

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Damla Sulama ile Sulanan Elma Ağaçlarında Farklı Malç Uygulamaları ve Sulama Programlarının Vejetatif Gelişim ve Su Tüketimine Etkisi

**Cenk KÜÇÜKYUMUK*, Halit YILDIZ, Emel KAÇAL, Hakkı KOÇAL
Ömer Faruk KARAMÜRSEL, Recep Ali EMRE**

Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, 32500, Eğirdir-Isparta
*e-posta: cenkkucukyumuk@hotmail.com

Özet: Bu araştırma Eğirdir Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü'nde 3 yıl süreyle (2009-2011) yürütülmüştür. Çalışmada farklı malç materyalleri ve sulama programlarının yeni tesis edilmiş bodur anaçlı (M9) elma bahçesinde bitki su tüketimi ve ağaçların vejetatif gelişimi üzerine etkileri belirlenmiştir. Denemede Fuji elma çeşidi kullanılmış, dikim yılı olan 2009 yılından itibaren uygulamalara başlanılmıştır. Denemede 4 farklı malç uygulaması (siyah taban örtüsü, buğday sapı, gül posası, malç kullanılmayan konu-kontrol) ve her uygulama için 3 farklı sulama programı (etkili kök derinliğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 20, % 40 ve % 60'ı tüketildiğinde sulamaya başlama) yer almıştır. Aynı sulama programlarında siyah taban örtüsünün kullanıldığı konularda daha az sulama suyu kullanılmış ve bitki su tüketimi daha az olmuştur. 1. sulama programında taban örtüsü konusunda sulama suyu deneme boyunca 272-363 mm, kontrol konusunda ise 402-461 mm arasında değişmiştir. Kontrol konusuna göre % 21-32 arasında su tasarrufu sağlanmıştır. Malç kullanılan konularda kontrol konularına göre ilk yıl % 32-38, ikinci yıl % 30-31, üçüncü yıl ise % 19-21 oranında daha az sulama suyu uygulanarak su tasarrufu sağlanmıştır. Malç uygulamaları ile birlikte kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık % 20'si tüketildiğinde sulama yapılması yüksek vejetatif gelişim için en uygun sulama programı olarak belirlenmiştir. Malç uygulamalarının kontrol konusuna göre vejetatif gelişimi (sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, gövde kesit alanı, yaprak alan indeksi) artırdığı belirlenmiştir. Siyah taban örtüsü materyali buğday sapı ve gül posasından daha etkili olmuştur. Su kaynaklarının yeterli olduğu bölgelerde 1. sulama programı (kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık % 20'si tüketildiğinde sulama yapılması) önerilebilir. Elma yetiştirilen bölgelerde su kısıntının olması durumunda ya da sulama aralığının daha uzun olduğu durumlarda (kanal sulamalarında kanala su verilme sıklığı uzun olan bölgelerde) malç uygulamaları ile birlikte kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık % 40'ı tüketildiğinde sulama yapılmasının elma ağaçlarının vejetatif gelişimi üzerinde olumsuz etkileri olmadığı ve bu programın da uygulanabilir olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Elma, Malç, Sulama programı, Su tasarrufu, Vejetatif gelişim

Effects of Different Mulching and Irrigation Programmes on Vegetative Development and Water Consumption in Drip-irrigated Apple Trees

Abstract: This study was conducted during consecutive years (2009-2011) at Eğirdir Fruit Research Station. In this study, the effects of different mulch materials and irrigation programs were determined on plant water consumption and vegetative development in newly planted apple orchard. Fuji apple variety grafted on M9 rootstock was used in the study and treatments were started after planting years (2009). Four different mulch treatments (black textile, wheat straw, rose oil processing wastes and no mulch) and three different irrigation programs (starting at irrigation when available water holding capacity of 20, 40 and 60 % at the effective root zone was used) for each mulch treatment were in the study. Less irrigation water was used in treatments used black textile and also the treatments had less water consumption in similar irrigation programs. While applied irrigation water ranged between 272-363 mm for black textile mulch in first irrigation program, applied irrigation water ranged between 402-461 mm. Water saving was obtained from black textile treatments compared to control as 21-32 %. Water saving was obtained from mulch treatments compared to control as 22-40 %, 20-35 % and 16-26 % in 2009, 2010 and 2011, respectively. The treatment with starting at irrigation when available water holding capacity of 20 % used

was determined the most suitable irrigation program with mulch treatments for the highest vegetative growth. As a result, mulch treatments increased vegetative development (shoot numbers, shoot length, trunk cross-sectional area, leaf area index) compared to control treatments. Black textile was more effective than straw and rose oil processing wastes. Recommended irrigation is according to the 1st irrigation program (starting at irrigation when available water holding capacity of 20 % at the effective root zone was used) when the available water resources are sufficient or 2nd irrigation program (starting at irrigation when available water holding capacity of 40 % at the effective root zone was used) together with mulch materials when water resources are scarce (irrigation interval is longer) because 2nd irrigation program had no negative effects on vegetative growth of apple trees.

Keywords: Apple, Mulch, Irrigation program, Water saving, Vegetative growth

Giriş

Küresel iklim değişikliğinin en önemli sonuçlarından birisi su kaynakları üzerindeki olumsuz etkileridir. Yağışların sabit olduğu varsayıldığında bile, yüzey akışlarının, küresel ısınmaya bağlı olarak % 30 dolayında azalacağı bildirilmiştir (Önder ve Önder 2007). Su kaynakları miktarı aynı olmasına rağmen hızlı nüfus artışı ve endüstrileşme sonucunda kentsel ve endüstriyel amaçlı su kullanımı artmış, mevcut su kaynaklarının azalması ve zararlı atık ve kimyasallar nedeniyle çoğu su kaynağı kirlilik tehdidiyle karşı karşıya kalmıştır (Ünlü ve ark. 2008). Bu durumda, ya yeni su kaynakları bulunacak, ya da mevcut su kaynaklarının kullanımında tasarruf yolları araştırılacak ve uygulamaya aktarılacaktır.

Suyun büyük çoğunluğu tarımsal üretimde kullanıldığından (yaklaşık % 70) yapılacak olan su tasarrufu büyük önem taşımaktadır. Mevcut su kaynaklarının muhafaza edilerek suyun etkin kullanımını sağlayan yeni yöntem ve tekniklerin yaygınlaştırılması ve bu sistemlerin doğru kullanımının üreticiye aktarılması gerekmektedir. Mevcut sulama suyu ile daha fazla tarımsal alanın sulanabilmesi için su tasarrufu sağlayan yöntem ve tekniklerle ilgili araştırmalar (malç kullanımı, kısmi kök kuruluğu, kısıtlı sulama programları vb.) meyve üretiminde halen devam etmektedir. Bu yöntemlerin genel amacı verim, ürün kalitesi ve vejetatif gelişimi olumsuz etkilemeden üretimi devam ettirmektir. Bunlardan biri olan malç kullanımı, su tasarrufu sağlaması, bitki büyüme ve gelişmesini olumlu etkilemesi, yabancı ot gelişimini önlemesi vb. nedeniyle özellikle çok yıllık meyve ağaçlarında kullanım alanı her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Yapılan denemeler, elma bahçelerinde malç kullanımının ağaç gelişimi, toprak nemi içeriği ve yabancı ot kontrolü üzerine yararlı etkilerini ortaya çıkarmıştır (Mika ve ark. 1998; Neilsen ve ark. 2003; Hogue ve ark. 2005).

Türkiye dünya elma üretiminin % 3.1'ini karşılamaktadır ve elma Türkiye için önemli meyve türlerinden birisidir. Isparta, Niğde, Denizli, Karaman ve Antalya illeri elma üretiminde önde gelen iller arasındadır ve Isparta Türkiye elma üretiminin yaklaşık % 26'sını (600.000 ton) karşılamaktadır (Anonim 2012). Son yıllarda yeni tesisi edilen elma bahçelerinde sık dikim sağlayan bodur (M9, M26 vb.) anaçlar yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu araştırmada, M9 anacına aşılı Fuji elma çeşidi ile kurulu bahçede farklı malç materyalleri (siyah taban örtüsü, buğday sapı samanı, gül posası ve malçsız uygulama) ile 3 farklı sulama programının kullanılan sulama suyu miktarı, bitki su tüketimi ve vejetatif gelişim (sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, gövde kesit alanı, yaprak alan indeksi) üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda uygulamaların su tasarrufuna etkileri de irdelenmiştir. Çalışma sonunda elma bahçeleri için uygun malç materyali önerisi de yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Deneme alanı

Deneme, Eğirdir (Isparta) ilçe merkezine 10 km mesafedeki Kızılcubuk mahallesi mevkiinde, Eğirdir ve Kovada gölleri arasında uzanan 2-2.5 km genişliğinde ve yaklaşık 20 km uzunluğundaki vadinin (Boğazova) kuzey başlangıç noktasında, Eğirdir Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü deneme parsellerinde 3 yıl süresince (2009-2011) yürütülmüştür. Deneme alanı rakımı 926 m, koordinatları ise

37° 49.11' kuzey, 30° 52.46' doğu olarak belirlenmiştir. Bu bölge Akdeniz iklim bölgesi ile İç Anadolu iklim bölgeleri arasında bir geçiş iklimine sahiptir. Deneme alanı toprakları tın bünyeli, tuz içeriği düşük (2.0 dS/m), pH değeri 8.15 ve organik madde içeriği ise % 1.8'dir. Deneme yeri topraklarına ait kimi analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanı toprak özellikleri

Derinlik (cm)	Tarla kapasitesi (%)	Solma noktası (%)	Hacim ağırlığı γ (g/cm ³)	Tarla kapasitesi (mm)	Solma noktası (mm)	Elverişli su tutma kapasitesi (mm)
0-30	22.63	11.70	1.52	103.10	53.35	49.75
30-60	20.40	10.00	1.46	89.35	43.80	45.55
60-90	21.17	10.50	1.50	95.27	47.25	48.02
0-60 (etkili kök bölgesi derinliği)						95.30

Denemede kullanılan sulama suyu özellikleri

Sulama suyu analiz sonucuna göre (US Salinity Laboratory Graphical System) sulama suyu iletkenliği (EC) 0.36 dS/m (C₂) ve SAR değeri ise 1.04 olup (S₁) C₂S₁ sınıfında sulama suyu kullanılmıştır. ABD Tuzluluk Laboratuvarı Grafik Sistemine göre C₂S₁ sınıfı sulama suyu sulama için elverişlidir (USSL 1954).

Denemede kullanılan bitkisel materyal

Denemede 4.00 m x 1.25 m sıra arası ve sıra üzeri dikim mesafesine sahip bodur anaç olan M9 anacı üzerine aşılı Fuji elma çeşidi ağaçlar kullanılmıştır. Ağaçlar 2009 yılı mart ayında dikilmiştir. M9 anacı, Orijinal Malling serilerinden bodur bir anaçtır. M9 üzerine aşılı ağaçlar 2.7 metreyi geçmez ve çöğür üzerine aşılı olan elma ağaçlarının % 20-40'ı kadar ağaç oluşturur. Kök sistemi zayıf geliştiğinden ağaçların telli destek sistemi ile desteklenmesine mutlaka ihtiyaç duyulur (Barritt 1992). Fuji elma çeşidi Japonya orijinlidir. Geççi çeşitler içerisinde en son olgunlaşan çeşitlerdendir. Tam çiçeklenme ile hasat arası geçen süre 165-175 gündür. Tatlı gevrek ve aroması güzel bir çeşittir (Hampson ve Kemp 2003). Denemede dölleyici çeşit olarak 1:7 oranında Granny Smith elma çeşidi kullanılmıştır.

Denemede kullanılan malç materyalleri

Malç materyalleri olarak taban örtüsü polipropilen ipliklerden dokunmuş, gözenekli, 100 g/m² ağırlığında kumaş örtü, su ve havanın geçişine kısmen izin veren, siyah renkli, saman buğday sapı samanı ve gül posası (Isparta'da bulunan yağ gülü işleme fabrikalarında yağ gülünün yağı çıkarıldıktan sonra arta kalan posasının güneşte kurutulması sonucu elde edilen materyaller) kullanılmıştır.

Metot

Deneme konuları

Denemede malç kullanılmayan kontrol konusu ile 3 farklı malç materyalinin (siyah renkli taban örtüsü, saman, gül posası) bulunduğu toplam 4 farklı malç uygulaması ile her malç uygulama için 3 farklı sulama programı, toplam 12 uygulama yer almıştır. Malç uygulamaları ana parsellerde, sulama programları ise alt parsellerde yer almıştır. Alt parseller olarak nitelendirilen sulama programları; 1. sulama programı; her sulamada etkili kök derinliğindeki (0-60 cm) kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 20'si, 2. sulama programı; her sulamada etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 40'ı ve 3. sulama programı; her sulamada etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 60'ı eksildiği zaman mevcut nemi tarla kapasitesine getirene kadar sulama yapma olarak belirlenmiştir.

Malç materyallerinin serilmesi

İlk yıl dikimden sonra programlı sulamalara başlamadan önce, tüm konularda, ağaçların her iki tarafında 70'er cm, toplamda 140 cm genişliğindeki bantta bulunan tüm yabancı otlar çapa ile temizlenmiş, sonra damla sulama sistemine ait lateraller serilmiştir. Siyah renkli taban örtüsü kenarlarından 20'şer cm toprak

altına gömülmüş, sıra üzeri mesafesine denk gelen yerleri ise demir çubuklarla sabitleştirilerek toprağın güneşle temasına izin vermeyecek şekilde kapatılmıştır. Ağaçların her iki yanında 70'er cm, toplamda 140 cm genişlik olacak şekilde serilmiştir. Saman ve gül posası malç materyalleri ise ağaçların her iki yanında da 70'er cm, toplamda 140 cm genişlikte olacak şekilde serilmiştir. Bu materyallerin kalınlığı ise 20 cm olmuştur.

Sulama sisteminin tertibi ve toprak nem ölçümleri

Sulama suyu ana sulama kanalından motopomp yardımıyla alınmış ve araziye iletilmiştir. Mevcut durumda kuruma ait meyve bahçelerinin sulanmasında kullanılan pompa biriminden sonra kontrol birimi (yosun filtre sistemi, basınç düzenleyici vana, su sayacı, gübre tankı, elek filtre, ana vana, manometreler, bağlantı parçaları, her parsel için kontrol vanaları) bulunmaktadır. Projenin yürütüldüğü bahçeye sulama suyu 110 mm PE ana boru ile sağlanmakta, sistemde gün boyu su mevcut bulunduğu ana borudan bağlantı yapılarak bahçeye sulama suyu iletimi sağlanmaktadır. Gerek sistem basıncını denetlemek, gerekse filtrelerin tıkanmalarını belirlemek amacıyla kontrol birimi çıkışına manometre yerleştirilmiştir. Denemede her ağaç sırası için kullanılacak lateral sayısı, damlatıcı debisi ve aralığı Yıldırım (2005)'a göre hesaplanmıştır. Buna göre her ağaç sırası için iki lateral kullanılmış, damlatıcı aralığı 0.75 m ve damlatıcı debisi 4 l/h olarak belirlenmiştir. İslatılan alan yüzdesi % 38 (0,38) olarak hesaplanmış, sulama suyu miktarı belirlenirken bu değer kullanılmıştır.

Bitki su tüketimi ve sulama suyunun belirlenmesi

Deneme konularına ait bitki su tüketiminin belirlenmesinde James (1988) tarafından verilen su dengesi eşitliği kullanılmıştır (Eşitlik 1).

$$ET = I + R + Cr - Dp - Rf \pm \Delta s \quad (1)$$

Eşitlikte; ET: bitki su tüketimi (mm), I: sulama suyu (mm), R: yağış (mm), Cr: kılcal yükseliş (mm), Dp: derine süzülme kayıpları (mm), Rf: yüzey akış kayıpları (mm), Δs : toprak profilindeki su değişimi (mm). Araştırma alanının olduğu bölgede taban suyu problemi olmadığından Cr değeri sıfır olarak dikkate alınmıştır. Her sulamada ölçülen su uygulandığından yüzey akışı olmadığı için Rf değerleri de dikkate alınmamıştır. Sulamalar sonrası meydana gelen yağışlarda sonra oluşan derine sızmalar (Dp) yapılan toprak nemi ölçümleriyle belirlenmiştir. Sulamaya başlamak için tüm uygulamalarda her sabah 09.00'da toprak nemi belirtilen derinliklerde ölçülmüş, izin verilebilir nemin tüketildiği uygulamalarda sulama yapılmıştır. Buna ek olarak son sulama tarihinden hasat tarihine kadar olan sürede belli aralıklarla toprak nemi ölçülmüş, aradaki fark bitki su tüketimi hesabında dikkate alınmıştır. Konulara uygulanan sulama suyu miktarı Eşitlik (2) yardımıyla hesaplanmıştır (Kanber 2002).

$$I = \frac{(P_{W_{TK}} - P_w) \times D \times \gamma \times P}{100} \quad (2)$$

Eşitlikte; I: sulama suyu miktarı (mm), $P_{W_{TK}}$: tarla kapasitesi (%), P_w : sulama öncesi topraktaki nem miktarı (%), D: ıslatma derinliği (mm), γ : toprağın birim hacim ağırlığı (g/cm^3), P: ıslatılan alan yüzdesi (%). Öztürk ve ark. (2009), M9 anaçlı elma ağaçlarında etkili kök derinliğinin 30-33 cm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle, her sulamada etkili kök derinliği 60 cm olarak dikkate alınmıştır. Toprak nemi izleme derinliği de sızma kontrolü amacıyla 90 cm olmuştur. Etkili kök derinliğinde eksik nem her sulamada tarla kapasitesine getirilmiş, bu amaçla her sulamada 0-60 cm toprak derinliğindeki eksik nem tarla kapasitesine getirilene kadar sulama suyu uygulanmıştır. Deneme süresince, elma ağaçlarında tam çiçeklenme dönemi sonunda 0-60 cm toprak derinliğindeki mevcut nem tarla kapasitesine getirilmiş, bu tarihten itibaren programlı sulamalara başlanılmıştır (Köksal ve ark. 1999). Toprak nemi ölçümlerinde dijital tansiyometreler kullanılmış, bunun için her tekerrürde seçilen bir ağacın taç izdüşümüne ve laterallere dik gelecek şekilde 30 cm, 60 cm ve 90 cm olmak üzere üç farklı derinliğe tansiyometre yerleştirilmiştir. Programlı sulamalara başlamadan önce tansiyometrelerin kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur. Yağış değeri, araştırma alanı yakınına yerleştirilmiş olan yağış ölçer (plüviyometre) yardımıyla ölçülmüştür. Son sulamadan hasat tarihine kadar geçen sürede toprak nemi izlenmeye devam edilmiş ve bitki su tüketimi hesabında dikkate alınmıştır.

Vejetatif ölçümler

Sürgün sayısı; her yıl kış dinlenme döneminde (aralık-şubat ayları) her tekerrürde yer alan tüm ağaçlarda tek yıllık sürgünler sayılmıştır. Sürgün uzunluğu; bir yıllık sürgünlerin dalla birleşim yerlerinden büyüme noktası sonuna kadar olan kısmının 0.1 cm hassas şerit metre ölçümü ile belirlenmiştir. Gövde kesit alanı ağaçlarda kış dinlenme döneminde aşu noktasından 15 cm yükseklikte kuzey-güney ve doğu-batı yönlerinden olmak üzere 2 farklı yöneyden çap ölçümü yapılmış ve ortalaması gövde çapı olarak dikkate alınmıştır. Gövde çapı belirlendikten sonra gövde kesit alanı hesaplanmıştır (Eşitlik 3) (Çelik 1988).

$$GKA = \pi \times r^2 \quad (3)$$

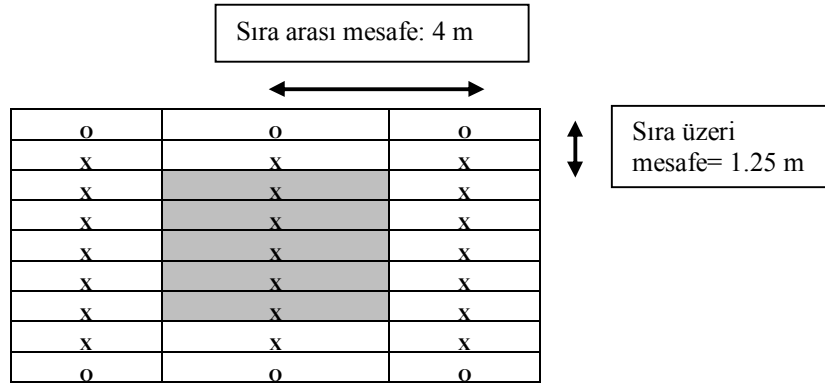
r: gövde yarıçapı (cm)
GKA: Gövde kesit alanı (cm²)

Yaprak alan indeksi

Yaprak Alan İndeksinin Belirlenmesi (LAI) amacıyla, hasat parselinde yer alan 5 ağacın dört yönünden toplam 250 yaprağın alanı dijital planimetre (Koizumi KP-90 N) ile (cm²) ölçülmüş ve ortalama yaprak alanı belirlenmiştir. Hesaplanan ortalama yaprak alanı ile ağaçların toplam yaprak sayısı çarpılarak ağaç başına toplam yaprak alanları hesaplanmıştır. Hesaplanan yaprak alanları her bir ağaca ait birim alana (4×1.25 m) (Ünlü 2000) oranlanarak her bir konuya ilişkin yaprak alan indeksleri (LAI) saptanmıştır. Yapraklar Eylül ayı başında toplanmıştır. Denemenin ilk yılı olan 2009 yılında ağaçlar yeni dikildiği için ölçümler yapılmamıştır.

Deneme deseni ve istatistiksel analiz

Deneme Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre kurulmuştur. Denemede malç uygulamaları ana parsel, sulama programları ise alt parsel olmak üzere 12 farklı uygulama ve her uygulama için 3 tekerrür yer almıştır. Her tekerrürde 21 adet ağaç (dölleyici çeşit hariç) (4 m x 1.25 m x 21 ağaç = 105 m²), her konuda ise (21 x 3 tekerrür) 63 ağaç olacak şekilde planlanmıştır. Her parselde 16 adet ağaç kenar tesiri olarak dikkate alınmış, ölçüm ve analizler parsel ortasındaki 5 adet ağaç (4 m x 1.25 m x 5 ağaç = 25 m²) üzerinde yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Bir deneme parselinin ayrıntılı görünümü

Denemeden elde edilen veriler JMP istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, uygulamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Sulama suyu ve bitki su tüketimi

Deneme süresince ilk sulamalar 2009 yılında 20 Mayıs, 2010 yılında 18 Mayıs, 2011 yılında 23 Mayıs tarihlerinde başlarken, son sulamalar sırasıyla 24, 22 ve 27 Eylül tarihlerinde yapılmıştır. Konulardan elde edilen sulama suyu ve bitki su tüketimi miktarları toplamı Çizelge 2, Çizelge 3 ve Çizelge 4'te verilmiştir. Sulama suyu miktarları 2009 yılında 244-402 mm, 2010 yılında 283-433 mm, 2011 yılında ise 339-461

mm arasında değişmiştir. Bitki su tüketimi ise 2009 yılında 252-497 mm, 2010 yılında 291-539 mm, 2011 yılında ise 351-547 mm arasında değişmiştir. Taban örtüsünün su tasarrufu bakımından en etkili materyal olduğu belirlenmiş, bu materyalin kullanıldığı konulara daha az sulama suyu uygulanmıştır. Bu durum bitki su tüketimi miktarlarını da aynı şekilde etkilemiş, en düşük bitki su tüketimi bu konulardan elde edilmiştir. Kontrol konularına uygulanan sulama suyu miktarları malç kullanılan konulardan daha yüksek olmuştur. Etkili kök derinliğindeki (0-60 cm) toprak neminin muhafazasında saman malçının gül posasından daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Denemede uygulanan sulama suyu miktarları incelendiğinde, taban örtüsü konularında kontrol konularına göre ilk yıl ortalama % 32, ikinci yıl % 31, üçüncü yıl ise % 21 daha az sulama suyu uygulanmıştır. Tüm konulardan elde edilen sonuçlara göre malç kullanılan konularda kontrol konularına göre ilk yıl % 32-38, ikinci yıl % 30-31, üçüncü yıl ise % 19-21 oranında su tasarrufu sağlanmıştır. Deneme süresince malç materyali kullanılan tüm uygulamalarda su tasarrufu olmuştur. Malç materyalleri toprak yüzeyini örterek toprak yüzeyinden oluşan buharlaşmayı (evaporasyonu) azaltır, toprak neminin etkili kök derinliğinde daha uzun süre muhafaza edilmesini sağlar (Küçükyumuk ve Kelen 2006). Denemede kullanılan malç materyalleri de benzer etkiyle kontrol uygulamasına göre daha az sulama suyu kullanılmasına neden olarak su tasarrufu sağlamışlardır. Araştırmacılar meyve bahçelerinde malç kullanıldığında sulama aralığının daha uzun olduğunu rapor etmişlerdir (Hogue ve ark. 2005; Zambreno ve ark. 2005). Allen ve ark. (1988), Hegazi ve Oguer (2000), Zambreno ve ark. (2005) farklı meyve türlerinde malç kullanımının her sulamada ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarını azalttığını bildirmişlerdir. Duncan ve ark. (1992) şeftali ve bademde, Hegazi ve Oguer (2000) ve Phadung ve ark. (2005) ise bağda yaptıkları çalışmalarda malç kullanımının toprak nemi muhafazasının önemli ölçüde artırdığını, etkili kök bölgesinde daha uzun süre nemli olmasından dolayı gerekli sulama suyu miktarının azaldığını ve malç kullanılmayan konulara göre önemli ölçüde su tasarrufu sağladığını bildirmişlerdir.

Dikim yılı olan 2009 yılından itibaren su tasarrufu miktarı azalma eğilimi göstermiştir. Malç uygulamalarındaki ağaçların kontrol uygulamasındaki ağaçlara göre daha fazla vejetatif gelişim göstermeleri bu duruma neden olmuş olabilir. Yani her yıl kök hacmindeki artış ve toprak üstü aksamın büyümesine bağlı olarak toplam bitki su tüketimi de artma eğiliminde olmuştur. Tasarruf edilen su miktarı azalsa bile gelişimin yüksek olması nedeniyle bu durum elma yetiştiriciliği için arzu edilen bir durumdur. Çünkü, vejetatif gelişimin daha iyi olması ilerleyen yıllarda verim ve meyve kalitesi açısından olumlu etkilere sahiptir.

Cizelge 2. 2009 yılı aylık ve toplam sulama suyu, bitki su tüketimi, buharlaşma ve yağış değerleri

Malç konuları	Sulama programları	Aylık sulama suyu miktarları (mm)					I (mm) (toplam)	ET ³ (mm) (toplam)
		Mayıs ¹	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül ²		
Kontrol	1. program	38	82	118	111	53	402	497
	2. program	53	84	82	123	54	396	487
	3. program	17	131	64	122	59	393	481
Gül posası	1. program	37	66	87	72	52	314	328
	2. program	17	75	76	79	51	298	309
	3. program	17	64	67	68	79	295	303
Saman	1. program	37	66	64	71	51	289	307
	2. program	17	80	44	82	49	272	285
	3. program	17	59	61	60	69	266	276
Taban örtüsü	1. program	40	66	50	67	49	272	284
	2. program	17	84	43	45	61	250	260
	3. program	17	56	52	53	66	244	252
		Aylık değerler (mm)					Toplam (mm)	Toplam ³ (mm)
Buharlaşma		77	236	254	238	114	919	993
Yağış		11	15	9	1	35	71	72

¹ 20 Mayıs-31 Mayıs arası Toplam değerler; ² 1 Eylül-27 Eylül arası Toplam değerler. ³ 10 Ekim tarihine kadar; I: uygulana sulama suyu miktarı, ET: bitki su tüketimi

Aynı sulama programlarında, kontrol konularında sulama sayısı daha fazla iken, malç kullanılan konularda ise daha az olmuştur. Denemenin ilk yılında (2009) taban örtüsü uygulaması 1. sulama

programında 11 kez sulama yapılırken, saman malçı uygulamasında 13 kez, gül posası uygulamasında 14 kez, kontrol uygulamasında ise 18 kez sulama yapılmıştır. Bu sonuca göre malç uygulamalarında sulama aralığı daha uzun olmuştur. Denemenin ikinci ve üçüncü yıllarında benzer durum söz konusudur.

Hava sıcaklıklarının ve buna bağlı olarak buharlaşmanın arttığı Temmuz ve Ağustos aylarında, kontrol konusu ile malç kullanılan konulara uygulanan sulama suyu miktarları arasındaki farkın arttığı belirlenmiştir. Bu durum malç kullanımının kurak hava koşullarının hakim olduğu aylarda daha etkili olduğunu göstermiştir. Sulama sezonu süresince en yüksek buharlaşma 919 mm ile 2009 yılında gerçekleşirken, 2010 yılı 846 mm ile en düşük buharlaşma değerine sahip olmuştur.

Çizelge 3. 2010 yılı aylık ve toplam sulama suyu, bitki su tüketimi, buharlaşma ve yağış değerleri

Malç konuları	Sulama programları	Aylık sulama suyu miktarları (mm)					I (mm) (toplam)	ET ³ (mm) (toplam)
		Mayıs ¹	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül ²		
Kontrol	1. program	54	69	145	75	90	433	539
	2. program	31	84	120	123	58	416	518
	3. program	27	124	121	60	72	404	505
Gül posası	1. program	49	67	93	74	65	348	360
	2. program	25	85	86	82	56	334	342
	3. program	22	62	60	122	63	329	334
Saman	1. program	43	69	74	80	57	323	337
	2. program	22	83	83	41	86	315	327
	3. program	25	63	61	61	91	301	311
Taban örtüsü	1. program	43	66	64	63	63	299	312
	2. program	19	85	84	45	55	288	298
	3. program	19	60	63	67	74	283	291
		Aylık değerler (mm)					Toplam (mm)	Toplam ³ (mm)
Buharlaşma		66	165	234	254	127	846	922
Yağış		26	50	3	2	8	89	91

¹ 18 Mayıs-31 Mayıs arası Toplam değerler; ² 1 Eylül-23 Eylül arası Toplam değerler. ³ 8 Ekim tarihine kadar

Çizelge 4. 2011 yılı aylık ve toplam sulama suyu, bitki su tüketimi, buharlaşma ve yağış değerleri

Malç konuları	Sulama programları	Aylık sulama suyu miktarları (mm)					I (mm) (toplam)	ET ³ (mm) (toplam)
		Mayıs ¹	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül ²		
Kontrol	1. program	26	111	117	119	88	461	547
	2. program	27	130	88	91	102	438	523
	3. program	30	63	126	121	79	419	511
Gül posası	1. program	21	90	94	94	86	385	397
	2. program	22	86	86	86	90	370	381
	3. program	23	62	66	133	78	362	369
Saman	1. program	22	88	86	89	87	372	393
	2. program	24	83	87	88	73	355	371
	3. program	24	60	60	127	76	347	358
Taban örtüsü	1. program	27	84	92	89	71	363	382
	2. program	23	43	129	89	60	344	358
	3. program	22	61	123	61	72	339	351
		Aylık değerler (mm)					Toplam (mm)	Toplam ³ (mm)
Buharlaşma		41	188	243	238	156	866	916
Yağış		15	21	0	8	5	49	50

¹ 23 Mayıs-31 Mayıs arası Toplam değerler; ² 1 Eylül-27 Eylül arası Toplam değerler. ³ 9 Ekim tarihine kadar

*Vejetatif gelişim**Sürgün sayısı*

Denemenin ilk yılında sürgün sayıları üzerinde uygulamaların önemli etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Fidanlar yeni dikildiği için bu durum olabilir. 2010 yılında malç x sulama programı interaksiyonu önemsiz, 2011 yılında ise önemli bulunmuştur (Çizelge 5 ve Çizelge 6). Taban örtüsü sürgün sayısını en fazla artıran malç uygulaması olmuştur. Sulama programları arasında 1. ve 2. sulama programlarından elde edilen değerler birbirine yakın olmuştur. Tüm uygulamalarda ağaçların gelişmesine ve büyümesine paralel olarak sürgün sayılarında artış olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Denemeye ait 2010 yılı sürgün sayıları (adet/ağaç)

Malç materyalleri	Sulama programları			Ortalama
	1. program	2. program	3. program	
Taban örtüsü	12.1 <i>öd</i>	11.4	9.3	10.9 a**
Saman	9.8	9.9	7.6	9.1 b
Gül posası	11.2	10.9	7.7	9.9 ab
Kontrol	8.4	7.0	6.9	7.4 c
Ortalama	10.4 a**	9.8 a	7.9 b	

**Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.01$).
öd: Aynı sütunda gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 6. Denemeye ait 2011 yılı sürgün sayıları (adet/ağaç)

Malç materyalleri	Sulama programları			Ortalama
	1. program	2. program	3. program	
Taban örtüsü	21.4 a**	14.2 de	13.4 de	16.3
Saman	18.2 b	14.6 cd	14.0 de	15.6
Gül posası	12.3 de	13.4 de	10.9 e	12.2
Kontrol	11.7 de	17.5 bc	14.4 cd	14.5
Ortalama	14.8	14.9	14.2	

**Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.01$).

Sürgün uzunluğu

Denemeden elde edilen sürgün uzunluğu değerleri üzerinde 3 yıl süresince malç x sulama programı interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$) (Çizelge 7, Çizelge 8 ve Çizelge 9). Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde kontrol konusundan en düşük sürgün uzunluğu değerleri elde edilmiştir. Sulama programları arasında ise en düşük değerler sulama aralığının daha uzun olduğu 3. sulama programında tespit edilmiştir. Sürgün uzunluğu değerleri bakımından 2011 yılında konular arasında net bir ilişki belirlenememiştir.

Çizelge 7. Denemeden elde edilen 2009 yılı sürgün uzunluğu değerleri (cm)

Malç materyalleri	Sulama programları			Ortalama
	1. program	2. program	3. program	
Taban örtüsü	50.48 a**	33.18 cd	26.49 ef	36.71
Saman	34.70 c	28.77 ce	20.26 f	27.91
Gül posası	44.45 b	45.48 ab	26.98 ef	38.97
Kontrol	27.23 df	33.94 cd	20.81 f	27.33
Ortalama	39.22	35.34	23.63	

**Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.01$).

Çizelge 8. Denemeden elde edilen 2010 yılı sürgün uzunluğu değerleri (cm)

Malç materyalleri	Sulama programları			Ortalama
	1. program	2. program	3. program	
Taban örtüsü	64.12 ab**	58.65 bd	60.32 bc	61.03
Saman	67.86 a	53.11 de	50.99 e	57.32
Gül posası	57.70 cd	55.42 ce	56.88 ce	56.67
Kontrol	56.65 ce	52.45 de	38.97 f	49.36
Ortalama	61.58	54.91	51.79	

**Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

Çizelge 9. Denemeden elde edilen 2011 yılı sürgün uzunluğu değerleri (cm)

Malç materyalleri	Sulama programları			Ortalama
	1. program	2. program	3. program	
Taban örtüsü	65.53 a**	64.54 a	54.40 bc	61.49
Saman	57.60 b	62.48 a	54.48 bc	58.19
Gül posası	52.23 c	56.62 b	52.58 c	53.81
Kontrol	46.16 de	46.85 d	42.63 e	45.21
Ortalama	55.38	57.62	51.02	

**Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

Gövde kesit alanı

Gövde kesit alanı değerleri ilk yıl 0.82-1.96 cm², ikinci yıl 2.04-3.73 cm², üçüncü yıl 4.38-7.00 cm² arasında değişmiştir. Dikim yılından itibaren ağaçların vejetatif gelişmelerinin artmasıyla gövde kesit alanı değerlerinde sürekli bir artış olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre sulama programının etkisi 3 yılda da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01) (Çizelge 10, 11 ve 12). Sulama programları arasında 1. sulama programı en yüksek sonuçların alındığı konular olmuştur. Malç uygulamaları 2011 yılında istatistiksel olarak önemli etkiye sahip olmuştur (p<0.01) (Çizelge 12). Malç kullanılan konularda gövde kesit alanı artarken, kontrol konusundan en düşük değerler elde edilmiştir. Deneme süresince malç x sulama programı etkisinin etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 10. 2009 yılı denemeye ait gövde kesit alanı değerleri (cm²)

Malç materyalleri	Sulama programları			Ortalama
	1. program	2. program	3. program	
Taban örtüsü	1.96 öd	1.64	1.34	1.65 öd
Saman	1.89	1.45	1.11	1.48
Gül posası	1.62	1.45	1.38	1.48
Kontrol	1.40	1.11	0.82	1.11
Ortalama	1.72 a**	1.41 b	1.16 c	

**Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

öd: Aynı sütunda gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 11. 2010 yılı denemeye ait gövde kesit alanı değerleri (cm²)

Malç materyalleri	Sulama programları			Ortalama
	1. program	2. program	3. program	
Taban örtüsü	3.73 öd	3.27	2.90	3.30 öd
Saman	3.50	3.08	2.55	3.04
Gül posası	3.25	3.00	2.89	3.05
Kontrol	2.93	2.49	2.04	2.49
Ortalama	3.35 a**	2.96 b	2.59 c	

**Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).
öd: Aynı sütunda gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Çizelge 12. 2011 yılı denemeye ait gövde kesit alanı değerleri (cm²)

Malç materyalleri	Sulama programları			Ortalama
	1. program	2. program	3. program	
Taban örtüsü	6.25 öd	5.77	5.74	5.92 b**
Saman	6.96	6.28	5.45	6.23 ab
Gül posası	7.00	6.50	6.40	6.63 a
Kontrol	5.94	5.52	4.38	5.28 c
Ortalama	6.54 a**	6.02 ab	5.50 b	

**Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).
öd: Aynı sütunda gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Yaprak alan indeksi

Yaprak alan indeksi 2010 yılında 0.08-0.16 m²/m², 2011 yılında 0.09-0.22 m²/m² arasında değişmiştir. 2010 yılında malç x sulama programı interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuşken (p<0.01), 2011 yılında malç ve sulama programlarının etkileri ayrı ayrı önemli olmuştur (p<0.01). Sulama aralığının daha sık olduğu 1. sulama programlarından en yüksek değerler elde edilmiştir.

Çizelge 13. Denemeye ait 2010 yılı yaprak alan indeksi değerleri (m²/m²)

Malç materyalleri	Sulama programları			Ortalama
	1. program	2. program	3. program	
Taban örtüsü	0.16 a**	0.13 de	0.10 g	0.13
Saman	0.13 cd	0.11 f	0.09 g	0.11
Gül posası	0.14 b	0.13 e	0.10 g	0.12
Kontrol	0.14 bc	0.11 f	0.08 h	0.11
Ortalama	0.14	0.12	0.09	

**Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

Çizelge 14. Denemeye ait 2011 yılı yaprak alan indeksi değerleri (m²/ m²)

Malç materyalleri	Sulama programları			Ortalama
	1. program	2. program	3. program	
Taban örtüsü	0.22 <i>öd</i>	0.18	0.11	0.17 a**
Saman	0.20	0.17	0.11	0.16 b
Gül posası	0.21	0.17	0.11	0.16 ab
Kontrol	0.18	0.14	0.09	0.14 c
Ortalama	0.20 a**	0.16 b	0.11 c	

**Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

öd: Aynı sütunda gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Toprak nemini daha uzun süre muhafaza eden malç uygulamalarının vejetatif gelişim parametrelerine (sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, gövde kesit alanı, yaprak alan indeksi) etkileri olumlu olmuştur. Hogue ve ark. (2005) ve Küçükyumuk ve ark. (2013) elmada, Kviklys ve ark. (2004) ve Phadung ve ark. (2005) diğer meyve türlerinde de benzer sonuçları elde etmişlerdir.

Sulamının daha sık yapıldığı 1. sulama programı konularında vejetatif gelişim değerleri daha yüksek olmuştur. Meyve ağaçları kökleri aracılığıyla topraktan su alırken enerji harcarlar (Kocaçalışkan 2005). Etkili kök derinliğinde toprak neminin azalması durumunda, toprak zerrelere suyu daha büyük bir kuvvetle tuttuğu için kökler suyu almak için daha çok enerji harcarlar. Bu durumda büyüme ve gelişmeleri için daha az enerji harcadıklarından dolayı olumsuz etkilenirler. Toprak neminin sürekli olarak tarla kapasitesi veya ona yakın değerlerde olması, yani sık sulama yapılmasının, vejetatif gelişim, verim ve meyve kalitesi üzerine olumlu etkisi vardır. Bu çalışmada elde edilen vejetatif gelişim parametreleri ile sulama programları arasındaki ilişki bu şekilde açıklanabilir. Elma ağaçlarında sık sulamanın yeni tesis edilen elma ağaçlarında vejetatif gelişimi artırdığı bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Nielsen ve ark. 2003; Çay ve ark. 2009; Uçar ve ark. 2009).

Meyve ağaçları topraktan yararlanabilecekleri nemin azalmasına karşı vejetatif gelişimlerini azaltarak tepki gösterdikleri bilinmektedir (Köksal ve ark. 1999). Buban ve ark. (1996) yeni dikilen elma bahçesinde farklı malç materyalleri kullanılan ağaçlarda sürgün uzunluğu ve gelişiminin arttığını, bu artışın gövde çapındaki artışı da etkilediğini, Naor (2006), sulama seviyesinin azalmasıyla vejetatif gelişiminin de azaldığını bildirmişlerdir. Uçar ve ark. (2009), elmanın genç dönemlerinde elde edilen vejetatif gelişim parametreleri (gövde kesit alanı, sürgün uzunluğu vb.) dikkate alındığında, genelde sulama suyu miktarı arttıkça ve sulama aralığı azaldıkça ağaç gelişiminin arttığını belirlemişlerdir.

Cohen ve Naor (2002), M9 anacı üzerine aşılı Golden Delicious çeşidinde yaprak alan indeksini ortalama 2.4 m²/m², Lakatos (2004) ise toplam yaprak alanını 4.4-19.5 m²/m² olarak saptamışlar, Şenyiğit (2008) yaprak alan indeksinin Williams Pride ve Jersey Mac çeşitlerinde 2007 yılında 0.32-0.52 m²/m² arasında değişirken 2008 yılında ise 0.73-1.12 m²/m², Uçar ve ark. (2009) M9 anaçlı Galaxy Gala ve Top Red çeşitlerinde ağaçların dikim yılından itibaren ikinci yılında 0.11-0.94 m²/m², üçüncü yılında ise 0.16-1.07 m²/m² arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Denemede yer alan çeşitlerin ve dikim mesafelerinin belirtilen çalışmalardan farklı olması nedeniyle değerler arası farklılık ortaya çıkmıştır. Uçar ve ark. (2009) fazla suyun ve kısa sulama aralığının elma ağaçlarında yaprak alanlarındaki artışı olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Sonuç

Son yıllarda elma yetiştiriciliğinde yaygınlaşan bodur anaçlı elma bahçelerinde yapılan deneme sonucunda taban örtüsü (siyah renkli), buğday samanı ve gül posası artıklarının bodur anaçlı elma yetiştiriciliğinde kullanılması sonucu önemli oranda su tasarrufu sağlanmış, aynı zamanda ağaçların vejetatif gelişimine olumlu etkileri olmuştur. Malç materyali olarak taban örtüsü en iyi sonuçları vermiş, ancak saman ve gül posasının da elma bahçelerinde malç olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır. Yeni kurulmuş bodur anaçlı (M9) elma bahçelerinde en yüksek vejetatif gelişimi elde etmek için malç materyalleri ile birlikte kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık % 20'si tüketildiğinde sulama yapılmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Bunun yanında, sulama aralığının daha uzun olduğu

durumlarda (kanal sulamalarında kanala su verilme sıklığı uzun olan bölgelerde) malç materyalleri ile birlikte kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık % 40'ı tüketildiğinde sulama yapılmasının ağaçların vejetatif gelişimi üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi olmadığından dolayı uygulanabilir olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar M9 anacına aşılı elma ağaçlarının ilk gelişim yıllarına ait olduğundan, benzer çalışmaların ekonomik verim çağındaki bodur anaç üzerine aşılı elma ağaçlarında da tekrarlanması yerinde olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışmada, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenmekte olan “Farklı Malç Materyalleri ve Sulama Programlarının Elmada Su Tüketimi, Vejetatif Gelişim ve Yabancı Ot Kontrolüne Etkileri” isimli proje kapsamında elde edilen verilerin bir kısmından yararlanılmıştır.

Ayrıca bu çalışma 21-23 Mayıs 2014 tarihleri düzenlenen 12. Ulusal Kültürteknik Sempozyumu'nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M (1998). Crop Evapotranspiration- Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, No:56, Rome, Italy, 300 p.
- Anonim (2012). Elma Endüstrisi Verileri. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Isparta, 31 s.
- Barritt, HB (1992). Intensive Orchard Management. Good Fruit Grower, Yakima, Washinton, 1992.
- Buban T, Helmeczi B, Papp J, Dorgo E, Jakab I, Kajati I, Merwin I (1996). IFP-compatible ground-cover management systems in a new-planted apple orchard. Proceedings of 19th International Conference on Integrated Fruit Production. Crackow, Poland. 19(4): 263-267.
- Cohen S, Naor A (2002). The Effect of three rootstock on water use, canopy conductance and hydraulic parameters of apple trees and predicting canopy from hydraulic conductivity. Plant, Cell and Environment. 25(1): 17-28.
- Çay Ş, Tari AF, Dinç N, Özbahçe A, Uçar İ, Bahçeci İ, Bitgi S (2009). Konya Ovası Koşullarında M9 Anacına Aşılı Grany Smith Elma Ağaçlarının Damla Sulama Programlaması. Sonuç Raporu, Proje No: 99220F01 Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Konya Araştırma Enstitüsü, 107 s., Konya.
- Çelik M (1988). Ankara koşullarında Williams, Ankara, Akça ve Şeker Armudu için en uygun S.Ö. ayva anaçlarının seçimi üzerinde bir araştırma. A.Ü. Zir. Fak. Yay. Bil. Araş. İnceleme. No:578.
- Duncan R, Stapleton AJ, Mckeniy MV (1992). Establishment of orchard with black polyethylene film mulching effect on nematode and fungal pathogens, water conservation and tree growth. Horticultural Abstracts, 63:7(4) Abst. No: 921, 1993.
- Hampson RC, Kemp H (2003). Characteristics of Important Commercial Apple Cultivars. In Apples, p:61-89.CABI Publishing, USA.ISBN 0 85199 592 6
- Hegazi A, Ogier JP (2000). Plastic mulching for weed control and water economy in vineyards. Proceeding of the 14th International Symposium on Horticultural Economics, St. Peter Port, Guernsey, UK, 12-15 September 2000, I. pp. 245-250.
- Hogue EJ, Kuchta S, Neilsen GH, Forge T, Neilsen D (2005). Improving yield and soil quality with mulches and amendments in orchards. Proceedings of the Third National Organic Tree Fruit Research Symposium. pp 76-77. 6-8 June 2005, Campbell's Resort, Chelan, WA.
- James LG (1988). Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons. Inc., Newyork, USA., p.543.
- Kanber R (2002). Sulama. 530 p. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 174, Ders Kitapları No: A-52, Adana.
- Kocaçalışkan İ (2005). Bitki Fizyolojisi. 5. Basım, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 318 p.
- Köksal Aİ, Dumanoglu 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(Ek sayı 4): 909-920.
- Küçükymuk C, Kelen M (2006). Organik tarımda malç kullanımı. Türkiye 3. Organik Tarım Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006 Yalova, poster bildiri, s:427-440.

- Küçükyumuk C, Yıldız H, Kurttaş YSK, Ay Z, Şenyurt H (2013). Bodur anaçlı elma bahçelerinde malç kullanımının su tüketimi, verim ve bazı parametreler üzerine etkileri. *Derim dergisi*, 30(1): 48-64.
- Kviklys D, Rumpunen K, Ruisa S (2004). Mulching systems and weed control in japanese quince (*Chaenomeles japonica* LDL.) plantations. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12: 125-132.
- Lakatos T (2004). Effects of crop loads on tree water use in apple (*Malus Domestica* Borkh.) *Acta Hort.* (ISHS) 646: 55-61.
- Mika A, Krzewińska D, Olszewski T (1998). Effects of mulches, herbicides and cultivation as orchard groundcover management systems in young apple orchard. *J. Fruit Ornam. Plant Res.* 6: 1-13.
- Naor A (2006). Irrigation scheduling and evaluation of tree water status in deciduous orchards. In: Janick, J. (Ed.), *Horticultural Reviewers*, vol. 32. pp. 111-165.
- Neilsen G, Hogue EJ, Forge T, Neilsen D (2003). Mulches and biosolids affect vigor, yield and leaf nutrition of fertigated high density apple. *Hortscience*, 38(1): 41-45.
- Önder D, Önder S (2007). İklim değişikliğinin ülkemiz su kaynaklarına ve tarımsal kullanıma etkileri. I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi – TİKDEK 2007, 11 - 13 Nisan, 2007, İTÜ, İstanbul, s: 402-410.
- Öztürk G, Karakuş A, Pektaş M, Bayav A, Sarısu HC, Karamürsel D, Emre RA, İşçi M (2009). M9 Elma Anacında Farklı Dikim Sıklığı ve Terbiye Sistemlerinin Verim ve Kalite Kriterlerine Etkisi. Eğirdir Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü Proje Sonuç Raporu, Yayın No:33, 114 s., Eğirdir-Isparta
- Phadung T, Nilnond S, Phavaphutanon L, Thongpae S (2005). Effect of irrigation and mulching materials on growth, yield and berry quality of “Perlette” grape. *Proceeding of 43rd Kasetsart University Annual Conference, Thailand*, 1-4 Feb., 2005, 459-466.
- Şenyiğit U (2008). Farklı Sulama Yöntemlerinin M9 Anacı Üzerine Aşılı “Willims Prid”e ve “Jersey Mac” Elma Çeşitlerinde Bazı Ağaç ve Meyve Çeşitleri Üzerine Etkileri. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- Uçar Y, Kadayıfçı A, Aşkın M A, Kankaya A, Şenyiğit U, Yıldırım F (2009). Farklı Sulama Programlarının Genç Bodur Elma Çeşitlerinin Vejetatif ve Generatif Gelişme Parametreleri Üzerine Etkisi. Sonuç Raporu, Proje No: TUBİTAK-TOVAG 105-O-538, 197 p.
- USSL (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*. Agricultural Handbook No. 60.
- Ünlü M (2000). Çukurova Koşullarında Mikrometeorolojik Yöntemlerle Pamuk Su Tüketiminin ve Bitki Katsayılarının Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Doktora Tezi.
- Ünlü M, Kanber R, Kapur B, Koç DL, Tekin S (2008). Tarımsal sulamada su artırımı: Kısımlı sulama yaklaşımı. Sulama-Drenaj Konferansı, DSİ VI. Bölge Müdürlüğü, Adana, 10-11 Nisan 2008.
- Yıldırım O (2005). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1542, Ders kitabı: 495, Ankara, s.348
- Zambreno K, Hoover E, Poppe S, Proptom F (2005). Organic mulches affect soil moisture and temperature during establishment of apple trees. *Proceeding of the Third National Organic Tree Fruit Research Symposium*, June 6-8, 2005, Chelan, Washington, 74-75.