								
Malçsız	50	47,2	33,6	30,2	37,0	39,3	50	39,4 ^b
	100	48,7	40,0	36,5	41,7			
Şeffaf	50	48,8	36,8	32,1	39,2	40,7	100	42,6 ^a
	100	55,0	37,6	33,6	42,1			
Siyah	50	52,9	36,4	32,2	40,5	41,9	100	42,6 ^a
	100	55,3	37,6	36,8	43,2			
Gri	50	53,6	36,2	33,2	41,0	42,2		
	100	54,7	41,3	34,3	43,4			
Dönem Ortalaması		52,0 ^a	37,4 ^b	33,6 ^c				
LSD _{malç} **: 1,71				LSD _{dönem} ***: 2,10				
Malç Tipi	Sulama Düzeyi	Dönem (DSG)				Malç Ort.	Sulama Düzeyi	Sulama Ort.
		155	185	219	Malç × Sulama			
Meyve ağırlığı (g)								
Malçsız	50	23,6	9,9	9,7	14,4	16,3 ^b	50	18,6 ^b
	100	29,4	13,3	12,1	18,3			
Şeffaf	50	27,2	14,2	12,2	17,8	19,8 ^a	100	21,3 ^a
	100	37,3	14,7	13,3	21,8			
Siyah	50	37,8	15,2	10,0	21,0	21,7 ^a	100	21,3 ^a
	100	38,5	15,5	13,5	22,5			
Gri	50	35,5	15,2	12,1	20,9	21,6 ^a		
	100	29,4	16,3	15,9	22,4			
Dönem Ortalaması		33,0 ^a	14,3 ^b	12,4 ^b				
LSD _{malç} **: 2,19				LSD _{sulama} *: 3,10		LSD _{dönem} ***: 2,69		

Üçlü interaksiyon incelendiğinde, titre edilebilir asit değerleri istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilenmiş, en yüksek değer %0,92 değeri ile kısıtlı sulama uygulanmış, siyah malç altında yetiştirilen bitkilerde Nisan döneminde belirlenirken, en düşük değer (%0,53) ise yine siyah malç altında yetiştirilen tam sulama yapılmış Mayıs dönemi bitkilerinden elde edilmiştir. Bu sonuçların Voça ve ark. (2008)'nin bulguları ile önemli ölçüde benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada incelenen pH değerlerinin ise

sadece yetiştirme döneminden etkilendiği yapılan uygulamaların (malç ve sulama seviyesi) önemli ölçüde değişime neden olmadıkları görülmüştür. Yine Voça ve ark. (2008), çalışmalarında inceledikleri çeşitlerde, pH değerini 3,44-3,91 arasında belirlemişlerdir. Çalışmamızda ise sezonun ilerlemesi ile meyvelerin pH düzeyinin önemli ölçüde arttığı, en yüksek değerlerin Mayıs meyvelerinde 4,04 olmasına karşın, en düşük değerlerin Mart meyvelerinde 3,64 düzeyinde kaldığı görülmüştür.

Çizelge 3 Farklı sulama düzeylerinde malç materyallerinin aktif hasat boyunca pomolojik özellikler üzerine etkileri
Table 3 Effects of mulch materials on pomological characteristics during active harvest at different irrigation levels

Malç Tipi	Sulama Düzeyi	Dönem (DSG)				Malç Ort.	Sulama Düzeyi	Sulama Ort.
		155	185	219	Malç × Sulama			
SÇKM (%)								
Malçsız	50	6,9	9,7	8,3	8,3	7,9	50	8,5 ^a
	100	5,9	9,4	7,6	7,6			
Şeffaf	50	7,7	9,8	8,0	8,5	8,1	100	7,7 ^b
	100	6,1	8,9	8,1	7,7			
Siyah	50	6,5	9,5	8,4	8,1	8,0	100	7,7 ^b
	100	5,7	8,8	9,5	8,0			
Gri	50	6,7	10,3	10,0	9,0	8,2	100	7,7 ^b
	100	6,1	8,1	8,1	7,4			
Dönem Ortalaması		6,5 ^c	9,3 ^a	8,5 ^b				
LSD _s ^{***} : 0,40				LSD _d ^{***} : 0,49				
Malç Tipi	Sulama Düzeyi	Dönem (DSG)				Malç Ort.	Sulama Düzeyi	Sulama Ort.
		155	185	219	Malç × Sulama			
Asitlik (%)								
Malçsız	50	0,87 ^{abc}	0,90 ^{ab}	0,71 ^{gh}	0,83	0,79	50	0,77
	100	0,72 ^{d-h}	0,88 ^{ab}	0,69 ^{gh}	0,77			
Şeffaf	50	0,79 ^{a-g}	0,85 ^{a-f}	0,65 ^{hi}	0,76	0,75	100	0,75
	100	0,74 ^{c-h}	0,78 ^{a-h}	0,71 ^{gh}	0,74			
Siyah	50	0,70 ^{gh}	0,91 ^a	0,72 ^{efgh}	0,78	0,75	100	0,75
	100	0,76 ^{b-h}	0,86 ^{abcd}	0,53 ⁱ	0,72			
Gri	50	0,70 ^{gh}	0,80 ^{a-g}	0,68 ^{gh}	0,72	0,74	100	0,75
	100	0,85 ^{a-e}	0,78 ^{a-h}	0,67 ^{gh}	0,77			
Dönem Ortalaması		0,77 ^b	0,85 ^a	0,67 ^c				
LSD _d ^{***} : 0,05				LSD _m [*] : 0,14				
Malç Tipi	Sulama Düzeyi	Dönem (DSG)				Malç Ort.	Sulama Düzeyi	Sulama Ort.
		155	185	219	Malç × Sulama			
pH								
Malçsız	50	3,62	3,75	4,05	3,81	3,78	50	3,84
	100	3,62	3,73	3,94	3,76			
Şeffaf	50	3,65	3,82	4,03	3,83	3,85	100	3,82
	100	3,67	3,87	4,10	3,88			
Siyah	50	3,67	3,86	3,97	3,83	3,82	100	3,82
	100	3,56	3,77	4,14	3,82			
Gri	50	3,69	3,92	4,10	3,90	3,86	100	3,82
	100	3,61	3,85	4,00	3,82			
Dönem Ortalaması		3,63 ^c	3,82 ^b	4,04 ^a				
LSD _d ^{***} : 0,06								

Meyvelerde özellikle raf ömrü, muhafaza ve ürünün uzak pazarlara taşınmasını önemli ölçüde etkileyen meyve eti sertliği değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. Bu bağlamda incelenen faktörlerden sadece hasat döneminin meyve eti sertliğini önemli ölçüde etkilediği; en yüksek meyve eti sertliğinin (1,45 lb/inch²) Mayıs döneminde sağlandığı görülmektedir. Bu artışta Mayısın ilk haftasında yapılan 2 litre/dekar kalsiyum nitrat uygulamasının temel neden olduğu düşünülmektedir. Kalsiyumun meyvelerdeki et

sertliğini artırması üzerine olan rolü bilinmektedir. Kalsiyumun bu etkisi, hücrelerin orta lamelinde bulunan poli üronide zincirlerinin karboksil gruplarında karşılıklı bağlanmayı sağlamasıyla açıklanabilir. Kalsiyum ayrıca, hücrenin turgor basıncının artırır ve hücrede sabitliği sağlar (Shafiee ve ark., 2010). Her ne kadar meyve eti sertliği üzerine sulama seviyelerinin etkisi önemsiz olsa dahi, artan sulama suyunun meyve eti sertliği üzerine olumlu katkı yaptığı görülmektedir.

Çizelge 4 Farklı sulama düzeylerinde malç materyallerinin aktif hasat boyunca meyve et sertliği üzerine etkileri (lb/inch²)
 Table 4 Effects of mulch materials at different irrigation levels on fruit hardness during active harvesting (lb/inch²)

Malç Tipi	Sulama Düzeyi	Dönem (DSG)				Malç Ort.	Sulama Düzeyi	Sulama Ort.
		155	185	219	Malç × Sulama			
Sertlik								
Malçsız	50	1,25	0,66	1,41	1,10	1,13	50	1,12
	100	1,25	0,76	1,47	1,16			
Şeffaf	50	1,32	0,83	1,32	1,15	1,13	100	1,14
	100	1,11	0,77	1,45	1,11			
Siyah	50	1,10	0,78	1,48	1,12	1,10	100	1,14
	100	1,98	0,73	1,56	1,09			
Gri	50	1,07	0,75	1,47	1,09	1,14	100	1,14
	100	1,30	0,77	1,46	1,18			
Dönem Ortalaması		1.17 ^B	0.76 ^C	1.45 ^A				
LSD _{dönem} ***: 0,08								

Çizelge 5 Farklı sulama düzeyleri ve malç materyallerinin aktif hasat boyunca meyvede renk (L*, a, b) değerleri üzerine etkileri
 Table 5 Effects of different irrigation levels and mulch materials on the color values of fruits during active harvesting

Malç Tipi	Sulama Düzeyi	Dönem (DSG)				Malç Ort.	Sulama Düzeyi	Sulama Ort.
		155	185	219	Malç × Sulama			
L*								
Malçsız	50	33,3	35,1	35,7	34,7	34,2	50	34,2
	100	30,9	34,9	35,1	33,7			
Şeffaf	50	34,6	32,8	34,7	34,0	34,3	100	34,7
	100	33,1	34,1	36,7	34,6			
Siyah	50	33,1	34,5	33,9	33,9	34,1	100	34,7
	100	34,5	33,3	35,1	34,5			
Gri	50	33,8	34,9	34,6	34,5	35,2	100	34,7
	100	34,5	33,9	39,4	35,9			
Dönem Ortalaması		33,5 ^b	34,2 ^b	35,7 ^a				
LSD _{dönem} ***: 0,98 LSD _{sulamaxdönem} *: 1,39								
Malç Tipi	Sulama Düzeyi	Dönem (DSG)				Malç Ort.	Sulama Düzeyi	Sulama Ort.
		155	185	219	Malç × Sulama			
a*								
Malçsız	50	36,4	38,6	36,6	37,2	37,2 ^a	50	36,5
	100	35,9	38,8	36,7	37,1			
Şeffaf	50	37,3	37,0	35,6	36,7	36,5 ^{ab}	100	36,4
	100	36,4	38,0	34,8	36,4			
Siyah	50	35,8	36,8	34,6	35,7	35,6 ^b	100	36,4
	100	36,2	35,8	34,7	35,6			
Gri	50	35,4	38,6	35,7	36,6	36,7 ^a	100	36,4
	100	37,4	36,7	36,4	36,8			
Dönem Ortalaması		36,3 ^b	37,5 ^a	35,6 ^b				
LSD _{malç} *: 0,92 LSD _{dönem} ***: 0,80								
Malç Tipi	Sulama Düzeyi	Dönem (DSG)				Malç Ort.	Sulama Düzeyi	Sulama Ort.
		155	185	219	Malç × Sulama			
b*								
Malçsız	50	19,8	21,2	21,4	20,8	20,6	50	20,3
	100	18,1	21,5	21,9	20,5			
Şeffaf	50	22,4	18,5	19,3	20,1	20,0	100	20,8
	100	19,2	19,1	21,4	19,9			
Siyah	50	20,5	20,7	18,9	20,0	20,4	100	20,8
	100	22,3	19,2	20,5	20,7			
Gri	50	19,8	21,3	19,3	20,2	21,1	100	20,8
	100	22,5	18,4	25,1	22,0			
Dönem Ortalaması		20,6	20,0	21,0				
LSD _{sulamaxdönem} *: 1,96								

Benzer şekilde, Adak ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada, su stresi altında meyvelerin meyve et sertliğinin önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir. Bazı araştırmacılara göre, meyvedeki su içeriği turgoru etkileyerek doku direncini arttırmakta ve sonuç olarak meyve eti sertliğine katkı sağlamaktadır (Cordenunsi ve ark., 2002). Diğer bir çalışmada ise hasat sezonu dikkate alındığında Monterey dışındaki çeşitlerde son hasatta meyve sertliğinde artış eğilimi gözükmesine karşın, bu çeşitte herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir (Şamec ve ark., 2016). Bu bulgular ışığında meyve eti sertliği üzerine çeşidin çevre ile etkileşimini, gübreleme ve sıcaklık gibi çevresel faktörlerin etkili olabileceği görülmektedir.

Çilek meyvelerinde özellikle tüketicilerin ürüne olan ilgisini önemli ölçüde etkileyen renk (L^* , a, b) değerleri Çizelge 5’de gösterilmiştir. Yapılan uygulamaların (malç ve sulama) parlaklık (L^*) değeri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Hasat döneminin etkisi incelendiğinde ise artan ışıklandırma süresi ve sıcaklıkla birlikte meyvelerin parlaklığının arttığı görülmüştür. Bu bakımdan Mayıs ayı $35,7^*$ değeri ile diğer aylardan önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Tek başına sulama seviyesi önemli bir etki yapmazken, dönem x sulama seviyesinin, L^* değeri üzerine istatistiksel açıdan önemli etki yaptığı saptanmıştır. En yüksek L^* ($36,7$) değeri Mayıs dönemi tam sulama yapılan alanlardan elde edilirken, en düşük değer Mart döneminde tam sulama yapılan parsellere ait meyvelerde belirlenmiştir. Şamec ve ark. (2016) çeşidin ve hasat zamanının sertlik, SÇKM, titre edilebilir asit içeriği, renkte L^* , C^* ve Hue değerleri ile çilek meyvelerinin biyokimyasal özelliklerini etkilediğini belirlemişlerdir. Diğer bir çalışmada; Gasperotti ve ark. (2013), meyvelerdeki dış renk parlaklık değerleri $26,2$ ($^{\circ}$ Clery’) ile $35,0$ (Darselect’) L^* arasında kaydedilmiştir. Bizim çalışmamızda ise bütün faktörler değerlendirildiğinde, L^* değerinin $30,9$ ile $39,4$ aralığında olduğu görülmüştür.

Meyvelerdeki a değeri yeşillik (-) kırmızılık (+) yoğunluğunu temsil ederken, b değeri mavilik (-) ve sarılık (+) yoğunluğunu temsil etmektedir. Çalışmada a değeri üzerine sadece dönemin ve uygulanan malç tipinin önemli etki yaptığı görülmüştür. Nisan döneminde hasat edilen meyvelerin diğer iki döneme göre önemli düzeyde daha kırmızı oldukları belirlenmiştir. En düşük kırmızı renk yoğunluğu ise $35,6^*$ değeri ile Mayıs döneminde tespit edilmiştir. Renk parametrelerinden L^* ve C^* değerleri ile polifenolik gruplar arasında negatif ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar daha koyu ve renkli meyvelerin polifenol içeriğinin daha yüksek olduğu göstermektedir (Şamec ve ark., 2016). Daha önceki bölümlerde artan sıcaklıkla birlikte meyvelerde gelişme süresinin azaldığı, buna bağlı olarak ise meyvenin küçüldüğü bildirilmiştir. Aynı zamanda, meyvelerde özellikle renk ile ilgili olan sekonder bileşikler (özellikle antosiyanin) biriminin azalmasına bağlı olarak, kırmızı renkteki düşüş açıklanabilir. Malç tiplerine bakıldığında ise siyah malçın kırmızı renk yoğunluğunun diğerlerine göre düşük kaldığı, en yüksek değer sırasıyla açık (malçsız) ($37,2^*$) ve gri ($36,7^*$) alandan hasat edilen meyvelerden elde edildiği görülmektedir. Çalışmada bir diğer renk parametresi olan b^* değerinin temel faktörlerden önemli düzeyde etkilenmediği ve $18,1^*$ ile $25,1^*$ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Sonuçlar

Bu çalışmada, Akdeniz bölgesinde yüksek meyve kalitesi nedeniyle yoğun şekilde üretilen ‘Fortuna’ çilek çeşidi üzerine, farklı sulama düzeyleri ile malç uygulamalarının aktif derim periyodu boyunca meyve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmadaki veriler ışığında, her iki sulama uygulamasında da gri malç altında toprak nemi dönem boyunca en yüksek seviyede tutulmuş olup, bunu sırası ile siyah, şeffaf ve kontrol uygulamaları izlemiştir. Suyun sınırlı olduğu yerlerde, malç kullanımının etkin bir su tasarrufu sağlayacağı ön görülmektedir. Pomolojik açıdan değerlendirildiğinde ise genel olarak en iyi meyve boyutlarının gri malçın kullanıldığı bitkilerden elde edildiği, bunu ise ticari olarak da yaygın olarak kullanılan siyah malçın izlediği saptanmıştır. Meyve eti sertliği değerleri üzerine sulama seviyelerinin etkisi önemsiz olsa da artan sulama suyunun meyve eti sertliği üzerine olumlu katkı yaptığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, kısıtlı sulamanın meyvelerin SÇKM oranını arttırmada bir yaklaşım olabileceği ve meyve ağırlığını olumlu yönde etkileyen tam sulamanın gri malç kullanımıyla kombine edilmesi durumunda, yine iyi bir tadın yakalanabileceği saptanmıştır.

Bu bağlamda, yapılan analizler sonucunda Akdeniz iklimi koşulları altında yüksek tünel kullanımı ile Fortuna çilek çeşidinde malç uygulamalarının üretim üzerinde önemli düzeyde olumlu etkiler sağladığı ve gri malçın tam sulama ile birlikte seçilmesinin avantajlı olduğu belirlenmiştir. Buna karşın bu bulguların üreticilere önerilebilmesi için ekonomik olarak değerlendirilmesi önemle gerekmektedir.

Teşekkür

Gerçekleştirilen çalışma; Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi’nce Araştırma Projesi (Proje No: FBA-2017-9149) çerçevesinde finanse edilmiştir.

Kaynaklar

- Adak N, Gubbuk H, Tetik N. 2018. Yield, quality and biochemical properties of strawberry cultivars under water stress. J. Sci. Food Agric. 98(1): 304-311.
- Capocasa F, Scalzo J, Mezzetti B, Battino M. 2008. Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: the role of genotype. Food Chem. 111: 872-878.
- Cardeñosa V, Medrano E, Lorenzo P, Sánchez-Guerrero MC, Cuevas F, Pradas I, Moreno-Rojas JM. 2015. Effects of salinity and nitrogen supply on the quality and health-related compounds of strawberry fruits (*Fragaria x ananassa* cv. Primoris). J. Sci. Food. Agric. 95: 2924-2930.
- Choi HG, Moon BY, Kang NJ. 2015. Effects of LED light on the production of strawberry during cultivation in a plastic greenhouse and in a growth chamber. Sci. Hortic. 189: 22-31.
- Cordenunsi BR, Nascimento JRO, Genovese MI, Lajolo FM. 2002. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. J. Agric. Food Chem. 50: 2581-2586.
- Gasperotti M, Masuero D, Guella G, Palmieri L, Matinatti P, Pojer E, Mattivi F, Vrhovsek U. 2013. Evolution of Ellagitannin Content and Profile during Fruit Ripening in *Fragaria* spp. Journal of Agricultural and Food Chemistry 61: 8597-8607.

- Giné-Bordonaba J, Terry LA. 2010. Manipulating the taste related composition of strawberry fruits (*Fragaria x ananassa*) from different cultivars using deficit irrigation. Food Chem. 122: 1020-1026.
- Giné-Bordonaba J, Terry LA. 2016. Effect of deficit irrigation and methyl jasmonate application on the composition of strawberry (*Fragaria x ananassa*) fruit and leaves. Sci. Hortic. 199: 63-70.
- Hellman EW, Travis JD. 1988. Growth inhibition of strawberry at high temperatures Adv. Strawberry Prod. 7: 36-38.
- Kanber R, Eylen M, Tok A. 1986. The yield of strawberry under drip and furrow irrigation in Cukurova region of Turkey. The Report of Agriculture, Forestry and Village Affairs Ministry 135(77), 39. (in Turkish)
- Krüger E, Josuttis M, Nestby R, Toldam-Andersen TB, Carlen C, Mezzetti B. 2012. Influence of growing conditions at different latitudes of Europe on strawberry growth performance, yield and quality. Journal of Berry Research 2: 143-157.
- Kumar S, Dey P. 2011. Effect of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water use efficiency and yield of strawberry. Sci. Hort. 127(3): 318-324.
- Kumakura H, Shishido Y. 1994. The effect of daytime, nighttime, and mean diurnal temperatures on the growth of Morioka-16 strawberry fruit and plants. J. Jpn. Soc. Hortic. Sci. 62: 827-832.
- Liu L, Ji ML, Chen M, Sun MY, Fu XL, Li L, Gao DS, Zhu CY. 2016. The flavor and nutritional characteristic of four strawberry varieties cultured in soilless system. Food Science and Nutrition 4(6): 858-868.
- Lozano D, Ruiz N, Gavilan P. 2016. Consumptive water use and irrigation performance of strawberries. Agr. Water Manage. 169: 44-51.
- ICCAP 2007. Kurak alanlarda iklim değişikliğinin tarımsal üretim sistemlerine etkisi. ICCAP Projesi Türk Grubu Sonuç Raporları. Yayın No. 12, TÜBİTAK, Türkiye ve İnsan ve Doğa Arşt. Enstitüsü, Japonya, 182 s.
- IPCC 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, UK. and New York, NY (2012), 10.1017/CBO9781139177245.
- Özbahçali G, Aslantaş F. 2015. Bazı Çilek Çeşitleri (*Fragaria X Ananassa* Duch.)'nin Erzurum Ekolojisindeki Performanslarının Belirlenmesi. Atatürk Univ., J. of the Agricultural Faculty, 46 (2): 75-84
- Parmar HN, Polara ND, Viradiya RR. 2013. Effect of mulching material on growth, yield and quality of watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb) Cv. Kiran. Univ. J. Agric. Res. 1: 30-37.
- Paydaş S, Kaşka N. 1995. Bazı Çilek Çeşitlerinin Adana ve Pozantı Ekolojik Koşullarındaki Verim ve Kalite Kriterleri Üzerinde Araştırmalar. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 21(1997): 273-280.
- Preece JE, Read PE. 1993. The Biology of Horticulture in Introductory Textbook. 2.Baskı, John Wiley & Sons, New Jersey, ISBN:0471465798, 9780471465799
- Powell M, Cowan J, Miles C, Inglis DA. 2013. Effect of a high tunnel, organic cropping system on lettuce diseases in western Washington. Plant Health Progress, doi:10.1094/PHP-2013-0922-01-RS.
- Rowley D, Black BL, Drost D. 2011. Late-season strawberry production using day-neutral cultivars in high-elevation high tunnels. HortScience 46(11): 1480-1485.
- Šamec D, Maretic M, Lugiarić M, Mešic A, Salopek-Sondi B, Duralija B. 2016. Assessment of the differences in the physical, chemical and phytochemical properties of four strawberry cultivars using principal component analysis. Food Chemistry 194: 828-834.
- Sarıdaş M, Kapur B, Çeliktöpus E, Paydaş Kargı S. 2017. Farklı Sulama Düzeyi ve Biyoaktivatör Uygulamalarının 'Rubygem' Çilek Çeşidinde Meyve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(10): 1221-1227.
- Shafiee M, Taghavi TS, Babalar M. 2010. Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. Scientia Horticulturae, 124: 40-45.
- Splittstoesser WE. 1990. Vegetable Growing Handbook, Organik and Traditional Methods, Plant Physiology in Horticulture University of Illinois, Urbana, Illinois, p:112-115.
- Strand LL. 2008. Integrated pest management for strawberries, Vol. 3351. UCANR Publications, CA, USA.
- Strik BC. 1985. Flower bud initiation in strawberry cultivars. Fruit Var. J. 39: 5-9.
- Sun Y, Zhou H, Qin Y, Schulze L, Peter B, Deng H, Cai X, Wang D, Jones S. 2014. Horizontal monitoring of soil water content using a novel automated and mobile electromagnetic access-tube sensor. Journal of Hydrology 516: 50-55.
- Tsekleev G, Boyadjieva N, Solakov Y, Tabakova M. 1993. Influence of photo-selective mulch films on tomatoes in greenhouses. Plasticulture 95: 45-49.
- Trout TJ, Gartung J. 2004. Irrigation water requirements of strawberries. Acta Hortic. 664: 665--671.
- UİB 2017. Çilek Raporu. Uludağ İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği Ar&Ge Şubesi. www.uib.org.tr/tr/kbfile/cilek-raporu-2017.
- Voća S, Dobričević N, Dragović-Uzelac V, Duralija B, Družić J, Čmelik Z, Babojelić MS. 2008. Fruit Quality of New Early Ripening Strawberry Cultivars in Croatia. Food Technol. Biotechnol. 46 (3): 292-298.
- Wang SY, Camp MJ. 2000. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. Scientia Horticulturae 85: 183-99.
- Waterer D, Bantle J. 2000. High tunnel temperature observations. http://www.usask.ca/agriculture/plantsci/vegetable/resources/veg/ht_temp.pdf, Erişim Tarihi: 01 Ekim 2018
- Yuan BZ, Sun J, Nishiyama S. 2004. Effect of drip irrigation on strawberry growth and yield inside a plastic greenhouse. Biosyst. Eng. 87: 237-245.