



Tarım Bilimleri Dergisi
Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:
www.agri.ankara.edu.tr/journal

Genç Elma Ağaçlarının Vejetatif Gelişim, Meyve Verimi ve Kalitesi Üzerine Farklı Sulama Programlarının Etkileri

Erdal DAŞCI^a, Sebahattin KAYA^b, Salih EVREN^a, Hasbi YILMAZ^c, Mesut Cemal ADIGÜZEL^a

^aDoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 25090, Aziziye, Erzurum, TÜRKİYE

^bBingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 12000, Bingöl, TÜRKİYE

^cAtatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, 77102, Yalova, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

DOI: 10.1501/Tarimbil_0000001382

Sorumlu Yazar: Sebahattin KAYA, E-posta: sebahattinkaya@yahoo.com, Tel: +90 (426) 216 00 12

Geliş Tarihi: 18 Eylül 2014, Düzeltmelerin Gelişi: 01 Şubat 2015, Kabul: 02 Şubat 2015

ÖZET

Bu araştırma, genç elma ağaçlarının; ağaç gelişimi, meyve verim ve kalitesi üzerine farklı sulama programlarının etkilerini araştırmak için 2000-2007 yılları arasında Iğdır Ovası koşullarında yapılmıştır. Sulama programları, 90 cm'lik toprak katmanındaki mevcut nemin, farklı zaman aralıklarında (S1: 7 gün, S2: 14 gün, S3: 21 gün ve S4: 28 gün) tarla kapasitesine getirilmesi şeklinde uygulanmıştır. Araştırmada, Golden Delicious (GD), Starking Delicious (SD) ve Granny Smith (GS) olmak üzere MM 106 anacı üzerine aşılanmış 3 farklı elma çeşidi ve ağaç altı mikro yağmurlama sulama yöntemi kullanılmıştır. Ağaç gelişimi ile meyve verim ve kalitesi üzerine sulama programlarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. İstatistiksel olarak önemli farklılıklar, genellikle, yıllar ve çeşitler arasında elde edilmiştir. Yılların ortalaması olarak; GD çeşidinde ağaç gelişim ve ağaç başına meyve verim değerleri (13.9 cm² yıl⁻¹ ve 60.3 kg ağaç⁻¹), GD ve SD çeşitlerinde birim gövde kesit alanına düşen meyve verimi (her iki çeşit için de 0.49 kg cm⁻²) ve SD çeşidinde birim taç hacmine düşen meyve verimi (7.4 kg m⁻³) diğer çeşitlerinkinden daha yüksek olmuştur. GS çeşidinde asitlik ve sertlik değerleri (% 1.18 ve 6.3 kg cm⁻²) ve GD çeşidinde suda çözünebilir kuru madde değeri (% 12.2) diğer çeşitlerinkinden daha yüksek olmuştur. Çeşitlerin tamamında, en yüksek su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanım etkinliği değerleri S4 sulama programından elde edilmiştir. Sonuç olarak, Iğdır Ovası koşullarında, su tasarrufu için, su kullanım etkinliği en yüksek olan S4 sulama programının uygulanmasının uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Golden delicious; Starking delicious; Granny smith; Verim; Kalite; Sulama planlaması; Iğdır ovası

Effects of Different Irrigation Regimes on Vegetative Growth, Fruit Yield and Quality of Young Apple Trees

ARTICLE INFO

Research Article

Corresponding Author: Sebahattin KAYA, E-mail: sebahattinkaya@yahoo.com, Tel: +90 (426) 216 00 12

Received: 18 September 2014, Received in Revised Form: 01 February 2015, Accepted: 02 February 2015

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of different irrigation regimes on the vegetative growth, fruit yield and quality of young apple trees from 2000 to 2007 year in Iğdir Plain conditions. Irrigation regimes were applied by increasing the available water at 90 cm depth soil profile to field capacity in different time intervals (S1: 7 days, S2: 14 days, S3: 21 days and S4: 28 days). Three apple varieties grafted on MM106 rootstock (Golden Delicious, GD; Starking Delicious, SD; and Granny Smith, GS) and under-tree micro sprinkler irrigation method was used in this study. Effects of irrigation regimes on vegetative growth, fruit yield and quality were not statistically significant. Statistically significant differences were generally obtained among years, and cultivars. The average values of vegetative growth and fruit yield per tree of the GD (13.9 cm² year⁻¹ and 60.3 kg tree⁻¹), fruit yield per unit trunk cross - sectional area of the GD and the SD (0.49 kg cm⁻² for both cultivars), and fruit yield per unit crown volume of the SD (7.4 kg m⁻³) were more than those of other cultivars for the experimental years. Titrable acidity and pulp hardness of the GS (1.18% and 6.3 kg cm⁻²), and total solids soluble in the water for the GD (12.2%) was more than other cultivars. The highest water use efficiency, and irrigation water use efficiency were obtained from the S4 irrigation regime for all the cultivars. Consequently, the S4 irrigation regime to have the highest water use efficiency should use to conserve the water for the cultivation of apple in Iğdir Plain conditions.

Keywords: Golden delicious; Starking delicious; Granny smith; Yield; Quality; Irrigation scheduling; Iğdir plain

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

1. Giriş

Verim ve kalitesi yüksek ürün yetiştirmek için yeterli miktarda suyun uygun zamanda ve en uygun yöntemle verilmesi gerekir. Bu amaca, bitkilerin farklı gelişme dönemlerinde suyun bitki gelişimi ve verimi üzerindeki etkisinin iyi bilinmesi ile ulaşılabilir. Bu bakımdan ekonomik ve uygulanabilir sulama programlarına gereksinim duyulmaktadır. Son yıllardaki gelişmeler ve yöresel uygulamalardaki yenilikler, yeni sulama programlarının oluşturulmasını gerektirmektedir.

Bitkisel üretimi artırmak için eksik suyun tamamlanması yanında, sulama suyunun uygulanma yöntemi de önemlidir. Ağaç altı mikro yağmurlayıcılar ile ihtiyaç duyulan su kolaylıkla verilebileceği gibi bu sulama yöntemi ile türdeş su dağılımı sağlandığından, üründe önemli artışlar sağlanmaktadır. Ağaç altı mikro yağmurlama sulama yönteminin, yaprağını döken meyve ağaçlarının sulanmasında kullanımı son yıllarda yaygınlaşmıştır. Anılan sistemin damla ve yüzey sulama sistemlerine göre; düşük bakım giderleri, bir kaynaktan daha geniş ıslatma alanı sağlaması, seyrek sulama aralıklarından dolayı daha iyi yabancı ot kontrolü sağlaması, daha az tıkanıklık oluşması ve tıkanma probleminin kolay anlaşılması gibi üstünlükleri

vardır (Fererer & Goldhamer 1990). Bu sulama yönteminde, bitki besin elementlerinin kökler tarafından alındığı ıslatılan toprak hacmi arttığı için, özellikle kumlu topraklarda yetiştirilen meyve ağaçlarında kullanımı çok önemlidir. Ayrıca ticari gübrelerin, anılan sistemle birlikte verilebilmesi, onun bir diğer üstün yanını oluşturmaktadır (Yazar & Tekinel 1989).

Bu çalışmada, yüksek sulama randımanına sahip ağaç altı mikro yağmurlama sulama yönteminin, yeni kurulmuş elma bahçelerinin sulanmasında kullanılma olanakları ve farklı sulama programlarının genç elma ağaçlarının vejetatif gelişme, meyve verim ve kalitesi üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma, Iğdir Ovasında yer alan Toprak ve Su Kaynakları Araştırma İstasyonu arazisinde 1999 yılında kurulmuş olan elma bahçesinde, 2000-2007 yılları arasında yürütülmüştür. Iğdir Ovası, Doğu Anadolu Bölgesinde 44° 49' ve 45° 31' doğu boylamları ile 39° 03' ve 40° 03' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Ovanın denizden

yüksekliği ortalama 850 m'dir. Uzun yıllık verilere göre; ortalama yağış miktarı 255.7 mm ve yıllık ortalama sıcaklık 12.1 °C'dir. Oransal nem yıllık ortalama olarak % 55'dir. Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda bitki yetiştirme döneminde kaydedilmiş yağış değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırmada, MM106 yarı bodur anaçları üzerine aşılınmış üç ayrı elma çeşidi kullanılmıştır. Söz konusu çeşitler, Golden Delicious (GD), Starking Delicious (SD) ve Granny Smith (GS) olup, mevcut çeşitler arasında tozlaşma problemi yoktur. Deneme bahçesi, ağaçların sıra üzeri ve sıra arası mesafeleri 3 m x 4 m olarak 1999 yılında tesis edilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü topraklar ovanın genelini tanımlayacak karakterde olup killi-tın yapıda, derin, orta kireçli, hafif bazik reaksiyonlu, organik maddece fakir, fosfor durumu az ve potasyum durumu çok fazla özellik göstermektedir. Toprakların su alma hızı 6.9 cm h⁻¹ olarak belirlenmiştir. Araştırma yeri topraklarına ait bazı fiziksel analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

İstasyonda içme suyu olarak kullanılmakta olan yeraltı suyu, bu araştırmada sulama suyu olarak kullanılmıştır ve tuzluluk açısından 2. sınıf, sodyum içeriği açısından 1. sınıf olduğu (T2A1) belirlenmiştir.

Parselleri ağaç altı mikro yağmurlama sulama yöntemi ile sulamak için her parsel (her ağaç sırasına) 32 mm dış çaplı 1 adet PE lateral boru hattı yerleştirilmiş ve başlangıç noktasına küresel vana takılmıştır. Lateral hatlar üzerine iki ağacın orta noktasına gelecek şekilde 3 m aralıklarla mini yağmurlama başlıkları yerleştirilmiştir. Yağmurlama başlıklarının basıncı test edilmiş olup, test sonucunda söz konusu başlıkların 1.5 atü çalışma basıncındaki debileri 40 L h⁻¹, ıslatma yarı çapı ise 1.5 m ve dolayısıyla yağmurlama hızı 6 mm h⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Sulamalarda ıslatılan alan yüzdesi % 58.9 olarak hesaplanmıştır.

2.2.Yöntem

Araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre, ana parsellerde 4 sulama programı (ilk sulamayı takiben 7 günde bir sulama, S1; ilk sulamayı takiben 14 günde bir sulama, S2; ilk sulamayı takiben 21 günde bir sulama, S3 ve ilk sulamayı takiben 28 günde bir sulama, S4), alt parsellerde 3 çeşit (GD, SD ve GS) olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Her alt parselde 7 ağaç bulunmaktadır. Deneme bahçesinin tesis edildiği 1999 yılında fidanların tutmaları ve eşit şartların sağlanması açısından parseldeki tüm ağaçlara eşit su uygulanmıştır.

Çizelge 1- Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda yetiştirme döneminde düşen yağış değerleri (mm)

Table 1- Precipitation values in growing period of the experimental years

| Yıllar | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Yağış (mm) | 142.0 | 189.3 | 253.0 | 260.5 | 208.5 | 180.5 | 216.3 | 222.8 |

Çizelge 2- Araştırma yeri topraklarına ilişkin bazı fiziksel analiz sonuçları

Table 2- Some physical analysis results of soils in the experimental area

| Toprak derinliği (cm) | Tarla kapasitesi | | Solma noktası | | KSTK* | | Hacim ağırlığı (g cm ⁻³) | Bünye analizi (%) | | | Bünye |
|-----------------------|--------------------|-------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------------------------|-------------------|------|-----|-------|
| | P _w (%) | mm | P _w (%) | mm | P _w (%) | mm | | Kum | Silt | Kil | |
| 0-30 | 31.5 | 115.4 | 17.4 | 63.8 | 14.1 | 51.6 | 1.22 | 29 | 35 | 36 | CL |
| 30-60 | 31.9 | 120.7 | 17.1 | 64.5 | 14.8 | 56.2 | 1.26 | 28 | 36 | 36 | CL |
| 60-90 | 35.0 | 134.3 | 17.4 | 66.8 | 17.6 | 67.5 | 1.28 | 31 | 34 | 35 | CL |
| 90-120 | 27.2 | 99.4 | 16.4 | 60.1 | 10.8 | 39.3 | 1.22 | 15 | 55 | 30 | SiCL |

*, kullanılabilir su tutma kapasitesi

Sulama programlarının uygulanmasına 2000 yılında başlanmıştır.

Toprak nemi, her bir sulama programı için gravimetrik yöntemle ölçülmüştür (Güngör & Yıldırım 1989). Bu amaçla, sezon başında (Mart ayı ortasında), her ayın son gününde, yapılan her sulama öncesinde ve sezon sonunda (Ekim ayı sonunda) topraktaki mevcut nemi belirlemek için toprak örnekleri alınmıştır. Örnekler, topraktaki nem içeriğini en iyi yansıtacak şekilde, orta blokta sulama programlarına ait parsellerde ağaçların sıra üzerinden, yağmurlama başlığı ile ağaç arasından 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm derinlikler arası toprak katmanlarından alınmıştır.

Denemede, sulamalara bitki kök bölgesindeki elverişli nem yaklaşık % 65'e düştüğünde başlanmıştır. Sulamaların tamamında 90 cm derinliğindeki toprak katmanının nem düzeyi tarla kapasitesine getirilmiştir. Her sulamada uygulanan sulama suyu miktarı (I , mm), Eşitlik 1'e göre hesaplanmıştır.

$$I = \frac{(TK - MR) \cdot \gamma_t \cdot D \cdot P}{100} \quad (1)$$

Burada; TK, tarla kapasitesinde tutulan nem miktarı (%); MR, sulama öncesi ölçülen nem miktarı (%); γ_t toprağın hacim ağırlığı ($g\ cm^{-3}$); D, ıslatılan toprak derinliği (mm) ve P, ıslatılan alan oranını ifade etmektedir. Derinlik (mm) cinsinden hesaplanan sulama suyu miktarı, parsel alanı ile çarpılarak hacim cinsinden bulunmuş ve parsel girişindeki su sayacı ile ölçülerek verilmiştir.

Bitki su tüketimi değerleri aylık ve mevsimlik olarak hesaplanmıştır. Bitki su tüketiminin (ET, mm) belirlenmesinde, Eşitlik 2 kullanılmıştır (Doorenbos & Kassam 1988). Bu amaçla, 90 cm derinliğindeki toprak katmanının, yetiştirme sezonu içerisinde ölçülmüş olan toprak nemi değerleri kullanılmıştır.

$$ET = P_e + I - D - R \mp \Delta S \quad (2)$$

Burada; P_e , etkili yağış (mm); I , uygulanan sulama suyu miktarı (mm); D, drenajla kaybolan su miktarı (mm); R, yüzey akışla kaybolan su miktarı (mm) ve ΔS , toprak katmanında tutulan nem

miktarındaki değişmeyi (mm) ifade etmektedir. Araştırma süresince, bitki büyüme mevsimi boyunca düşen yağışın tamamı etkili yağış olarak alınmıştır (Güngör & Yıldırım 1989). 90 cm derinliğindeki üst toprak katmanındaki eksik nemi tarla kapasitesine getirmek için su ölçülü olarak verildiğinden ve belirli aralıklarla nem kontrolü yapılarak 90 cm'nin aşağısında nem değişimi olmadığı belirlendiğinden dolayı drenajla su kaybı olmadığı anlaşılmıştır. Ayrıca, uygulanan sulama yönteminden dolayı yüzey akış oluşmadığından Eşitlik 2 yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda değerlendirilerek Eşitlik 3 elde edilmiştir ve bu eşitliğe göre bitki su tüketimi belirlenmiştir.

$$ET = P_e + I \mp \Delta S \quad (3)$$

Azot kaynağı olarak % 46'lık üre (suda eritilerek), fosfor kaynağı olarak ise fosforik kullanılmıştır. Ağaç başına eşit olarak her yıl 60 g N, 25 g P_2O_5 verilmiştir. Azot ve fosfor sıvı halde gübre tankı vasıtasıyla sulama suyu ile birlikte verilmiştir (TOPRAKSU 1978). Elma ağaçlarında, dinlenme periyodunda olmak üzere, ilk üç yılda şekil budaması, sonraki yıllarda da verim budaması yapılmıştır. Hastalık ve zararlılara karşı gerekli ilaçlamalar yapılmıştır. Yabancı ot kontrolü, sıra araları rötovatör ile 5 cm derinliğinde işlenerek, sıra üzerinde ise yabancı ot ilacı kullanılarak yapılmıştır.

Ağaçların vejetatif özellikleri kış dinlenme periyodunda incelenmiştir. Her alt parselde önceden belirlenmiş 3 ağaçta aşı yerinin 15-20 cm yukarısında ve dallanmanın başladığı yerde olmak üzere gövde kesit alanı ve aynı ağaçlarda taç genişliği (m) ve taç yüksekliği (m) belirlenmiştir (Köksal 1982; Çelik 1988). Ağaç gövde kesit alanındaki yıllık artış miktarı bakımından gövde gelişiminin hızlı olduğu 2000-2003 yıllarına ait değerler istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Normal verimlerin alınmaya başlandığı 2003 yılından itibaren denemenin sonlandırıldığı 2007 yılına kadar ağaçların tamamında toplanan meyveler tartılarak ağaç başına meyve verimleri ($kg\ ağaç^{-1}$) ve dekara verimler ($kg\ da^{-1}$) belirlenmiştir. Her parselde vejetatif ölçümlerin yapıldığı 3 ağaçta birim taç hacmine ve birim gövde kesit alanına düşen meyve verimi

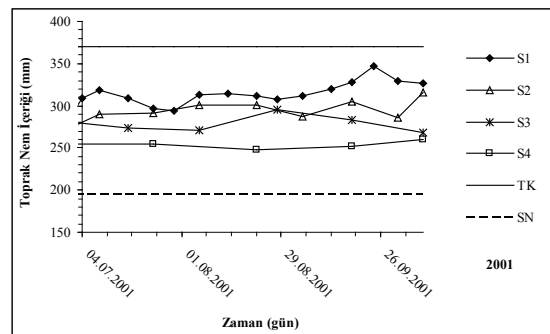
değerleri belirlenmiştir. Birim taç hacmine ve birim gövde kesit alanına düşen meyve verim değerleri, ağaçların sıra üzeri mesafeyi kapatarak vejetatif gelişmelerini tamamlamış olduğu 2005 yılı ve sonraki yıllar için, ağaç gelişim ve verim değerleri dikkate alınarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Meyve eti sertliği 6 mm çapında delici uca sahip penetrometre ile, suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı süzülmemiş meyve suyunda Carl-Zeis-Abbe el refraktometresi ile doğrudan % olarak ölçülmüştür (Karaçalı 2006). Olgunlaşmanın göstergesi olan titre edilebilir asit oranı, 1:5 oranında saf su ile seyreltilmiş meyve suyunda çözeltinin rengi gülkurusu pembe oluncaya kadar 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilerek malik asit cinsinden belirlenmiştir (Karaçalı 2006). Ağaç başına düşen meyve verimi ve yukarıda belirtilen meyve kalitesi ile ilgili değerler 2003-2007 yılları için belirlenmiş ve istatistiksel analize tabi tutulmuştur.

Su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanım etkinliği değerleri, 2003-2007 yılları ortalaması olarak, her bir sulama programında her bir çeşit için elde edilen dekar başına meyve verimleri, bitki su tüketimi ve sulama suyu değerlerine bölünmek suretiyle elde edilmiştir.

Ağaç gelişimi, meyve verimi ve kalitesine ait verilerin, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre öncelikle yıllık olarak varyans analizleri yapılmıştır. Daha sonra varyansların homojenliği kontrol edilmek suretiyle, yıl birleştirmesi yapılarak toplu varyans analizleri yapılmıştır (Yurtsever 1984). Ağaç başına düşen verim değerleri, varyansların homojen olmaması nedeniyle toplu analize tabi tutulmamıştır. Varyans analizleri JMP 7 yazılımı kullanılarak F testine göre % 5'lik hata sınırı dikkate alınarak yapılmıştır (SAS 2007). İstatistiksel analizlerde % cinsinden ve 0-1 aralığında olan desimal değerlerin dönüşümü yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre ortaya çıkan farklılıklar % 5 hata sınırında LSD testi esas alınarak gruplandırılmıştır (Yurtsever 1984; SAS 2007).

3. Bulgular ve Tartışma

2000-2007 yıllarına ait mevsimlik sulama suyu miktarı ve su tüketim değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Uygulanan mevsimlik sulama suyu miktarları (yılların ortalaması olarak), sulama programları için 286-524 mm, ölçülen bitki su tüketim değerleri ise 504-735 mm arasında olmuştur. Bu konuda yapılmış çalışmalarda, elma ağaçlarına verilen sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimleri; Kıvanç (1991) tarafından 495-814 mm, Köksal et al (1999) tarafından 609-733 mm, Günbatılı & Demirören (1980) tarafından 547-845 mm ve Güngör & Kanburoğlu (1978) tarafından 531-920 mm olarak tespit edilmiştir. Çizelge 3'e göre, S1 sulama programına oranla; S2, S3 ve S4 sulama programlarında sırasıyla % 26, % 42 ve % 45 daha az sulama suyu kullanılmıştır. Bitki su tüketimleri ise, S1 sulama programına oranla S2, S3 ve S4 sulama programlarında sırasıyla % 17, % 28 ve % 31 daha az olmuştur. Programların su tüketimleri arasındaki bu farklılık, sulamaların yapıma sıklığından kaynaklanmıştır ve toprak katmanında oluşan farklı nem düzeyleri, bitkilerin farklı miktarlarda su kullanımına neden olmuştur. Farklı sulama programlarının, sulamalardan 1 gün önceki 90 cm derinlikteki toprak katmanının su içeriğine olan etkileri 2001, 2004 ve 2007 yılları için (araştırmanın başlangıç, orta ve son yıllarını karşılayacak şekilde) Şekil 1-3'de verilmiştir.



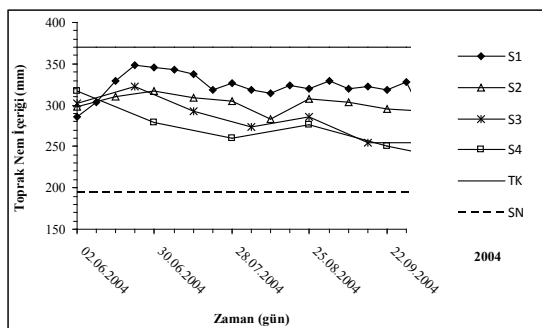
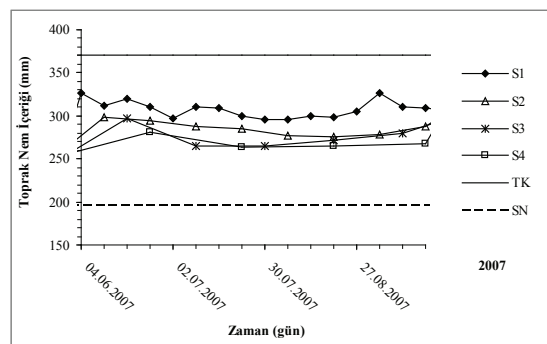
TK, tarla kapasitesi; SN, solma noktası

Şekil 1- 2001 yılı için sulama programlarının toprak nem içeriğine olan etkileri

Figure 1- Effects of irrigation regimes on soil moisture content for 2001

Çizelge 3- Uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen su tüketim değerleri*Table 3- Amounts of irrigation water applied and values of evapotranspiration determined*

| Yıllar | Sulama programı | Sulama aralığı (gün) | Sulama suyu miktarı (I, mm) | Bitki su tüketimi (ET, mm) | Yıllar | Sulama programı | Sulama aralığı (gün) | Sulama suyu miktarı (I, mm) | Bitki su tüketimi (ET, mm) |
|--------|-----------------|----------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 2000 | S1 | 7 | 455 | 565 | 2005 | S1 | 7 | 450 | 590 |
| | S2 | 14 | 310 | 454 | | S2 | 14 | 350 | 485 |
| | S3 | 21 | 272 | 369 | | S3 | 21 | 287 | 444 |
| | S4 | 28 | 266 | 358 | | S4 | 28 | 266 | 445 |
| 2001 | S1 | 7 | 529 | 673 | 2006 | S1 | 7 | 580 | 892 |
| | S2 | 14 | 385 | 539 | | S2 | 14 | 422 | 744 |
| | S3 | 21 | 283 | 484 | | S3 | 21 | 345 | 686 |
| | S4 | 28 | 282 | 483 | | S4 | 28 | 297 | 570 |
| 2002 | S1 | 7 | 663 | 886 | 2007 | S1 | 7 | 666 | 952 |
| | S2 | 14 | 439 | 663 | | S2 | 14 | 475 | 769 |
| | S3 | 21 | 340 | 579 | | S3 | 21 | 355 | 659 |
| | S4 | 28 | 315 | 577 | | S4 | 28 | 313 | 600 |
| 2003 | S1 | 7 | 392 | 615 | 2000-2007 Ort. | S1 | 7 | 524 | 735 |
| | S2 | 14 | 353 | 593 | | S2 | 14 | 386 | 612 |
| | S3 | 21 | 277 | 492 | | S3 | 21 | 306 | 531 |
| | S4 | 28 | 264 | 473 | | S4 | 28 | 286 | 504 |
| 2004 | S1 | 7 | 454 | 706 | 2003-2007 Ort. | S1 | 7 | 508 | 751 |
| | S2 | 14 | 353 | 644 | | S2 | 14 | 391 | 647 |
| | S3 | 21 | 290 | 535 | | S3 | 21 | 311 | 563 |
| | S4 | 28 | 284 | 519 | | S4 | 28 | 285 | 522 |

**Şekil 2- 2004 yılı için sulama programlarının toprak nem içeriğine olan etkileri***Figure 2- Effects of irrigation regimes on soil moisture content for 2004***Şekil 3- 2007 yılı için sulama programlarının toprak nem içeriğine olan etkileri***Figure 3- Effects of irrigation regimes on soil moisture content for 2007*

Ağaç gövde kesit alanındaki yıllık artış miktarı bakımından yıllar arasında, istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. En yüksek artış miktarı 2003 yılında ($18.9 \text{ cm}^2 \text{ yıl}^{-1}$), en düşük artış miktarı ise 2000 yılında ($7.4 \text{ cm}^2 \text{ yıl}^{-1}$) elde edilmiştir. Yıllar arasındaki bu farklılığın, gelişme dönemindeki ağaçlara ait genel bir özellik olduğu kanaatine varılmıştır. Her bir yıl için ve yılların ortalaması olarak, sulama programlarının gövde kesit alanındaki yıllık artış miktarına etkisi önemsiz olmuştur. Benzer sonuçlar, Köksal et al (1999) tarafından da elde edilmiştir. 2002 yılı hariç, her bir yıl için ve yılların ortalaması olarak çeşitler arasındaki fark önemli bulunmuştur. 2000 ve 2001 yıllarında en yüksek değerler GD çeşidinden (sırasıyla 9.1 ve $11.5 \text{ cm}^2 \text{ yıl}^{-1}$), 2003 yılında ise GD ve GS çeşitlerinden (sırasıyla 21.1 ve $19.3 \text{ cm}^2 \text{ yıl}^{-1}$) elde edilmiştir. Yılların ortalaması olarak en yüksek yıllık artış değeri GD çeşidinden ($13.9 \text{ cm}^2 \text{ yıl}^{-1}$) elde edilmiştir. Birleştirilmiş analizlerde yıl x sulama programı ve yıl x sulama programı x çeşit interaksyonları önemli bulunmazken, yıl x çeşit interaksyonu ile sulama programı x çeşit interaksyonları önemli bulunmuştur. Farklılıkların önemli çıktığı yıl x çeşit interaksyonuna göre en yüksek yıllık artış değeri 2003 yılında GD çeşidinden ($21.1 \text{ cm}^2 \text{ yıl}^{-1}$) elde edilmiştir (Çizelge 4). Sulama programı x çeşit interaksyonu 2003 yılında ve birleştirilmiş analizlerde önemli çıkmıştır. 2003 yılında, en yüksek yıllık artış değeri S3 sulama programında GD çeşidinden ($24.3 \text{ cm}^2 \text{ yıl}^{-1}$) elde edilmiştir. Birleştirilmiş analizlerde (tüm yıllar ortalaması olarak) ise aynı istatistik grupta yer alan S1 ve S3 sulama programlarında GD çeşidi (sırasıyla 14.3 ve $15.6 \text{ cm}^2 \text{ yıl}^{-1}$) en yüksek yıllık artışa sahip olmuştur (Çizelge 5).

Ağaç başına verim bakımından sadece 2004 yılında sulama programları arasındaki farklar önemli olmuştur, diğer yıllarda ise önemli olmamıştır. 2004 yılında en yüksek verim S1 sulama programından ($40.5 \text{ kg ağaç}^{-1}$) elde edilmiştir. 2005 yılı hariç, diğer yılların tamamında ağaç başına verim bakımından çeşitler arasındaki farklılık önemli olmuştur. 2003, 2004 ve 2006 yıllarında en yüksek verimler GD

çeşidinden (sırasıyla 18.4 , 69.4 ve $142.7 \text{ kg ağaç}^{-1}$), 2007 yılında ise GS çeşidinden ($84.2 \text{ kg ağaç}^{-1}$) elde edilmiştir. Çeşitler için yıllar arasındaki verim farklılığı dikkate alınarak değerlendirildiğinde, GD çeşidinde periyodisitenin etkisi açıkça görülmektedir (Çizelge 4). Sulama programı x çeşit interaksyonu bakımından ortaya çıkan farklılıklar sadece 2005 yılında önemli olmuştur. En yüksek verim S2 sulama programında GD çeşidinden ($56.2 \text{ kg ağaç}^{-1}$) elde edilmiştir (Çizelge 5). Orta et al (2001), Starking Delicious elma çeşidinde yüzey ve damla sulama yöntemlerinde farklı sulama programlarının verim ve kalite özelliklerine etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. Köksal et al (1999), elma çeşitlerinde ağaç altı mikro yağmurlama yönteminde farklı sulama programlarının, ağaç başına düşen meyve verimleri üzerine etkisinin; Starkspur Golden Delicious çeşidinde önemsiz, Starkrimson çeşidinde ise önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Birim gövde kesit alanına düşen verim bakımından yıllar arasındaki farklılık önemli olmamıştır. Sulama programları arasındaki farklılık sadece 2007 yılında önemli olmuştur. En yüksek verimler aynı istatistik grup içerisinde yer alan S2 ve S3 sulama programlarından (sırasıyla 0.49 ve 0.47 kg cm^{-2}) elde edilmiştir (Çizelge 4). Köksal et al (1999), ağaç altı mikro yağmurlama yönteminde farklı sulama programlarının, birim gövde kesit alanına düşen meyve verimleri üzerine etkisinin; Starkspur Golden Delicious ve Starkrimson çeşitlerinde önemsiz olduğunu belirtmişlerdir. 2005 yılında çeşitler arasındaki farklılık önemsiz olmasına rağmen, 2006 ve 2007 yıllarında ve yılların ortalaması olarak çeşitler arasındaki farklılık önemli çıkmıştır. 2006 yılında en yüksek verim GD çeşidinden (0.84 kg cm^{-2}) elde edilmiştir. 2007 yılında ise en yüksek verim aynı istatistik grup içerisinde yer alan SD ve GS çeşitlerinden (her iki çeşit için de 0.52 kg cm^{-2}) elde edilmiştir. GD çeşidinde 2006 ve 2007 yıllarındaki bu farklılığın, yukarıda da belirtildiği gibi periyodisiteden kaynaklandığı kanaatine varılmıştır. Yılların ortalaması olarak en yüksek verim GD ve SD çeşitlerinden (her iki çeşit için de 0.49 kg cm^{-2}) elde edilmiştir (Çizelge 4). Sulama programı x çeşit interaksyonu sadece

Çizelge 4- Sulama programları ve çeşitlerin ağaç gelişimi ve meyve verimi üzerine etkileri

Table 4- Effects of irrigation regimes and cultivars on vegetative growth and fruit yield

| Varyasyon kaynakları | Ağaç gövde kesit alanındaki yıllık artış miktarı (cm ² yıl ⁻¹) | | | | | | | Ağaç başına verim (kg ağaç ⁻¹) | | | | | | | Birim gövde kesit alanına düşen verim (kg m ⁻³) | | | | | | |
|--------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|--|--------|-------|------|------|-------|--------|---|------|------|------|------|--|--|
| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | Ort. | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | Ort. | 2005 | 2006 | 2007 | Ort. | 2005 | 2006 | 2007 | Ort. | | |
| Yıllar | 7.4d ¹ | 9.0c | 13.2b | 18.9a | 12.1 | - | - | - | - | - | 0.42 | 0.48 | 0.42 | 0.44 | 7.0a | 5.7b | 4.9b | 5.8 | | | |
| Sulama Prog. | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | * | ns | ns | ns | ns | ns | | | |
| S1 | 7.0 | 9.0 | 12.8 | 19.0 | 11.9 | 14.4 | 40.5a ¹ | 35.0 | 76.1 | 58.8 | 45.0 | 0.37 | 0.51 | 0.40ab | 0.43 | 6.7 | 5.4 | 5.8 | 5.9 | | |
| S2 | 7.9 | 9.1 | 12.5 | 18.4 | 12.0 | 17.2 | 35.9ab | 42.1 | 71.0 | 66.5 | 46.6 | 0.48 | 0.33 | 0.49a | 0.44 | 8.2 | 4.6 | 5.8 | 6.2 | | |
| S3 | 7.2 | 8.9 | 13.8 | 20.2 | 12.5 | 15.3 | 35.7b | 25.5 | 80.8 | 54.9 | 42.4 | 0.36 | 0.53 | 0.47a | 0.45 | 6.2 | 6.4 | 4.3 | 5.6 | | |
| S4 | 7.6 | 8.8 | 13.9 | 18.1 | 12.1 | 15.1 | 30.5b | 39.3 | 77.0 | 54.2 | 43.2 | 0.48 | 0.57 | 0.31b | 0.45 | 6.9 | 6.2 | 4.2 | 5.7 | | |
| Çeşitler | * | ns | * | * | * | * | * | ns | * | * | ns | ns | * | * | * | * | * | * | * | | |
| GD | 9.1a ¹ | 11.5a | 14.0 | 21.1a | 13.9a | 18.4a | 69.4a | 34.3 | 142.7a | 37.0c | 60.3 | 0.42 | 0.84a | 0.24 b | 0.49a | 5.8b | 8.9a | 3.4b | 5.9b | | |
| SD | f ² | e | d | a | | | | | | | | bc | a | de | c | ab | d | | | | |
| GS | 6.7b | 7.1c | 12.3 | 16.4b | 10.6c | 14.7b | 20.4b | 36.8 | 55.7b | 54.6b | 36.4 | 0.50 | 0.45b | 0.52 a | 0.49a | 9.8a | 6.7b | 5.9a | 7.4a | | |
| İnteraksiyonlar | h | gh | de | c | | | | | | | | bc | bc | b | a | bc | c | | | | |
| Yıl x sul. progr. | 6.5 b | 8.4b | 13.3 | 19.3a | 11.9b | 13.4b | 17.1b | 35.4 | 30.3c | 84.2a | 36.1 | 0.35 | 0.19c | 0.52 a | 0.35b | 5.6b | 2.3c | 5.6a | 4.4c | | |
| Yıl x sul. prog. x Çeşit | h | fg | d | b | | | | | | | | cd | e | b | c | d | c | | | | |
| Yıl x sul. progr. | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | | |
| Yıl x çeşit | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | |
| Sul. prog. x çeşit | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | * | ns | ns | ns | ns | ns | * | ns | * | ns | ns | | | |
| Yıl x sul. prog. x Çeşit | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | | |

ns, varyans analizine göre önemli olmayan farklılıkları; *, varyans analizine göre önemli olan farklılıkları (P≤0.05); ¹, 1. sıradaki harflendirmeler, LSD testine göre; yıllar, aynı yıl için sulama programları veya çeşitler arasındaki farklılıkları (P≤0.05); ², 2. sıradaki harflendirmeler, LSD testine göre; yıl x çeşit interaksiyonundaki önemli olan farklılıkları göstermektedir (P≤0.05)

Çizelge 5- Ağaç gelişimi ve meyve verimi üzerine sulama programı x çeşit interaksiyon etkileri

Table 5- Effects of irrigation regimexcultivar interaction on vegetative growth and fruit yield

| Sul. prog. | Gövde kesit alanındaki yıllık artış (2003 Yılı) | | | Gövde kesit alanındaki yıllık artış (Tüm yıllar ort.) | | | Ağaç başına verim (2005 yılı) | | | Birim gövde kesit alanına düşen verim (2007 yılı) | | | Birim taç hacmine düşen verim (2005 yılı) | | |
|------------|---|---------|--------|---|--------|---------|-------------------------------|---------|----------|---|--------|---------|---|----------|-----------|
| | GD | SD | GS | GD | SD | GS | GD | SD | GS | GD | SD | GS | GD | SD | GS |
| S1 | 20.9ab* | 12.0 d | 22.1ab | 14.3a | 8.7f | 12.8bc | 23.7cd | 44.8ab | 36.6bc | 0.12e | 0.61ab | 0.49bcd | 2.7e | 13.7a | 5.7bcde |
| S2 | 18.2bc | 18.2 bc | 18.3bc | 11.6cde | 12.2cd | 12.1cd | 56.2a | 40.7abc | 29.2bcd | 0.37cd | 0.65ab | 0.47bcd | 11.0ab | 9.5abc | 4.9 cde |
| S3 | 24.3 a | 17.0 c | 19.3bc | 15.6a | 11.0de | 11.1de | 12.1d | 27.6bcd | 36.8bc | 0.14e | 0.72a | 0.57abc | 4.1de | 7.2abcde | 7.5 abcde |
| S4 | 20.8 ab | 16.4 c | 17.2c | 14.1ab | 10.6e | 11.6cde | 45.2ab | 33.9bcd | 38.8 abc | 0.09e | 0.34d | 0.54abc | 7.1bcde | 9.3abcd | 4.6 cde |

*, harflendirmeler, LSD testine göre önemli olan farklılıkları göstermektedir (P≤0.05)

2007 yılında önemli olmuştur ve en yüksek verim S3 sulama programında SD çeşidinden (0.72 kg cm⁻²) elde edilmiştir (Çizelge 5). Yıl x sulama programı ve yıl x sulama programı x çeşit interaksiyonları önemli olmazken, yıl x çeşit intetraksiyonu önemli olmuştur. Yıl x çeşit interaksiyonuna göre en yüksek verim 2006 yılında GD çeşidinden (0.84 kg cm⁻²) elde edilmiştir (Çizelge 4).

Birim taç hacmine düşen verim bakımından yıllar arasındaki farklılık önemli olmuştur. En yüksek verim 2005 yılında (7.0 kg m⁻³) elde edilmiştir. Her bir yıl için ve yılların ortalaması olarak sulama programları arasında fark önemli olmamıştır. Benzer sonuçlar, Köksal et al (1999) tarafından da elde edilmiştir. Çeşitler arasındaki farklılık, yılların tamamında ve yılların ortalaması olarak önemli olmuştur. En yüksek verimler 2005 ve 2007 yıllarında SD çeşidinden (sırasıyla 9.8 ve 5.9 kg m⁻³), 2006 yılında ise GD çeşidinden (8.9 kg m⁻³) elde edilmiştir. Yılların ortalaması olarak en yüksek verim SD çeşidinden (7.4 kg m⁻³) elde edilmiştir (Çizelge 4). Sulama programı x çeşit interaksiyonu sadece 2005 yılında önemli olmuştur ve en yüksek verim S1 sulama programında SD çeşidinden (13.7 kg m⁻³) elde edilmiştir (Çizelge 5). Yıl x sulama programı ve yıl x sulama programı x çeşit interaksiyonları önemli olmazken, yıl x çeşit interaksiyonu önemli olmuştur. Yıl x çeşit interaksiyonuna göre en yüksek verim 2005 yılında SD çeşidinden (9.8 kg m⁻³) elde edilmiştir (Çizelge 4).

Titre edilebilir asitlik bakımından yıllar arasındaki farklılık önemli olmuştur. Aynı istatistik

grup içerisinde yer alan 2003, 2005 ve 2007 yıllarındaki asitlik değerleri (sırasıyla % 0.74, % 0.74 ve % 0.75), 2004 ve 2006 yıllarında elde edilen asitlik değerlerinden (sırasıyla % 0.61 ve % 0.64) önemli düzeyde daha yüksek olmuştur. Sulama programları arasındaki farklılık sadece 2003 yılında önemli olmuştur. 2003 yılında S1 sulama programından elde edilen asitlik değeri (% 0.80), aynı istatistik grup içinde yer alan diğer sulama programlarına göre önemli derecede yüksek olmuştur (Çizelge 6). Köksal et al (1999) ve Orta et al (2001), benzer şekilde sulama programlarının titre edilebilir asitlik üzerine etkisinin önemsiz olduğunu belirtmişlerdir. Yılların ortalaması olarak sulama programları arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Tüm yıllarda ve yılların ortalaması olarak çeşitler arasındaki farklar önemli olmuştur. Tüm yıllar ve yılların ortalaması için en yüksek asitlik değerleri GS çeşidinden (ortalama % 1.18), en düşük asitlik değerleri ise SD çeşidinden (ortalama % 0.38) elde edilmiştir ki bu durum olması gereken bir sonuçtur. Sulama programı x çeşit interaksiyonları tüm yıllarda ve yılların ortalaması olarak önemsiz olmuştur. Birleştirilmiş analizlerde yıl x sulama programı, sulama programı x çeşit ve yıl x sulama programı x çeşit interaksiyonları önemli bulunmamış, yıl x çeşit interaksiyonu ise önemli bulunmuştur. Yıl x çeşit interaksiyonunda en yüksek değer 2003 yılında GS çeşidinden (% 1.23) elde edilmiştir (Çizelge 6).

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) bakımından yıllar arasındaki farklılık önemli olmuştur. En yüksek SÇKM değerleri aynı istatistik grup içerisinde yer alan 2003 ve 2006 yıllarında

Çizelge 6- Sulama programları ve çeşitlerin meyve kalitesi üzerine etkileri

Table 6- Effects of irrigation regimes and cultivars on fruit quality

| Varyasyon kaynakları | Asitlik (%) | | | | | | | Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM, %) | | | | | | | Sertlik (kg cm ⁻²) | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------------------|--------|-------|-------|-------|------|------|--------------------------------|------|------|-------|------|------|--|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | Ort. | | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | Ort. | | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | Ort. | |
| Sulama prog. | * | ns | ns | ns | ns | ns | * | 12.3a | 10.8b | 9.5c | 12.1a | 11.1b | 11.2 | ns | 5.4b | 5.1c | 6.0a | 5.3bc | 6.0a | 5.6 | |
| S1 | 0.80a ¹ | 0.59 | 0.76 | 0.62 | 0.76 | 0.71 | 12.7 | 10.5 | 9.8 | 12.1 | 11.2a | 11.2 | 5.4 | 5.5 | 6.0 | 5.2 | 6.1 | 5.6 | 5.5 | 5.5 | |
| S2 | 0.73b | 0.60 | 0.74 | 0.61 | 0.75 | 0.69 | 12.2 | 11.3 | 8.8 | 12.2 | 10.4b | 11.0 | 5.4 | 4.9 | 5.8 | 5.4 | 5.9 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | |
| S3 | 0.75b | 0.61 | 0.73 | 0.65 | 0.74 | 0.69 | 12.2 | 10.5 | 9.3 | 12.3 | 11.5a | 11.1 | 5.4 | 5.1 | 6.1 | 5.3 | 5.9 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | |
| S4 | 0.72b | 0.64 | 0.75 | 0.65 | 0.78 | 0.71 | 12.3 | 10.7 | 9.9 | 11.9 | 10.6b | 11.1 | 5.4 | 5.0 | 6.2 | 5.2 | 6.4 | 5.7 | 5.7 | 5.7 | |
| Çeşitler | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | |
| GD | 0.68b ¹ | 0.45b | 0.66b | 0.45b | 0.72b | 0.59b | 14.7a | 11.6a | 10.3a* | 12.4a | 12.1a | 12.2a | 4.8c | 4.4c | 5.2b | 4.5b | 5.8b | 4.9c | 4.9c | 4.9c | |
| SD | 0.39c | 0.32c | 0.41c | 0.34c | 0.43c | 0.38c | 13.0b | 9.7b | 9.8a | 13.2a | 11.0b | 11.3b | 5.2b | 5.2b | 6.2a | 5.1b | 5.5b | 5.4b | 5.4b | 5.4b | |
| GS | 1.23a | 1.11a | 1.21a | 1.16a | 1.17a | 1.18a | 9.5c | 11.1ab | 8.3b | 10.8b | 9.7c | 9.9c | 6.2a | 5.8a | 6.6a | 6.2a | 6.9a | 6.3a | 6.3a | 6.3a | |
| İnteraksiyonlar | a | c | ab | bc | bc | f | f | de | g | de | f | c | d | d | ab | bc | a | a | a | a | |
| Yıl x sul. progr. | | | | | | ns | | | | | | ns | | | | | | | ns | ns | |
| Yıl x çeşit | | | | | | * | | | | | | * | | | | | | | * | * | |
| Sul. prog. x çeşit | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | |
| Yıl x sul. prog. x çeşit | | | | | | ns | | | | | | ns | | | | | | | ns | ns | |

ns, varyans analizine göre önemli olmayan farklılıkları; *, varyans analizine göre önemli olan farklılıkları (P≤0.05); ¹, 1. sıradaki harflendirmeler, LSD testine göre yıllar. aynı yıl için sulama programları veya çeşitler arasındaki farklılıkları (P≤0.05); ², 2. sıradaki harflendirmeler, LSD testine göre yıl x çeşit interaksiyonundaki önemli olan farklılıkları göstermektedir (P≤0.05)

(sırasıyla % 12.3 ve % 12.1) elde edilmiştir. Sulama programları arasındaki farklılık sadece 2007 yılında önemli çıkmıştır. 2007 yılında aynı istatistik grup içerisinde yer alan S1 ve S3 sulama programlarından elde edilen SÇKM değerleri (sırasıyla % 11.2 ve % 11.5), aynı istatistik grup içinde yer alan S2 ve S4 sulama programlarından elde edilen değerlerden (sırasıyla % 10.4 ve % 10.6) daha yüksek olmuştur (Çizelge 6). Benzer şekilde, sulama programlarının, SÇKM miktarları üzerine etkisinin önemsiz olduğu, Köksal et al (1999) tarafından da belirtilmiştir. Yılların ortalaması olarak sulama programları arasındaki fark önemsiz olmuştur. Tüm yıllarda ve yılların ortalaması olarak çeşitler arasındaki farklar önemli olmuştur. En yüksek SÇKM değerleri, 2003, 2004 ve 2007 yıllarında GD çeşidinden (sırasıyla % 14.7, % 11.6 ve % 12.1) elde edilmiştir. 2005 ve 2006 yıllarında ise, aynı istatistik grup içerisinde yer aldıklarından dolayı, GD ve SD çeşitlerinden (2005 yılı için sırasıyla % 10.3 ve % 9.8, 2006 yılı için sırasıyla % 12.4 ve % 13.2) elde edilmiştir. Yılların ortalaması olarak en yüksek SÇKM değeri GD çeşidinden (% 12.2) elde edilmiştir. Sulama programı x çeşit interaksyonları tüm yıllarda ve yılların ortalamasına göre önemli olmamıştır. Birleştirilmiş analizlerde yıl x sulama programı, sulama programı x çeşit ve yıl x sulama programı x çeşit interaksyonları önemli bulunmamış, yıl x çeşit interaksyonu ise önemli bulunmuştur. Yıl x çeşit interaksyonunda en yüksek değer 2003 yılında GD çeşidinden (% 14.7) elde edilmiştir (Çizelge 6).

Sertlik bakımından da yıllar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. En yüksek sertlik değerleri,

aynı istatistik grup içerisinde yer alan 2005 ve 2007 yıllarında (her iki yıl için de 6.0 kg cm⁻²) elde edilmiştir. Yılların tamamında ve birleştirilmiş analizlerde (yılların ortalaması olarak) sulama programları arasındaki farklılık önemsiz çıkmış olmasına karşın çeşitler arasındaki farklılık önemli olmuştur. En yüksek sertlik değerleri 2005 yılı haricindeki diğer yıllarda GS çeşidinden (2003, 2004, 2006 ve 2007 yılları için sırasıyla 6.2, 5.8, 6.2 ve 6.9 kg cm⁻²), 2005 yılında ise, aynı istatistik grup içerisinde yer aldıklarından dolayı, SD ve GS çeşitlerinden (sırasıyla 6.2 ve 6.6 kg cm⁻²) elde edilmiştir. Yılların ortalaması olarak en yüksek değer GS çeşidinden (6.3 kg cm⁻²) elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler, bu konudaki bilgi ve duyuşal gözlemlerle de uyumaktadır. Sulama programı x çeşit interaksyonları tüm yıllarda ve yılların ortalamasına göre önemli bulunmamıştır. Birleştirilmiş analizlerde yıl x sulama programı, sulama programı x çeşit ve yıl x sulama programı x çeşit interaksyonları önemli bulunmamış, yıl x çeşit interaksyonu ise önemli bulunmuştur. Yıl x çeşit interaksyonunda en yüksek değer 2007 yılında GS çeşidinden (6.9 kg cm⁻²) elde edilmiştir (Çizelge 6).

Sulama programlarının su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanım etkinliği değerleri Çizelge 7'de verilmiştir. Yılların ortalaması olarak, en yüksek su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanım etkinliği değerleri S4 sulama programından (6.62 ve 12.12 kg da⁻¹ mm⁻¹), en düşük değerler ise S1 sulama programından (4.99 ve 7.37 kg da⁻¹ mm⁻¹) elde edilmiştir. Böylece, en fazla sulama suyu uygulanan sulama programında su kullanım ve sulama suyu

Çizelge 7- Sulama programları ve çeşitlerin su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanım etkinliği değerleri

Table 7- Values of water use efficiency, and irrigation water use efficiency for irrigation regimes and cultivars

| Sulama programı | Su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanım etkinliği (kg da ⁻¹ mm ⁻¹) | | | |
|-----------------|---|--------------------|--------------|------------|
| | Golden Delicious | Starking Delicious | Granny Smith | Ortalama |
| S1 | 6.36*-9.40** | 4.25-6.28 | 4.36-6.44 | 4.99-7.37 |
| S2 | 6.42-10.63 | 5.05-8.35 | 4.24-7.01 | 5.24-8.66 |
| S3 | 8.34-15.10 | 5.24-9.49 | 5.34-9.66 | 6.31-11.42 |
| S4 | 8.77-16.07 | 5.31-9.72 | 5.77-10.56 | 6.62-12.12 |

*, su kullanım etkinliği; **, sulama suyu kullanım etkinliği

kullanım etkinliği değerleri düşük, en az sulama suyu uygulanan sulama programında ise yüksek çıkmıştır. Bu durum, uygulanan sulama suyundaki artışa bağlı olarak verimin artmamasından, hatta fazla su uygulanan sulama programlarından elde edilen verimlerin, daha az su uygulanan programlardan elde edilen verimlerden daha düşük olmasından kaynaklanmıştır. Çeşitler bakımından da su kullanım etkinliği değerleri farklı olmuştur. Çeşitlerin her üçünde de en yüksek değerler S4 sulama programından, en düşük değerler GD ve SD çeşitlerinde S1 sulama programından, GS çeşidinde ise S2 sulama programından ve elde edilmiştir. En yüksek sulama suyu kullanım etkinliği değerleri, bütün çeşitler için S4 sulama programından, en düşük değerler ise yine tüm çeşitler için S1 sulama programından elde edilmiştir. Tüm sulama programları ve çeşitler dikkate alındığında, en yüksek su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanım etkinliği değerleri S4 sulama programında GD çeşidinden (8.77 ve 16.07 kg da⁻¹ mm⁻¹) elde edilmiştir. En düşük su kullanım etkinliği değeri S2 sulama programında GS çeşidinden (4.24 kg da⁻¹ mm⁻¹) ve en düşük sulama suyu kullanım etkinliği değeri ise S1 sulama programında SD çeşidinden (6.28 kg da⁻¹ mm⁻¹) elde edilmiştir.

4. Sonuçlar

Farklı sulama programlarının elma ağaçlarının gelişimi, meyve verimi ve kalitesi üzerine olan etkileri genel olarak istatistikî açıdan önemsiz olmuştur. Önemli farklılıklar, genellikle, yıllar ve çeşitler arasında elde edilmiştir. Yıllar arasındaki farklılığın önemli çıkması, özellikle ağaçların genç olmasından ve dolayısıyla olgunlaştıkça gelişim ve verimlerinin artmasından kaynaklanmıştır. Çeşitler arasındaki farklılığın, genellikle önemli çıkması ise çeşitlerin potansiyelleri gereği beklenen bir durum olarak algılanmıştır. Özellikle, meyve kalite kriterleri yönüyle çeşitler arasındaki farkların tüm yıllarda önemli olması ve farklılık gruplandırmasında yılların tamamında çeşitlerin grup sıralarının hemen hemen aynı olması, çeşit özelliklerinden kaynaklanan bir durum olarak algılanmıştır.

Yılların ortalaması olarak; en yüksek ağaç gelişim değeri ve ağaç başına düşen en yüksek meyve verimi GD çeşidinden, birim gövde en kesitine düşen en yüksek verim GD ve SD çeşitlerinden ve birim taç hacmine düşen en yüksek verim SD çeşidinden elde edilmiştir. Tüm yıllar ve yılların ortalaması için en yüksek asitlik değerleri GS çeşidinden, en düşük asitlik değerleri ise SD çeşidinden elde edilmiştir. En yüksek SÇKM değerleri, tüm yıllar ve yılların ortalaması için GD çeşidinden elde edilmiştir. En yüksek sertlik değerleri, tüm yıllar ve yılların ortalaması için GS çeşidinden elde edilmiştir. Su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanım etkinliği, sulama suyu arttıkça azalmıştır. Çeşitlerin tamamında en yüksek su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanım etkinliği S4 sulama programından elde edilmiştir. Sulama programlarının verim ve kalite üzerine etkileri önemsiz ve dolayısıyla suyun etkin kullanımı önemli olduğu için, su kullanım etkinliği en yüksek olan S4 sulama programının uygulanmasının uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen, TAGEM /BB/ 98220K02 no`lu araştırma projesi sonuç raporundan kısmen özetlenmiştir. Projedeki katkılarından dolayı tüm kişi ve kuruluşlara teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Çelik M (1988). Ankara Koşullarında Williams, Ankara Akça Ve Şeker Armut Çeşitleri İçin En Uygun S.Ö. Ayva Anaçlarının Seçimi Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1075, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 578, Ankara
- Doorenbos J & Kassam A H (1988). Yield response to water: FAO Irrigation and Drainage Paper, No: 33, Rome
- Fereres E & Goldhamer D A (1990). Deciduous fruit and nut trees. In: B A Steward & D R Nielsen (Eds). *Irrigation of Agricultural Crops*. Agronomy 30. Published by ASA, CSSA & SSA, Madison, Wisconsin, pp. 987-1017

- Günbatılı F & Demirören T (1980). Tokat-Kazova Koşullarında Elmanın Su Tüketimi, Köy Hizmetleri Tokat Araştırma Enstitüsü Yayınları: 37, Tokat
- Güngör H & Kanburoğlu S (1978). Orta Anadolu Koşullarında Elmanın Su Tüketiminin Tarla Parsellerinde Saptanması. Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 143, Rapor Yayın No: 103, Eskişehir
- Güngör Y & Yıldırım O (1989). Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1155, Ankara
- Karaçalı İ (2006). Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 484, İzmir
- Kıvanç F (1991). Isparta-Atabey Ovasında Elmanın Su Tüketimi. Köy Hizmetleri Konya Araştırma Enstitüsü Yayınları: 142, Konya
- Köksal A I (1982). Bazı Elma ve Armut Anaçları ile Bunların Üzerine Aşılı Önemli Kültür Çeşitleri Arasındaki GA ve ABA Benzeri Maddelerin Değişimleri Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 800 (473), Ankara
- Köksal A İ, Dumanoğlu H, Güneş N, Yıldırım O & Kadayıfçı A (1999). Farklı sulama yöntemleri ve programlarının elma ağaçlarının vejetatif gelişimi, meyve verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* **23**(4): 909-920
- Orta A H, Yüksel A N, Akçay M E, Erdem T & Balcı B (2001). Elma ağaçlarının farklı sulama yöntemi ve programları altındaki üretim özelliklerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **15**: 99-106
- SAS (2007). JMP user's guide. SAS Institute, Cary, NC. (<http://www.jmp.com>) (Erişim tarihi: 14.01.2014)
- TOPRAKSU (1978). Bitki Yetiştirme Tekniği Rehberi. Topraksu Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Yayını, Ankara
- Yazar A & Tekinel O (1989). Modern sulama sistemlerinin karşılaştırılması. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **4**(4): 18-19
- Yurtsever N (1984). Deneysel İstatistik Metotlar. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56, Ankara