

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KISITLI SULAMA VE YARI ISLATMALI SULAMA
UYGULAMALARININ M9 ANAÇLI STARKİNG DELİCİOUS
ELMA ÇEŞİDİNDE VERİM ve KALİTEYE ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Zekeriya AY

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Abdullah KADAYIFÇI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2011**

TEZ ONAYI

Zekeriya AY tarafından hazırlanan “**Kısıtlı Sulama ve Yarı Islatmalı Sulama Uygulamalarının M9 Anaçlı Starking Delicious Elma Çeşidinde Verim ve Kaliteye Etkilerinin Belirlenmesi**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Abdullah KADAYIFÇI

Süleyman Demirel Üniversitesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri :

Doç. Dr. Necdet DAĞDELEN

Adnan Menderes Üniversitesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Yrd. Doç. Dr. Ulaş ŞENYİĞİT

Süleyman Demirel Üniversitesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Prof. Dr. Mustafa KUŞCU
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. Elma Yetiştiriciliği	5
2.2. Sulama Uygulamaları, Elma Ağaçlarının Su Tüketimi ve Verimi	7
2.3. Kısıtlı Sulama ve Yarı Islatmalı Tekniği	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM	29
3.1. Materyal	29
3.1.1. Araştırma Yeri.....	29
3.1.2. Toprak özellikleri	29
3.1.3. İklim özellikleri.....	30
3.1.4. Sulama suyunun sağlanması ve sulama suyu özellikleri.....	31
3.1.5. Sulama sistemi	32
3.1.6. Denemede kullanılan elma anaç ve çeşidinin özellikleri	33
3.1.6.1. M9 anaç özellikleri.....	33
3.1.6.2. Starking Delicious elma çeşidi özellikleri.....	34
3.1.7. Kullanılan aygıtlar.....	34
3.2. YÖNTEM.....	34
3.2.1. Toprak örneklerinin alınması ve analizi.....	34
3.2.2. Araştırma konuları ve deneme deseni	35
3.2.3. Deneme konuları	36
3.2.4. Sulama uygulamaları.....	38
3.2.5. Bitki su tüketiminin belirlenmesi	38
3.2.6. Su kullanım randımanları	39
3.2.7. Su-verim ilişkisi	40
3.2.8. Bitki üzerinde yapılan gözlem ve ölçümler	40

3.2.8.1. Fenolojik gözlemler	40
3.2.8.2. Generatif özellikler ve verim parametreleri	40
3.2.8.3. Meyve kalite özellikleri ve pomolojik analizler	41
3.2.8.4. Meyvelerin hasat olumu	42
3.2.9. Tarımsal uygulamalar.....	42
3.2.10. Verilerin istatistiksel analizi.....	43
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	44
4.1. Sulama Suyu Miktarı	44
4.2. Bitki Su Tüketimi.....	46
4.3. Toprak Profiline Su İçeriği Gözlemleri	48
4.4. Fenolojik Gözlemler	51
4.5. Ağaç Başına Düşen Verim	52
4.6. Birim Alana Düşen Verim	54
4.7. Meyve Ağırlığı.....	56
4.8. Meyve Eni	58
4.9. Meyve Boyu.....	60
4.10. Meyve Eti Sertlik Değerleri	61
4.11. Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı.....	63
4.12. pH Değerleri.....	64
4.13. Titre Edilebilir Asit Miktarları	66
4.14. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Etkinlikleri	67
4.15. Su-Verim İlişkisi	69
5. SONUÇ	70
6. KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ	87

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KISITLI SULAMA VE YARI ISLATMALI SULAMA UYGULAMALARININ M9 ANAÇLI STARKİNG DELİCİOUS ELMA ÇEŞİDİNDE VERİM VE KALİTEYE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Zekeriya AY

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Abdullah KADAYIFÇI

Bu çalışma, M9 anacı üzerine aşılı Starking Delicious elma çeşidinde damla sulama yöntemi ile uygulanan tam sulama (TS) ve geleneksel kısıtlı sulama (GKS) ve yarı ıslatmalı sulama tekniklerinin elma verim ve kalitesi üzerine etkilerinin saptanması amacıyla yapılmıştır. Araştırma 2009 ve 2010 yıllarında Eğirdir Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsünde yürütülmüştür. Araştırmada; Tam sulama (TS), toprak nem içeriğine göre hesaplanan bitkinin gereksindiği sudan kısıntı yapılmaksızın uygulanan kontrol konusu; iki farklı yarı ıslatmalı sulama uygulaması (1.YIS-50 ve 2.YIS-50), TS konusuna uygulanan su miktarının %50'sinin köklerin bir yarısını ıslatacak şekilde uygulandığı sulama konusu ve üç farklı geleneksel kısıntılı sulama uygulaması (GKS-75, GKS-50 ve GKS-25), TS konusuna uygulanan su miktarının belli oranlarda kısılarak bitki köklerinin her iki tarafına uygulandığı geleneksel kısıntılı sulama konusu olmak üzere altı sulama uygulaması ele alınmıştır. Araştırma dört yinelemeli olarak tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuş ve sulama uygulamaları damla sulama yöntemiyle yapılmıştır. Çalışmanın her iki yılında bitki kök bölgesindeki toprak nemi gravimetrik metodla izlenmiştir.

Araştırma sonucunda, elma ağaçlarının bitki su tüketimi 171.80 - 526.88 mm arasında değişirken, sulama suyu miktarları 94.16 - 450.47 mm arasında bulunmuş ve en fazla su artırım oranı %75 ile GKS-25 konusunda gerçekleşmiştir. En yüksek verim 2736 kg/da ile TS uygulamasında gerçekleşmiş buna karşılık en yüksek sulama randımları GKS-25 konusunda elde edilmiştir. Meyve ağırlığı, meyve eni ve meyve boyu gibi meyve kalite parametreleri açısından GKS-75 konusunun ön plana çıktığı saptanmıştır. YIS uygulamalarının verimleri aynı miktar su uygulanan GKS-50 konusundan daha fazla gerçekleşmiş olup YIS tekniğinin kısıtlı sulamaya göre verim açısından daha etkin bir teknik olduğu anlaşılmıştır. Çalışmada verim tepki etmeni (ky) 0.66 olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elma, Kısıtlı Sulama, Yarı Islatmalı Sulama, Bitki Su Tüketimi.

2010, 87 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE DETERMINING of EFFECTS of DEFİCİT IRRIGATION and PARTİAL ROOT ZONE DRYİNG on STARKİNG DELİCİOUS APPLE TREES GRAFTED on M9 ROOTSTOCKS

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department**

Agricultural Structures and Irrigation Department

Supervisor: Asst. Prof. Abdullah KADAYIFCI

This study was conducted to determine the effects of full drip irrigation (FI), deficit irrigation (DI) and partial root drying (PRD) drip irrigation techniques on trees yield and fruit quality and water consumption of Starking Delicious apple trees grafted on dwarf apple's rootstock. The study was carried out in Horticulture Research Institute of Eğirdir, during 2009 and 2010 years.

Irrigation treatments include; Full irrigation (TS), control treatment in accordance with soil water status calculated and plant of water requirement to amount irrigation water was applied; two different practice partial root-zone drying irrigation (1.YIS-50 ve 2.YIS-50) where 50% of water applied to TS was applied wetting only one half of the root-zone; three different conventional deficit irrigation (GKS-75, GKS-50 ve GKS-25) where restrict proportions at deficit irrigation applied. Coincidence block experimental design was applied with four replicates. The irrigation treatments were implemented with drip irrigation method. During two years of this study, soil water status in plant root zone was monitored with gravimetric methods.

As a result of research; evapotranspiration was varied between 171.80 - 526.88 mm, irrigation water amount was found between 94.16 - 450.47 mm and maximum water saving rate performed %75 value with GKS-25 treatment. The highest yield was obtained from the TS treatment as 2736 kg/da while the highest water use efficiencies and irrigation water use efficiencies values was obtained GKS-25 treatment. In terms of fruit quality parameters determined GKS-75 treatment as come to the fore. YIS treatments yields were obtained from more than with same amount irrigation water GKS-50 treatment yields. In terms of yield were understand YIS technics more efficiency than deficit irrigation technics. Yield response factor (ky) was determined as 0.66.

Key Words: Apple, Defict irrigation, Partial Rootzone Drying, Plant Water Consumption.

2010, 87 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Yrd. Doç. Dr. Abdullah KADAYIFÇI'ya teşekkürlerimi sunarım. Arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Ziraat Mühendisi arkadaşlarım Halit YILDIZ, Yusuf ÖZTÜRK ve Cenk KÜÇÜKYUMUK'a ve onlarla birlikte laboratuvar analizlerinde yardım ve desteklerini esirgemeyen diğer arkadaşlara teşekkür ederim.

Araştırmanın yürütülmesinde her türlü araç gereç ve personel ihtiyacımı karşılayan Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü idarecilerine, yetiştiricilik tecrübeleri ve bilgilerini esirgemeyen araştırmacı arkadaşlara ve destek personeline teşekkürlerimi sunuyorum.

2073-YL-09 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Zekeriya AY

ISPARTA, 2011

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Deneme alanından bir görünüm.....	35
Şekil 3.2. Bir deneme parselinin ayrıntısı	36
Şekil 3.3. Hasata ilişkin görüntüler	41
Şekil 4.1. TS konusunda zamana göre topraktaki nem değişimi	48
Şekil 4.2. GKS-75 konusunda zamana göre topraktaki nem değişimi.....	48
Şekil 4.3. GKS-50 konusunda zamana göre topraktaki nem değişimi.....	49
Şekil 4.4. GKS-25 konusunda zamana göre topraktaki nem değişimi.....	49
Şekil 4.5. 1.YIS-50 konusunda zamana göre topraktaki nem değişimi	49
Şekil 4.6. 2.YIS-50 konusunda zamana göre topraktaki nem değişimi	50
Şekil 4.7. TS konusunda 60-90 cm derinliğindeki zamana göre topraktaki nem değişimi	50
Şekil 4.8 Deneme konularının ağaç başı verim değerleri	53
Şekil 4.9 Deneme konularının dekara verim değerleri.....	56
Şekil 4.10 Deneme konularının meyve ağırlığı değerleri	57
Şekil 4.11 Deneme konularının meyve eni değerleri	59
Şekil 4.12 Deneme konularının meyve boyu değerleri.....	61
Şekil 4.13 Deneme konularının meyve eti sertliği değerleri.....	62
Şekil 4.14 Deneme konularının SÇKM değerleri	64
Şekil 4.15 Deneme konularının pH değerleri.....	65
Şekil 4.16 Deneme konularının TEA değerleri.....	67
Şekil 4.17 Deneme konularının WUE ve IWUE değerleri	69
Şekil 4.18. Oransal evapotranspirasyon açığı-oransal verim azalışı ilişkisi	70

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	30
Çizelge 3.2. Eğirdir ilçesine ait uzun yıllar ortalama meteorolojik değerleri.....	30
Çizelge 3.3. Denemenin yürütüldüğü 2009 yılına ait meteorolojik değerler.....	31
Çizelge 3.4. Denemenin yürütüldüğü 2010 yılına ait meteorolojik değerler.....	31
Çizelge 3.5. Araştırmada kullanılan sulama suyunun analiz sonuçları	32
Çizelge 3.6. Deneme deseni.....	36
Çizelge 3.7. Sulama konuları ve açıklaması	37
Çizelge 3.8. Araştırma parselinde kullanılan gübreler.....	43
Çizelge 4.1. 2009 yılı aylık sulama suyu miktarları ile buharlaşma ve yağış miktarları.....	44
Çizelge 4.2. 2010 yılı aylık sulama suyu miktarları ile buharlaşma ve yağış miktarları.....	45
Çizelge 4.3. Sulama konularına ait 2009 yılı mevsimlik bitki su tüketimi değerleri.....	46
Çizelge 4.4. Sulama konularına ait 2010 yılı mevsimlik bitki su tüketimi değerleri.....	47
Çizelge 4.5. Deneme konularına göre 2009 ve 2010 yılları fenolojik gözlemler.....	51
Çizelge 4.6. Deneme konularından elde edilen ağaç başı verim değerleri	53
Çizelge 4.7. Ağaç başı verime ilişkin varyans analiz sonuçları.....	53
Çizelge 4.8. Deneme konularından elde edilen birim alana düşen verim değerleri	55
Çizelge 4.9. Birim alana düşen verime ilişkin varyans analiz sonuçları	55
Çizelge 4.10. Deneme konularına ait meyve ağırlığı değerleri	56
Çizelge 4.11. Meyve ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları	56
Çizelge 4.12. Deneme konularına ait meyve eni değerleri	58
Çizelge 4.13. Meyve enine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	58

Çizelge 4.14. Deneme konularına ait meyve boyu değerleri	60
Çizelge 4.15. Meyve boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları.....	60
Çizelge 4.16. Deneme konularına ait meyve eti sertliği değerleri	61
Çizelge 4.17. Meyve eti sertliğine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	62
Çizelge 4.18. Deneme konularına ait SÇKM miktarları	63
Çizelge 4.19. SÇKM'na ilişkin varyans analiz sonuçları	63
Çizelge 4.20. Deneme konularına ilişkin pH değerleri.....	65
Çizelge 4.21. pH değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	65
Çizelge 4.22. Deneme konularına ilişkin titre edilebilir asit miktarları.....	66
Çizelge 4.23. TEA değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	66
Çizelge 4.24. Deneme konularına ilişkin su kullanım randımanları.....	68

1. GİRİŞ

Günümüzde etkileri görülmeye başlayan küresel iklim değişikliği, sıcaklık değerlerindeki artış ve kuraklık gibi faktörlerin yanı sıra hızlı nüfus artışı, tarım sektöründeki giderek artan taleple birlikte, kentsel kullanım ve diğer sektörlerin su tüketimlerinin hızla artması gelecekte, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliğinin hayati öneme sahip olacağını ortaya koymaktadır.

İçinde bulunduğumuz yüzyılın ortalarına ve sonlarına doğru yapılan tespit ve öngörülerde, artan sıcaklık ve atmosferdeki ısınma ve gaz dengesinin değişmesi nedeniyle küresel yağış dağılımının bozulması, buharlaşma miktarının artması ve bunun sonucunda su kaynaklarının azalması ve bazı bölgelerde ciddi su sıkıntısı yaşanması, kuraklık ve çölleşmenin dünyanın büyük bir bölümünde giderek artan bir tehdit doğuracağı vurgulanmaktadır (Türkeş vd, 2000; Hoffman and Evans, 2007; Kanber vd., 2010).

Hali hazırda dünyanın önemli bir bölümünde son yıllarda, artan su ihtiyaçlarına karşı temiz su kaynaklarına ulaşım giderek zorlaşmaktadır. Yüzyılın ortalarından itibaren bahsedilen senaryoların gerçekleşmesi halinde var olan su kaynakları kayda değer oranlarda azalacak ve ortaya çıkacak kuraklık ve su kıtlığı ülkemizin de içinde bulunduğu coğrafyada insan, çevre ve doğal kaynaklar üzerinde önemli bir tehdit oluşturacaktır.

Su kaynakları her ne kadar yenilenebilir ve tükenmeyen doğal bir kaynak olarak bilinse de, yanlış uygulamalar ve değişen koşullar nedeniyle bu durumun tersine dönmesi kaçınılmaz bir sonuç hal almaya başlamıştır. Dünya üzerindeki su miktarı neredeyse aynı kalmasına karşılık hızlı nüfus artışı ve yoğun endüstrileşme sonucunda kentsel ve endüstriyel amaçlı su kullanımını artırmış ve mevcut su kaynaklarının azalması ve zararlı atık ve kimyasallar nedeniyle çoğu su kaynağı kirlilik tehdidiyle karşı karşıya kalmıştır (Ünlü vd., 2008).

Küresel ölçekte artan gıda ve beslenme ihtiyacının karşılanması için gerek tarıma ayrılan alanların artırılması gerekse yeni üretim teknikleri geliştirilerek birim alandan elde edilen ürün miktarının artırılması gerekmektedir. Ancak tarımsal üretim alanlarının artırılmasını ve tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi için gerekli

tarımsal girdileri sınırlandıran birçok faktör bulunmaktadır. Su kaynakları tarımsal üretim için en önemli girdi olmasına karşılık, kaynakların yetersizliği nedeniyle gelecekte hem sulanamayan alanların sulamaya açılmasında hem de mevcut alanların yeterince sulanabilmesi konusunda sorunlar ortaya çıkacaktır. Bu durum tarımsal üretim faaliyetlerini doğrudan etkileyecek ve artan nüfusa paralel olarak ihtiyacı karşılayacak oranda gıda üretimini engelleyecektir.

Dünyada su tüketiminin yaklaşık %70'i tarımsal sulamada gerçekleşmektedir. Bunun yanı sıra toplam su tüketiminde endüstrinin payı %22, kentsel kullanımın oranı ise %8 civarındadır (Anonymous, 2003). Bu durum su kaynaklarının korunması adına tarımsal sulamanın ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Bitki büyüme meysimi boyunca topraktaki nem eksikliklerine duyarlı dönemlerde bitki su ihtiyacının tam olarak karşılanması, topraktaki nem eksikliğine bağlı olarak bitki gelişmesinin önemli düzeyde etkilenmediği periyotlarda ise sulama yapılmayarak ya da kısıtlı su uygulayarak sulama suyundan tasarruf sağlanabilir ve mevcut su kaynağı ile daha geniş alan sulanabilir. Ancak bunun için yeterli ve kısıtlı su koşullarında bitki su tüketimi ile verim değerlerinin bilinmesine ihtiyaç vardır. Değınilen veriler her bir bitki cinsi için çok sayıda araştırma yapılarak sağlanabilir (Doorenbos and Kassam, 1979).

Ülkemizde gerek üreticilerin bilinç ve eğitim düzeyleri gerekse sulama konusunda yapılan çalışmaların yetersiz olması ve çalışma sonuçlarının üreticilere aktarılmasında yaşanan sorunlardan dolayı aşırı ve hatalı su kullanımı, su kaynakları başta olmak üzere toprak, çevre ve bitkiler üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Tekinel vd. (2001), Şanlıurfa-Harran sulamasında yapmış oldukları çalışmada gereksinim duyulan suyun yaklaşık 5 - 7 katı sulama suyu verildiğini ve taban suyu düzeylerinin, tehlikeli sınır olarak kabul edilen 150 cm'den daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır.

Gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakılabilmesi için su kaynaklarının çok iyi korunup, akılcı kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle; ülkemizde tarımı yapılan farklı bitki türleri için bitki su tüketimi ve sulama programları belirlemek suretiyle birim sudan en yüksek faydayı sağlayarak su tasarrufu yapmaya yönelik araştırma

çalışmalarının bir an önce gerçekleştirilerek sonuçlarının ülkemiz tarımının ve üreticisinin hizmetine sunulması gerekmektedir. Ülkemizin su kaynakları, toprak potansiyeline göre oldukça sınırlıdır. O nedenle su, sulanabilir alanların genişletilebilme olanağının bulunması karşısında, bitkisel üretimi sınırlayan en önemli etmen sayılmaktadır. Sorunun çözümü için ya havzalar arası su iletimi gibi çok pahalı yatırımlara gidilmeli ya da atık su kullanımı özendirilmesinin yanısıra sulama sistemlerinin işletilmesinde kısıntılı ve iklimin uygun olduğu yerlerde tamamlayıcı sulama teknikleri kullanılmalıdır. Bunlarla ilgili araştırma ve planlamalar şimdiden yapılmalıdır (Kanber vd., 2004).

Su dünya çapında gittikçe azalan bir kaynak olup bu kaynağın en verimsiz ve en geniş oranda kullanıldığı alan tarımsal sulamadır. Su kullanım etkinliğinin düşük olması ile birlikte su kaynakları üzerinde diğer sektörlerinde oluşturduğu artan rekabet koşulları, üreticileri yeni sulama sistemlerini benimsemeye ve yetiştiricilikte su kullanım pratiklerini değiştirmeye zorlamaktadır. Önümüzdeki süreçte yetersiz ve dolayısıyla maliyeti yüksek olacağı öngörüsünden hareketle, birim sudan daha yüksek verim alınması ve eldeki su kaynakları ile daha fazla tarım alanının sulanabilmesi ve dolayısıyla tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından mevcut su kaynaklarının daha etkin ve verimli şekilde kullanılması zorunlu hale gelmekte ve tarımsal sulamada, su tasarrufu sağlayacak ve su kullanım randımanını artıracak yeni sulama teknikleri ile ilgili çalışmaların gereğini ortaya koymaktadır.

Özellikle su kaynaklarının kıt ve suya erişimin zor ve ekonomik olmadığı koşullarda suyun etkin ve tasarruflu kullanılmasına yönelik olarak son yıllarda damla sulama ile sağlanan su tasarrufunu daha da arttırabilmek için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Kısıtlı sulama ve Yarı Islatmalı Sulama (Partial Root Zone Drying) teknikleri bu kapsamda ön plana çıkan uygulamalardır. Litaratürde Kısıtlı sulama ya da geleneksel kısıtlı sulama tekniği olarak adlandırılan Deficit Irrigation, bu çalışmada bundan sonraki kısımlarda GKS olarak ve benzer şekilde yarı ıslatmalı sulama tekniği veya kısmi kök kuruluğu tekniği olarak adlandırılan partial rootzone drying (PRD) olarak bildirilmekte ve bu çalışmada bundan sonraki kısımlarda YIS olarak ifade edilmiştir.

GKS tekniği suyun yetersiz ve suya ulaşımın zor olduğu koşullarda bitkiyi strese sokmaksızın belirli oranlarda su kısıntısı yaparak gerekenden daha az su uygulayarak

önemli verim azalışına neden olmadan sulama suyu miktarını azaltan yaklaşımlardan biridir. GKS'dan amaçlanan; optimum ürünü sağlamak koşuluyla, gerekenden daha az su uygulayarak, mevcut su kaynağı ile daha fazla tarım alanını sulayabilmektir (Kırda vd., 1999; Kanber vd., 2007).

GKS tekniğinde temel amaç; bitkiye maksimum evapotranspirasyon (ET_m) isteminden daha az su uygulanmasının planlandığı bir su yönetim yaklaşımıdır. Eksik sulama uygulamaları farklı yaklaşımlarla yapılmaktadır. Bunlar, yöreye, iklime ve bitkiye göre değişiklik göstermektedir (Bucks et al., 1990; Kanber vd., 2005). Martin et al. (1989), suyun sınırlı olduğu koşullarda; gereğinden az su uygulayarak artırılan suyla, sulanan alanın genişletilmesi ile yaklaşık aynı net gelirin elde edildiğini göstermiştir. GKS uygulaması, bitki verimi ile ET arasındaki ilişkiyi ifade eden su-verim fonksiyonlarına gerek duyar (Stewart et al., 1977). Böyle bir su verim fonksiyonunun normalize edilmiş biçimi, Doorenbos ve Kassam (1979) tarafından verilmiştir. GKS, bitkinin belirli bir düzeye kadar su stresine ve dolayısıyla verim azalmasına maruz bırakıldığı bir optimizasyon stratejisidir (Pereira et al., 2002).

GKS uygulaması yanında son yıllarda akademik düzeyde uygulamaları görülen YIS uygulaması kuraklık etkilerinin azaltılmasında bir önlem olarak düşünülebilir (Ayars et al., 2006; Büyüктаş ve Baştuğ, 2008).

YIS tekniği olarak adlandırılan sulama yöntemi uygulanan su miktarının belirli bir oranda azaltılarak, dönüşümlü olarak bitki köklerinin yarısının ıslatılması tekniğidir. Bu işlemde sulama uygulamasında bitki köklerinin bir kısmına su verilirken diğer kısmı kuru bırakılır ve uygulama ardışık olarak devam ettirilir. Suyun kıt ve pahalı olduğu bölgelerde, YIS tekniği GKS'ya benzer şekilde, daha az su uygulayarak, mevcut su kaynaklarından en etkin şekilde yararlanmayı sağlar (Kang et al., 1998; Chaffey, 2001).

YIS tekniğinin etkinliği ve kuramsal temelini şu yaklaşım oluşturmaktadır. Bu teknikte kök bölgesinin bir tarafına su uygulanırken diğer bir kısmı kuru kalmakta ve bunun sonucunda kuru bırakılan bölgedeki kökler kurumaya tepki olarak su kaybını azaltmak amacıyla kök kaynaklı sinyaller göndermekte ve su stresine bir tepki olarak Absisik Asit (ABA) konsantrasyonu artmakta ve fizyolojik olarak köklerden gövdeye

doğru (ABA)'in taşınıını artmaktadır. ABA'in bitkideki bu taşınıını ve miktarının artmasıyla stomalar su kaybını azaltmak amacıyla stoma açıklıklarının kapatılması için uyarılmaktadır. Sonuçta bitki daha az su almasına karşılık yapraklardan su tüketimini azaltmakta, stres koşullarından olumsuz etkilenmeden yaprak ve kök gelişimini düzenlemekte ve fonksiyonlarını devam ettirebilmektedir (Tardieu and Davies, 1992; Munns and Cramer, 1996; Wilkinson and Davies, 1997; Caspari and Neal, 2004).

Bu alışmada; Ülkemizde anılan sulama teknikleri uygulanarak meyve ağaçlarında yapılan çok az çalışma olmasından hareketle meyveciliğin yoğun olarak yapıldığı Eğirdir yöresinde GKS ve YIS uygulamalarının elma ağaçlarında, su-verim ilişkisi, verim ve parametreleri, vejetatif ve generatif gelişme, meyve kalitesi, mevsimlik su tüketimi ve su kullanım etkinliğinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Elma Yetiştiriciliği

Elma günümüzde Antarktika hariç bütün kıtalarda, ılıman iklime sahip bölgelerde ve tropik bölgelerin yüksek rakımlı yerlerinde yetiştiriciliği yapılan bir meyve türüdür. Yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan elma çeşitlerinin pek çoğu *Malus x domestica* Borkh. (Kobran and Skirvi, 1984) ya da *M. domestica* Borkh. (Phipps et al., 1990) soyundan gelmektedir. Elmanın anavatanı, Anadolu'yu da içine alan Güney Kafkaslardır.

19. ve 20. yüzyılın sonlarında Avrupa, Rusya, Kuzey Amerika, Yeni Zelanda, Japonya ve Avustralya'da ıslah edilen *M. x domestica* melezi çeşitler günümüz ticari elma bahçelerinin pek çoğunun materyalini oluşturmaktadır (Way et al., 1990; Janik et al., 1996). Kuzey Amerika, Güney Afrika, Yeni Zelanda ve Avustralya'daki kültür tarihi yeni olmakla beraber, bu yerler elma kültürünün en ileri teknik düzeye ulaştığı merkezler haline gelmişlerdir (Özçağırın vd., 2004).

Ekolojik şartların uygunluğu ve gen merkezi olması nedeniyle elma, yurdumuzun hemen her yerinde çok eski yıllardan beri yetiştirilmektedir. Fakat en uygun kültür merkezleri, yabanisinin yayılma alanlarına paralel olarak, Kuzey Anadolu'da bulunmaktadır. Kuzey Anadolu, Karadeniz kıyı bölgesi ile İç Anadolu ve Doğu Anadolu yaylaları arasındaki geçit bölgeleri de elmanın önemli yetiştiricilik alanlarını oluşturmaktadır.

Elma, dünyada en fazla tüketilen meyveler arasında yer almakta olup üretimi sürekli artış göstermektedir. Türkiye ise 2.78 milyon ton yıllık üretim kapasitesi ile Çin ve ABD'nin ardından üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2009b).

ılıman iklim meyvesi olan elmada ülkemiz geniş bir çeşit zenginliğine sahiptir. Ancak bunların çok azı meyve kalitesi ve muhafazaya uygunluk açısından önem kazanmıştır. Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan başlıca elma çeşitleri Red Delicious (Starking D ve Starkrimson D.) ve Golden grubu (Golden Delicious ve Starkspur Golden Delicious) grubu elmalarda yoğunlaşmıştır.

Elma yetiştiriciliğinde dünyada son yıllarda trend bodur ve yarı bodur anaçlar üzerine aşılı ve sık dikim meyve bahçeleri tesis edilmesi yönündedir. Bodur ve yarı bodur klonal anaçlar üzerine aşılı elma çeşitlerinde gerek tarımsal işlemleri uygulama kolaylığı, gerekse dikimden itibaren daha kısa sürede verim elde edilmesi gibi nedenlerden dolayı pazara yönelik üretim yapan üreticiler tarafından tercih edilmektedir (Weber, 2001).

Isparta yöresi, elma tarımı açısından Türkiye’de önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde üretilen yıllık 2.78 milyon ton elma üretiminin yaklaşık olarak % 30’u Göller Yöresinde ve bu miktarın büyük çoğunluğu Isparta ilinde üretilmektedir (Anonim, 2009a). Yörede, yetiştiricilik hala geleneksel yöntemlerle yapılmakta olup, yetiştiriciliğin büyük çoğunluğu halen çöğür anaçları üzerinde Golden Delicious ve Red Delicious çeşitleri ve bunların spur tiplerinde yapılmasına karşın, son yıllarda bodur (M9) ve yarı bodur (MM106) anaçlar üzerine aşılı yeni elma çeşitleri ile sık dikim meyve bahçeleri kurulmaya başlanmıştır. Bu bahçelerde, erkenci, pazar değeri yüksek, M9 bodur klonal anaçları üzerine aşılı elma çeşitleri önemli oranda yer almaktadır. Yörede modern anlamda yetiştiriciliğe geçilememiş olması işgücü, enerji ve doğal kaynakların verimsiz kullanılmasına neden olmaktadır

Isparta Yöresinin yıllık ortalama yağış miktarı 520 mm’dir ve bu miktarın sadece 162 mm’si (%31) elma üretim sezonu olan Mayıs ile Ekim ayları arasında düşmektedir. Bu özelliği ile yarı kurak bir iklim rejiminin hakim olduğu yörede, etkin bir bitkisel üretim ve rantabl meyvecilik yapabilmek için, sulama yaşamsal öneme sahiptir. Ancak, yörede aşırı biçimde su kullanılmaktadır. Bu durum, işgücü ve enerji giderlerini artırmakta ve doğal kaynakların etkin kullanılmasını engellemektedir. Özellikle su kaynaklarının aşırı ve bilinçsiz bir şekilde kullanılması toprak, bitki ve su kaynakları üzerinde olumsuz sonuçlar ortaya çıkarmaktadır.

2.2. Sulama Uygulamaları, Elma Ağaçlarının Su Tüketimi ve Verimi

Canlılar için vazgeçilemez bir kaynak olan suyun eksikliği bitkisel üretimi kısıtlayan önemli bir gelişim etmenidir. Sulama uygulamalarında bitki su tüketiminin gerçekçi olarak belirlenmesi ve uygulanacak su düzeyinin bitkinin ihtiyacı oranında bitki kök bölgesine verilmesi büyük önem arz eder. Aşırı veya yetersiz sulama uygulamaları

gerek bitkilerde gerek toprak yapısında gerekse su kaynakları üzerine olumsuz etkileri bulunmaktadır.

Sulamanın belli bir programa dayalı ve bilinçli olarak yapılması bitki gelişimi ve toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir olması açısından önemlidir. Aynı zamanda, sulamadan beklenen yararın sağlanabilmesi için bitkinin suya ihtiyaç duyduğu zamanın ve her sulamada uygulanacak su miktarı ve süresinin doğru olarak belirlenmesi gerekmektedir (Barragon and Wu, 2001). Sulama programı yapılmadan uygulanacak sular, bitkinin sudan optimum fayda sağlamasını engellemesi yanında, işletme maliyeti, tuzluluk-sodyumluluk ve düşük verim gibi arzu edilmeyen sonuçlar ortaya çıkmaktadır (Levin et al., 1976). Her konuda istenen en iyi sonucu almak için bitkide su dengesinin kurulması ve korunması ilk koşuldur (Eriş, 1995).

Meyve ağaçlarının çoğu topraktaki nem eksikliğine duyarlı ve ekonomik değeri yüksek ürün alınabilen bitkilerdir. Bu bitkiler için, etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30 - 40'ı tüketildiğinde sulamaya başlamak ve sık sulama aralığında az su vermek, yüksek verim elde edilmesi bakımından en iyi sulama planlama biçimidir. Bu tür uygulamalar ise ancak mikro sulama yöntemleri ile etkin bir şekilde gerçekleştirilebilir (Kruse et al., 1990).

Burak vd. (1997) tarafından M9, MM106, MM111 klonal anaçları ve çöğür anacı üzerine aşılı Granny Smith elma çeşidinde farklı anaçların verim ve kalite özellikleri belirlemek amacıyla yapılan çalışmada M9 anacının verim, meyve kalitesi ve erken verime yatma yönünden en uygun anaç olduğu belirlenmiştir.

Burak vd. (1999), 1985-1996 yılları arasında M9, MM106, MM111 klonal anaçları ve çöğür anacı üzerine aşılı Starking Delicious ve Golden Delicious elma çeşidinde farklı anaçların erkencilik, verim, gelişme ve kalite özellikleri araştırılmıştır. Sayılan özellikler yönünden M9 ve MM106 anaçlarının üstün oldukları ve çöğür anacının ise son sırada yer aldığını bildirmişlerdir.

Günbatılı ve Demirören (1980), Tokat Kazova'da Starking Delicious elma çeşidinde yaptıkları çalışmada mevsimlik su tüketimini 845.3 mm ve sulama suyu ihtiyacını ise 547.2 mm olarak bulmuşlardır.

Güngör ve Kanburoğlu (1978), Orta Anadolu koşullarında elma ağağlarının mevsimlik su tüketimi 919.9 mm, sulama suyu ihtiyacını 531 mm ve yetişme mevsimi boyunca 20 gün ara ile 4 kez sulama yapılarak her sulamada 135 mm sulama suyu verilmesinin uygun olacağını belirtmişlerdir.

Einhorn ve Caspari (2004), M26 anacı üzerine aşılı Gala elma çeşidinde tam verime ulaştığı dönemde ağaç başına verimi 20.9 - 27.7 kg olarak belirlemişlerdir.

Tojanko ve Cmelik (2000), M9 anacına aşılı Golden Delicious ve Pinova elma çeşitlerinde sulamanın etkilerini araştırdıkları çalışmada, sulamanın verimi ve meyve büyüklüğünü artırdığını fakat vejetatif gelişim ve meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde ve nişasta indeksi gibi kalite özelliklerini değiştirmediğini bildirmişlerdir.

Caspari et al. (2004), Yeni Zelanda'da 1999 - 2001 yılları arasında Breaburn elma çeşidinde yaptıkları denemelerinde elmanın su tüketimini 1999 - 2000 döneminde 692 mm, 2000 - 2001 döneminde 808 mm olarak hesaplamışlardır.

Ülkemizde elmanın su tüketimi ve sulama programının oluşturulması ile ilgili, damla ve mini yağmurlama sulama yöntemleri kullanılarak yapılmış çalışma sayısı çok azdır. Köksal vd. (1999), çöğür anaçlar üzerine aşılı Starkrimson ve Starkspur Golden Delicious elma çeşitlerinde farklı sulama yöntemleri (damla, ağaç altı mini yağmurlama, yüzey) ve farklı sulama programlarının elmanın vejetatif gelişimi, meyve verim ve kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Her iki çeşitte de damla sulama yöntemi için 120 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30'u tüketildiğinde sulamaya başlanması, ya da sulama aralığı 9 gün alınarak A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının %75'i ($K_p=0.75$) kadar sulama suyu uygulanması önermektedir.

Orta vd. (2000), Tekirdağ koşullarında elma ağağlarının su tüketimini belirlemek için kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40 ve %70'i tüketildiğinde sulamaya başlamışlar ve çalışma sonunda bitki su tüketimini yüzey sulama yönteminde 968.00 - 1188.43 mm, damla sulama yönteminde 347.23 - 470.94 mm arasında bulmuşlardır.

Elma ağaçlarında farklı sulama yöntemi ve programlarının etkisini inceleyen Orta vd. (2001), araştırmalarında, damla ve yüzey sulama olmak üzere iki farklı sulama yöntemi ve kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40 ve %70'i tüketildiğinde sulama suyu uygulaması yapılan iki farklı su düzeyi kullanmıştır. Çöğür anaç üzerine aşılı Starking Delicious elma çeşidinin kullanıldığı araştırmada uygulanan sulama suyu miktarları damla sulama 235.1 - 313.6 mm, yüzey sulamada ise 930.8 - 1096.0 mm arasında, bitki su tüketimleri ise damla sulamada 347.2 - 470.9 mm, yüzey sulamada ise 968.0 - 1188.4 mm arasında değişmektedir. Konular arasında ağaç başına düşen verim bakımından istatistiksel açıdan fark bulunamamıştır.

Isparta Yöresinde elmanın su tüketimi ile ilgili yapılan bir çalışmada 1982 - 1988 yılları arasında Isparta-Atabey ovasında bulunan Köy Hizmetleri Deneme İstasyonunda "Golden Delicious" elma çeşidinde yüzey sulama yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonunda Atabey ovasına benzer iklimlerde ekonomik ve kaliteli meyve elde edilmesi için elma ağaçlarına toplam 495 mm sulama suyu verilmesi gerektiği, ilk su uygulamasının Haziran ayının ikinci yarısında, daha sonra 25 gün ara ile toplam 4 kez sulama yapılması ve her defasında yaklaşık 125 mm su uygulanması gerektiği sonucuna varılmıştır. Atabey ovasında elmanın ortalama mevsimlik su tüketimi 813.6 mm olarak bulunmuştur (Kıvanç, 1991).

Yılmaz (2003), Iğdır ovası koşullarında MM106 anacı üzerine aşılı Golden Delicious elma çeşidinin sulama programlamasını belirlemek amacıyla mini sprink sulama sistemiyle yapmış olduğu çalışmada 7, 14, 21 ve 28 gün sulama aralıklarının da, 0 - 90 cm toprak derinliğinde eksilen suyu tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulamıştır. En uygun programın 28 günde bir 5 kez yapılan sulama uygulaması olduğunu belirlemiştir. Buna göre elmanın verimi 1473 kg/da, sulama suyu ihtiyacı 534 mm, bitki su tüketimi ise 796 mm olmuştur.

2.3. Kısıtlı Sulama ve Yarı İslatmalı Tekniği

Yetiştiricilikte, uygun sulama zamanının seçimi çok önemli olduğundan bitkinin su stresine duyarlı olduğu dönemde, sulama geciktirildiğinde, bir sonraki sulamada fazla su uygulanırsa bile verim düşmektedir. Sulama aralığını bir takvime veya sabit bir sulama programına bağlama yerine bitki gelişim dönemlerine göre değişen bitki

su gereksinimlerini karşılama esnekliği gösterebilen sulama zamanı ve sulama miktarı saptanmalıdır (Doorenbos and Pruitt, 1977).

Bilindiği üzere, sulamalarda genel uygulama, sulama zamanı belirlendikten sonra, kök bölgesi su içeriğinin tarla kapasitesine gelinceye dek ıslatılmasıdır. GKS'da ise temel amaç, mevsim içi sulamalarda optimum ürünü sağlamak koşuluyla, gerekenden daha az su uygulayarak, mevcut su kaynağı ile daha fazla tarım alanını sulayabilmektir. GKS uygulaması genel olarak bitkilerin su eksikliğine dirençli dönemlerinde yapılır.

Yeni geliştirilen diğer bir kısıntılı sulama tekniği de YIS uygulamasıdır. YIS uygulaması ile geleneksel sulamalarda uygulanan su miktarı belirli bir oranda azaltılarak bitki köklerinin yarısının ıslatılması ve takip eden sulamalarda ise diğer yarısına su verilmesidir. Böylece, suyun kıt ve pahalı olduğu bölgelerde, yarı ıslatmalı sulama tekniğiyle geleneksel kısıtlı sulamaya benzer şekilde, daha az su uygulayarak, mevcut su kaynaklarından daha etkin şekilde yararlanılması amaçlanır (Kang et al., 1998).

Chaffey (2001), YIS uygulaması altında bitki kök bölgesi nöbetleşe olarak yarısının sulanmasıyla, su kullanım randımanı kısıntılı sulamaya göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. YIS uygulamasında her sulamada nöbetleşe bitki köklerinin bir tarafı ıslatılırken, köklerin diğer tarafı kuru bırakılması sonucu verimin azalmayacağını göstermiştir. YIS uygulamasının diğer kısıtlı sulama yöntemleriyle karşılaştırıldığında, bitkilerin su eksikliği nedeniyle zarar görmediği ve meyve tadında da gelişme olduğunu bildirmiştir.

YIS yöntemi diğer su kısıntılarından farklı bir tekniktir. Bu teknikle önemli oranda su tasarrufu sağlanmasına karşın verimde ve kalitede herhangi bir azalma olmadığı belirtilmektedir. YIS tekniği ile kök bölgesinin bir tarafına su uygulanırken diğer bir kısmı kuru kalmaktadır. Bunun sonucunda fizyolojik olarak köklerden gövdeye doğru Absisik Asit (ABA)'in taşınımı artmaktadır. Ayrıca YIS tekniği ile su kullanım randımanı da artmaktadır (Caspari and Neal, 2004).

Su dünya çapında gittikçe azalan bir kaynak olup bu kaynağın en verimsiz ve en geniş oranda kullanıldığı alan tarımsal sulamadır. Su kullanım etkinliğinin düşük

olması ile birlikte su kaynakları üzerinde diğer sektörlerinde oluşturduğu artan rekabet koşulları, üreticileri yeni sulama sistemlerini benimsemeye ve yetiştiricilikte su kullanım pratiklerini değiştirmeye zorlamaktadır. Kuru ve sıcak iklim bölgelerinde damla sulama uygulamaları, evapotranspirasyonu ve aşırı su kullanımını önemli oranda azaltarak su kullanım etkinliğini artırmaktadır. Ancak yinede su kullanım etkinliğini artırmak için su tasarrufuna yönelik tamamlayıcı yaklaşımlar ve ek uygulamalara ihtiyaç bulunmaktadır. GKS stratejisine benzer şekilde, düzenlenmiş kısıtlı sulama ya da YIS yöntemleri su tasarrufunu artırmanın potansiyel yolları olarak ortaya çıkmakta ve makul oranda su stresine bitkinin karşı koymasına izin vermekte ya da verim ve kalitede sınırlı oranlarda azalmalara izin verilmektedir. Yapılan çalışmalarda bağ ve çeşitli meyve türlerinin kısıtlı sulama uygulamalarına iyi adapte olabildiği ancak sebzeler başta olmak üzere diğer bitki çeşitlerinde değişen oranlarda verim ve kalite kayıpları yaşandığı ortaya konulmaktadır (Costa et al., 2007).

YIS yöntemi yeni bir sulama tekniği olup su kullanım etkinliğini, kayda değer miktarlarda ürün kaybı olmaksızın artırabilir. Bu yöntemde kök sisteminin bir bölümü normal olarak sulanırken diğer kısmı kuru bırakılır. Islatılan ve kuru bırakılan bölgeler bitkinin su gereksinimine ve toprağın nem içeriğine göre belirlenen sulama periyodu içerisinde dönüşümlü olarak değiştirilir. Bu sulama sistemi teorik iki temel arka plan üzerinde geliştirilmiştir. 1) Tam sulama yapılan bitkiler genellikle geniş stoma açıklıklarına sahiptir. Stoma açıklığında az bir oranda daralmanın, fotosentez üzerindeki sınırlı oranda etkisi ile su kaybını önemli ölçüde azaltabilir. 2) Kuru bırakılan bölgedeki kökler kurumaya tepki olarak su kaybını azaltmak için kök kaynaklı sinyaller göndererek stoma açıklıklarının kapatılması için uyarılır. YIS uygulaması altında bitkilerin fizyolojik ve morfolojik değişimi su kullanım etkinliğinin artırılmasından daha fazla faydalar getirebilir yani karbonun bitki organları arasında yeniden dağılımı gerçekleşir ki bu da ürün kalite ve miktarının belirlenmesinde hayati önem arz eder (Kang and Zhang, 2004).

YIS dönüşümlü olarak kök bölgesinin yalnızca bir tarafının ıslatıldığı yeni bir sulama tekniği olup, kök bölgesinin yarısının kuru bırakılması dolayısıyla stomaların kısmi olarak kapanmasını tetiklediği için evaporasyonun azalmasına ve bundan dolayı su

kullanım etkinliğinin artmasına neden olmaktadır. Çalışmada YIS uygulamasının Pink Lady elma çeşidinde meyve kalitesi ve aroma profili üzerine etkisini belirlenmesini amaçlamışlardır. Bianco et al. (2008) yaptıkları bir çalışmada, YIS uygulamasının kalite özellikleri üzerine olumlu ya da olumsuz herhangi bir etkisi olmamasına rağmen meyve aromasını etkilediği belirlenmiştir. YIS uygulaması özellikle, meyve eti aromasını iyileştirirken, meyve kabuğundaki uçucu maddelerin azaldığı tespit edilmiştir.

Mills et al. (1997), tarafından yapılan çalışmada Breaburn elma çeşidinde vejetatif gelişme periyodunun başında ve sonunda yapılan kısıtlı sulamaların yaprak su potansiyelini azalttığını buna karşın sadece erken dönemde uygulanan kısıtlı sulama uygulamasının meyvede şeker oluşumunu artırırken meyve ağırlığını azalttığı bildirilmiştir.

Caspari et al. (2004)'e göre YIS yeni bir kısıtlı sulama stratejisi olup Avustralya'da asmada son zamanlarda yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Elmada YIS tekniği ile ilgili ilk çalışma 1995 yılında Yeni Zelanda'da yapılmıştır. İlk çalışmalarda Gala ve Fuji elma çeşitleri için verim, meyve büyüklüğü ve kalitesine olumsuz bir etkisi olmaksızın %30 oranında su tasarrufu sağlanmıştır. 1999 yılında Breaburn elma çeşidinde YIS yönteminin diğer kısıtlı sulama yöntemleriyle karşılaştırıldığı bir çalışma başlatılmıştır. 3 kısıtlı sulama uygulaması (On/Off, YIS-50, ve GKS-50) ve Tam Sulama (TS-Kontrol) konuları karşılaştırılmıştır. Bütün kısıtlı sulama konularına TS konusuna verilen suyun %50'si uygulanmıştır fakat sulama uygulamalarının içeriği farklıdır. On/Off konusunda 2 sulamada bir su verilirken, YIS-50 konusunda ağaçların kök bölgelerinin yarısına su verilmiş diğer taraf kuru bırakılmış ve GKS-50 konusunda da her sulamada TS konusuna verilen su miktarının yarısı verilmiştir. TS ile kıyaslandığında YIS-50 ve GKS-50 aynı zamanda sulanırken On/Off ve GKS-50 aynı ıslak yüzey alanına sahiptirler. 2000 yılında TS ve YIS-50 konularında verim ve ortalama meyve büyüklüğü değerleri On/Off ve GKS-50 konularından çok az yüksek olarak bulunmuştur. Ancak bu farklılıklar önemli bulunmamıştır. Ayrıca tüm uygulamaların hasatta ve hasat sonrası depolamada meyve kalitesi üzerine etkisi bulunmamıştır. 2001 yılında kontrol konusu ile kıyaslandığında On/Off ve GKS-50 konularında verimin azaldığı

görülmüştür. Aynı konularda sayı ve oran olarak pazarlanabilir meyve büyüklüğüne ulaşan meyvede de azalma olmuştur. Kısıtlı sulama konuları içinde YIS-50 konusunun su kısıntısından en az etkilenen konu olduğu bildirilmiştir.

Leib et al. (2006), tarafından Washington'da yarı kurak iklim koşullarında GKS ve YIS uygulamalarının Fuji elma çeşidinde verim, meyve büyüklüğü ve kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada tam çiçeklenmeden 40 gün sonra GKS ve YIS uygulamalarına başlanmıştır. Sulama işlemi haftada bir kez ve ağaç başı 2 mini yağmurlama sistemi kullanılarak yapılmıştır. Kontrol uygulamasında toprak su içeriği tarla kapasitesinin %80'i üzerinde olacak şekilde ağacın her iki tarafına su verilmiştir. GKS ve YIS uygulamalarında kontrol uygulamasına verilen suyun %60 kadar su verilmiştir. GKS ve YIS uygulamalarında 1. ve 3. yıllarda verim ve meyve kalitesi açısından kontrol uygulamasına göre fark görülmezken 2. yılda GKS uygulamasında verimin düştüğü gözlenmiştir. GKS ve YIS uygulamalarında meyve eti sertliği ve SÇKM değerleri kontrol uygulamasından daha yüksek bulunmuştur. GKS ve YIS uygulamalarıyla yaklaşık olarak %45 - 50 oranında su tasarrufu sağlanmış ve buna karşılık verim ve meyve kalitesinde önemli bir azalma meydana gelmemiştir.

Einhorn ve Caspari (2004), yaptıkları çalışmada M26 anaçlı Gala elma çeşidinde GKS ve YIS uygulamalarının su kullanımı ve meyve ve sürgün gelişimi, verim ve meyve kalitesi, stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli, yaprak ABA konsantrasyonu üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bir ağaç sırasında 2 lateral kullanılmıştır. Denemede YIS-25, YIS-50, YIS-75, Kontrol konusu ve GKS konuları olmak üzere 5 ayrı sulama konusu bulunmaktadır. YIS konularına, Kontrol konusunda verilen su miktarına oranlanılarak ve ıslatılan yüzey alanının oranlanmasıyla bulunan miktara göre verilmiştir. GKS konusunda ise kontrol konusuna verilen suyun %50'si verilmiştir fakat sulama tüm yüzey alanına uygulanmıştır. Denemede meyve büyüklüğüne negatif etki olmaksızın konulara göre %25 ile %75 arasında su tasarrufu sağlanmıştır. Toplam sezonluk sulama suyu miktarı kontrol konusu için 232 mm, YIS-75 için 195 mm, YIS-50 ve GKS için 157 mm ve YIS-25 için 120 mm olarak bulunmuştur. Meyve büyüme oranları, hasattaki meyve büyüklükleri ve meyve kalite özellikleri konularında hasatta ve soğuk hava

depolamasından sonra yapılan ölçümlerde uygulamalar arasında bir fark bulunmamıştır. Daha önceki çalışmalarla kıyaslandığında gün ortası yüksek yaprak su potansiyeline (daha az negatif) nispeten daha düşük stoma iletkenliği ve transpirasyon hızı gözlemlenmiştir.

Lombardini et al. (2004), M9 anacı üzerine aşılı Fuji elma çeşidinde damla sulama yöntemi kullanarak GKS ve YIS tekniğine göre yaptıkları çalışmada, ağaç başı verimi 16.17 ile 20.8 kg arasında bulmuşlardır.

2001 yılında yarı kurak iklim özelliklerine sahip Kolarado ve Washington'da yapılan 4 yıllık çalışmada YIS uygulamasının Gala ve Fuji elma çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerine etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Sulama sistemi olarak mini yağmurlama, yer altı ve yüzey damlama sulama sistemleri kullanılmıştır. Her iki lokasyonda anılan sulama sistemlerinin hepsinde Yarı ıslatmalı sulama (YIS-50), Tam Sulama (Kontrol) ve sezon boyu Kısıtlı Sulama (GKS-50) uygulamaları yapılmıştır. YIS-50 ve GKS-50 konularına uygulanan su miktarı hacim olarak Kontrol konusunun %50'sidir. GKS-50 ve TS konularında tüm kök bölgesine su uygulanırken YIS-50 konusunda kök bölgesinin sadece bir yarısına su uygulanmıştır. Kolarado Bölgesinde diğer konulara ilaveten YIS-25 ve YIS-75 konuları da çalışmaya dahil edilmiştir. Tüm lokasyonlarda her iki yıl için mevsimlik potansiyel evapotranspirasyon 1000 mm'nin üzerinde ve yağış miktarı 130 mm' den daha az kaydedilmiştir. Sezonluk sulama suyu miktarı en düşük 205 mm ile yüzey damla sulama ile Gala çeşidine ait YIS-25 konusunda olurken, en yüksek sulama suyu miktarı da mini yağmurlama ile Fuji çeşidinin TS konusunda gerçekleşmiştir. Gala çeşidinde her iki yıl içinde uygulamaların verim değerleri ile hasatta ve depolamadan sonra meyve kalitesi üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Fuji çeşidinde ilk yıl için uygulamaların verim değerleri ile hasatta ve depolamadan sonra meyve kalitesi üzerine etkisi önemsiz bulunurken YIS-50 uygulamasında ortalama meyve büyüklüğü TS ile kıyaslandığında miktar azalmıştır. 2. yıl GKS-50 uygulaması meyve büyüklüğü her iki bölgede de azalma eğiliminde iken, bir bölgede verimin önemli oranda azaldığı belirlenmiştir. YIS-50 ve GKS-50 konularında hasatta ve sonrasında 7 gün oda sıcaklığında tutulduktan sonra meyve eti sertliği ve SÇKM değerleri TS konusuna göre daha yüksek bulundu. Uygulamaların meyve

bozukluklarını (güneş yanığı, pas, iç sulanması vb.) etkilemediği görülmüştür. Araştırmacılar YIS-50 ve GKS-50 uygulamalarının önemli miktarda su tasarrufuna neden olduğu ve verim değerlerini çok az ya da hiç etkilemediği ve bunun yanı sıra meyve kalitesini olumlu yönde etkilediği sonucuna varmışlardır. Mevsimlik bitki katsayısının yeni ve modifiye sulama teknikleri ile elma için 0.3 veya daha az oranda azaltılabileceği bildirilmiştir (Caspari et al., 2004).

Sicilya Bölgesinde yapılan bir çalışmada, YIS yönteminin ve anaç kuvvetinin Pink Lady elma çeşidinde vejetatif gelişme ve verim performansı üzerine etkilerini belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda MM106 ve M9 anaçlı iki ayrı deneme kurulmuştur. 1. Denemede MM106 anaçlı üzerine aşılı Pink Lady elma çeşidinde Tam sulama, (Kontrol, TS); toprak nem içeriğinin tarla kapasitesinin %80'inin üzerine çıkacak şekilde su verilmesi), YIS; TS'ya uygulanan suyun %50'sinin kök bölgesinin bir tarafına dönüşümlü olarak verilmesi) ve Sürekli Kısıtlı Sulama, (GKS; TS'ya uygulanan su miktarının her iki kök bölgesine eşit olarak uygulanması) konularından oluşmaktadır. 2. denemede ise M9 ve MM106 anaçları üzerine aşılı Pink Lady elma çeşidinde TS ve YIS uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. YIS uygulamasında stoma iletkenliğinin M9 anaçlı ağaçlarda MM106'dan daha tutarlı bir biçimde azaldığı gözlenmiş fakat sürdürülebilir oransal su kapsamı seviyesi TS uygulaması ile aynı bulunmuştur. GKS uygulamasında stoma iletkenliğindeki azalma YIS uygulamasından daha düşük ve sürdürülebilir oransal su kapsamı TS ve YIS uygulamasından daha düşük bulunmuştur. Kök kuvvetinin (anaç farklılığının) farklı sulama uygulamalarında bitki üzerine etkisi görülmemiştir. YIS uygulamasının meyve sayısında az bir oranda azalma oluşturmasına karşılık verim ve meyve kalitesinde TS konusu ile kıyaslandığında fark bulunamamış, bununla birlikte GKS konusunda meyve büyüklüğü ve pazarlanabilir meyve kalitesinde azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca GKS sürgün ve yaprak büyüklüğü değerlerinde kayda değer oranda bir azalma görülürken YIS konusunda sürgün boyunda değişme gözlemlenmemiş sadece yaprak büyüklüğünde bir miktar azalma meydana gelmiştir. Yukarıda anılan nedenlerden dolayı verim ve kalitede önemli değişikliklerin yaşanmaması ve özellikle sulama suyu miktarı ve su kullanım randımanında meydana gelen artırım göz önüne alındığında YIS yönteminin Akdeniz iklim kuşağı ve benzer iklim bölgelerinde tavsiye edilebileceği bildirilmiştir (Talluto et al., 2008).

Başarılı bir YIS uygulamasında, bitkinin kökleriyle topraktan alabildiği su miktarının azalması sonucunda stoma sistemlerinin gerekli ayarlama ve düzenlemeleri yaparak vejetatif büyümeyi yavaşlatırken meyve büyüklüğü ve verim değerlerinde azalma olmamalı ve önemli miktarlarda su tasarrufa sağlanmalıdır. Avustralya’da verimli topraklara sahip Goulburn Vadisinde Pink Lady elma çeşidinde YIS uygulamasının bitki-su ilişkisi ve ürün performansını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada 8 yaşlı ağaçlarda sulama sistemi olarak mini yağmurlama kullanılmıştır. Çalışmada 2 yıl süre ile YIS uygulamasının yaprak ve gövde su potansiyeli, verim bileşenleri ve meyve kalitesi üzerine etkileri gözlemlenmiştir. Uygulamanın yapıldığı yıllara ait büyüme sezonu bitki referans evapotranspirasyonu 954 mm ve yağış miktarı ortalama 168 mm olarak kaydedilmiştir. 3 farklı sulama uygulamasının bulunduğu çalışmada; 1- Tam Sulama (Kontrol; Eksik nemin %100’ünün ağacın kök bölgesinin her iki tarafına verildiği uygulama), 2- GKS (TS’da verilen suyun %50’sinin kök bölgesinin her iki tarafına verildiği uygulama), 3- YIS (TS’da verilen suyun %50’sinin kök bölgesinin yarısına dönüşümlü olarak verildiği uygulama) konuları incelenmiştir. Sulama suyu miktarı TS’da 1. ve 2. yıllar için 334 ve 529 mm olarak kaydedilmiştir. Ağaçlarda YIS ve GKS uygulamalarının her ikisinde de ilk yıl vejetatif büyüme, ürün miktarı ve nem durumu klasik su stresi tepkilerine yol açmıştır. Yaprak su potansiyeli, yaprak iletkenliği, meyve büyüklüğü, sürgün gelişimi ve verim değerlerinde TS uygulamasına göre azalmalar meydana gelmiştir. 2. yıl, TS uygulamasına verilecek tahmini bitki evapotranspirasyon miktarı ilk yılın 2 katını aşmıştır. Bu nedenle gövde su potansiyeli, vejetatif büyüme, verim bileşenleri ve meyve kalitesi değerlerinde uygulamalar arasında çok az ya da hiç fark gözlemlenmemiştir. Meyve bozuklukları (güneş yanığı, pas, şekil bozukluğu, lekeler, don zararı vb.) üzerine sulama uygulamalarının her iki sezonda da etkisi görülmemiştir. Araştırmacılar sonuç olarak YIS’nin su tasarrufu yanında sürdürülebilir verim ve meyve kalitesi konusundaki etkisinin tam olarak belirlenebilmesi için farklı çevre ve koşullar altında daha fazla çalışma yapılması gerektiğini bildirmişlerdir (O’Connell et al., 2007).

Leib et al. (2004), tarafından yapılan çalışmada Fuji elma çeşidinde YIS sulama ve GKS uygulamalarının, tam sulama uygulamasına göre elma verim ve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Elma ağaçlarına 3 yıllık deneme periyodu

boyunca ortalama TS konusuna 609 mm, GKS konusuna 385 mm ve YIS uygulamasına 357 mm sulama suyu verilmiştir. GKS konusunda meyve ağırlığı değerlerinde TS ve YIS uygulamasına göre %10 oranında azalma meydana gelmiş ve aynı zamanda meyve büyüklüğü değerlerinde TS konusuna göre GKS konusunda %9, YIS uygulamasında %4 oranında azalma meydana gelmiştir. Meyve ağırlığı değerlerinde sadece 2. yılda kontrol konusu ve GKS uygulaması arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Meyve kalite özellikleri incelendiğinde GKS ve YIS uygulamalarında SÇKM ve meyve eti sertliği değerleri TS konusundan daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak toprak su içeriği gözlemlerinde YIS uygulamasında GKS uygulamasına göre toprak profillerinde daha fazla su muhafaza edildiği gözlemlenmiştir. Bu çalışma göstermiştir ki GKS ve YIS uygulamalarında, sulama suyunda %35 - 45 oranında yapılan kısıntının meyve verim ve kalite özelliklerinde çok az oranda azalmaya neden olduğu ortaya konmuştur.

Jorge et al. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada TS ve YIS yönteminin nemli iklim koşullarında Pasifik Rose elma çeşidinin verim ve meyve kalitesi üzerine etkisini belirlenmesi amaçlanmıştır. YIS uygulamasında tüm sulama sezonu boyunca ağaç sıralarının yalnızca bir tarafı sulanmış ve diğer taraf sulanmamıştır. Genel olarak gündüz yaprak su potansiyeli değerleri TS ve YIS için aynı bulunmuş ve fotosentez gaz değişim parametreleri, transpirasyon ve stoma iletkenliği değerleri de benzer bulunmuştur. Verim, ortalama meyve ağırlığı, gövde kesit alanı ve gövde kesit alanına düşen verim ve sürgün uzunlukları ölçümlerinde konular arasında fark bulunamamıştır. Fakat sulama suyu kullanım etkinliği YIS uygulamasında TS'ye kıyasla %133 daha yüksek bulunmuştur. Hasatta meyve kalitesi parametreleri incelendiğinde kuru madde içeriği, meyve eti sertliği, toplam SÇKM ve meyve kabuk rengi değerleri açısından uygulamalar arasında fark bulunamamıştır. Meyve verim ve kalitesi değerlerinin korunmasının yanında YIS uygulamasında 1 hektarlık alan için 151 m³ su tasarrufu sağlanmıştır. Sayılan nedenlerden dolayı YIS uygulaması su kaynaklarının sınırlı olduğu elma tarımı yapılan alanlar için tavsiye edilebileceği bildirilmiştir.

Ebel et al. (1993) tarafından yapılan bir çalışmada Golden Delicious elma çeşidinde yapılan çalışmada Kısıtlı Sulama uygulaması ile TS (Kontrol) uygulamasının

büyüme sezonun başından depolama sonuna kadar meyve kalite özellikleri ve depo ömrü üzerine etkisi karşılaştırılmıştır. GKS konusunda toprak nem ve yaprak su potansiyeli değerleri TS konusundan daha düşük bulunmuş olup iç etilen oranı bu uygulamada logaritmik olarak artış göstermiştir. Hasatta GKS uygulamasında TS uygulamasına göre meyvelerin daha küçük ve daha yüksek SÇKM içeriği ve daha düşük titre edilebilir asitlik değerlerine sahip olduğu tespit edilmiş ve GKS uygulamasının meyvede nişasta bozulmasını (nişastanın şekere dönüşümünü) geciktirdiği belirlenmiştir. Uygulamalar arasında meyve rengi ve meyve eti sertliği konusunda fark bulunamamıştır. GKS konusunda TS konusuna kıyasla depolama süreci boyunca SÇKM içeriğinin daha yüksek olduğu fakat nişasta içeriği, titre edilebilir asitlik değerleri, meyve rengi ve meyve eti sertliği değerlerinin benzer olduğu tespit edilmiştir.

Pasific Rose elma çeşidinde yapılan çalışmada TS, YIS ve hiç sulama yapılmayan uygulamaların bitki su ilişkisi, verim ve meyve kalitesi parametreleri üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Sulama konuları, TS uygulaması (Sezon boyunca toprak nem içeriğinin tarla kapasitesi civarında tutulduğu uygulama), YIS (Kontrol konusunda uygulanan su hacminin yarısının kök bölgesinin yarısına uygulandığı uygulama), NI (sezon boyunca sulama yapılmayan uygulama) olarak belirlenmiştir. Tam çiçeklenmeden 62 gün sonra yapılan ölçümlerde NI ve YIS konusunda su verilmeyen bölgede toprak nemi değerlerinin TS ve YIS uygulamasının su verilen bölgesine göre önemli oranda azaldığı tespit edilmiştir. Yaprak su potansiyeli değerleri YIS uygulamasında genel olarak sezon boyunca TS uygulaması ile benzer iken NI uygulamasında tam çiçeklenmeden 123 gün sonrasında hasada kadar TS uygulamasından daha düşük bulunmuştur. Hasatta meyve verim ve kalite özelliklerinde uygulamalar arasında önemli fark bulunmazken, hasat sonrası depolama süresince YIS ve NI uygulamalarının meyve eti sertliğinin daha fazla ancak meyve ağırlık kaybının daha az olduğu gözlemlenmiştir. Meyve depolama potansiyelini artırmanın yanında YIS uygulamasında 0.78 megalitre/ha, NI uygulamasında 1.56 megalitre/ha su tasarrufu sağlanmıştır. Sonuç olarak, YIS ve NI uygulamanın çalışmanın yapıldığı alana benzer nemli bölgeler için uygun olduğu ve kurak ve yarı kurak bölgeler için YIS uygulamasının tavsiye edilebileceği vurgulanmıştır (Van Hooijdonk et al., 2007).

Assaf et al. (1976), tarafından elmada yapılan 6 farklı sulama uygulamasını içeren çalışmada uygulamalar 0-60 ve 0-120 cm derinliklerinde önceden belirlenmiş uygun toprak su içeriği değerine eksik nem miktarının tamamlanmasından esasına göre sulama uygulaması yapılmıştır. Ağaçlarda meyve büyümesi, gövde şablonunda mevsimsel değişim ve meyve dökümü konuları incelenmiştir. Çalışma sonunda ile ağaçların 0-60 cm derinlikteki %30'dan daha az oranda kullanılabilir suya maruz kaldığı gün sayısı ile meyve hacmi arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Meyve eti sertliği ve suda çözünebilir kuru madde miktarlarının sık sulama konularında azaldığı belirlenmiştir.

2001 - 2003 yılları arasında Gala elma çeşidinde 3 ayrı sulama konusunun ele alındığı çalışmada meyve gelişmesi, meyve kalitesi ve yaprak su ilişkisi parametreleri gözlemlenmiştir. Sulama konuları; 1) TS (kontrol), 2) GKS-50 (Kontrol uygulamasına verilen suyun %50 kısılarak verildiği uygulama, 3) YIS-50 (kontrol uygulamasının yüzey alanının yarısına su verilmesi diğer bir deyişle Kontrolün hacim olarak %50'si kadar su uygulanması) konularıdır. Çalışmanın yapıldığı tüm yıllar ortalama meyve büyüklüğü, verim ve meyve kalitesi parametreleri üzerine uygulamaların etkisinin olmadığı ve değerler arasında fark görülmediği gözlemlenmiştir. Yaprak absisik asit (ABA) konsantrasyonlarında uygulamalar arasında fark bulunamamıştır. Sulama suyu kullanım randımanının (WUE), GKS-50 uygulamasında artmadığı belirlenmiştir. Çalışmanın 2. ayağında 2003'te 1 yaşlı Gala elma çeşidinde kökler ayrılarak ayrı kaplara yerleştirilmiştir. 4 sulama konusunun bulunduğu uygulamada 2004 yılında 30 günün üzerindeki periyotlarla uygulamalar yapılmıştır. TS konusunda, her iki kap için buharlaşmanın %100'ü uygulanmış ve YIS-100 konusunda sadece 1 kap için buharlaşmanın %100'ü uygulanmıştır. YIS-50 konusunda buharlaşmanın %50'si bir kap için uygulanmıştır. Diğer bir konu kısıtlı sulama konusu GKS-50 için buharlaşmanın %50'si her iki kap için uygulanmıştır. YIS-100 ve TS uygulamalarında şafak vakti yaprak su potansiyeli benzer fakat gaz değişimi değeri YIS-100 uygulamasında TS uygulamasına kıyasla %30 azalmıştır. Yaprak ABA konsantrasyonu, YIS-100 uygulamasında TS uygulamasından daha yüksek bulunmuştur. Başta bahsedilen arazi çalışmasında bildirildiği gibi kısıtlı sulama uygulamalarında WUE değerinin artmadığı gözlemlenmiştir (Einhorn, 2006).

Nakajima et al. (2004), elma, asma, zeytin ve domates bitkilerinde TS, GKS ve YIS uygulamalarını karşılaştırmışlardır. TS altında, beklenildiği gibi toprak su içeriği GKS ve YIS uygulamalarına oranla daha yüksek olmuştur. Buna karşın, her üç sulama konusu altında yaprak ve meyvede besin konsantrasyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte, TS'ya oranla GKS altında, asma yaprağı ve zeytin meyve konsantrasyonunda potasyum elementinin daha düşük olduğu görülmüştür. Bu duruma transpirasyon oranındaki azalmanın neden olabileceği ifade edilmiştir. Araştırmada elma, üzüm, zeytin ve domates bitkileri için sırasıyla %50, %40, %66 ve %50 oranında su tasarrufu sağlanmıştır. Bu nedenle meyve mineral besin elementleri üzerine herhangi bir olumsuz etkisi olmaksızın GKS ve YIS uygulamalarının, tam sulamaya kıyasla daha yararlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Yukarıda verilen çalışmalarda GKS ve YIS uygulamalarının elma ağaçları üzerindeki etkileri konusunda yapılan çalışmalara değinilmiştir. GKS ve YIS ile ilgili diğer meyve ve sebzelerde de özellikle endüstri bitkileri başta olmak üzere pamuk, mısır, asma gibi birçok bitkide çalışma yapılmıştır. Aşağıda yapılan çalışmaların bazıları verilmiştir.

Stoll et al. (2000), serada yaptığı denemesinde kökleri ikiye ayırarak iki farklı saksıya yerleştirmiştir. Köklerin bir bölümü ardışık olarak sulanmış, diğer bölümü ise kuru kalmıştır. Köklerin ardışık olarak sulandığı bitkinin yapraklarındaki stomalar göreceli olarak kapanmaktadır. Çalışmadaki bitkilerin stoma kontrolü, köklerin bir yarısının periyodik olarak kuru bırakılmasıyla köklerden yapraklara gönderilen kimyasal sinyallerle sağlandığı ileri sürülmüştür. Bu sinyaller bitkide vejetatif gelişmeyi azaltırken, generatif gelişmeyi teşvik etmektedir. Köklerin bir yarısının kuru bırakılırken, diğer bir yarısının ıslatılması sonucu ksilem içinde absisik asit konsantrasyonunun artarak stomaların kapanmasını tetikledikleri gösterilmiştir. Kök çevresindeki su potansiyelinin değişimi, ksilem suyu pH değerinin artması gibi nedenler de yapraklarda stoma açıklığının kontrolünde etkili olduğunu gözlemlenmişlerdir.

Tardieu ve Davies (1992), arazi ve laboratuvarında yürüttükleri çalışmalarla, bitkilerde su potansiyelinin azalmasıyla ABA konsantrasyonunun arttığını saptamışlardır.

Bitkilerde su stresine bir tepki olarak ABA konsantrasyonunun artarak stoma açıklığının azaldığını bildirmiştir.

Kurak koşullarda yetişen bitkilerde, ABA konsantrasyonu artmaktadır. Bitkide, ksilem su potansiyeli düştüğünde absisik asit konsantrasyonu artmaktadır. Bu artış da yaprak ve kök gelişimini düzenlemektedir (Munns and Cramer, 1996).

Wilkinson ve Davies (1997), tarafından yapılan bir çalışmada, bitki köklerinin bir bölümünün kuru kalmasıyla meydana gelen susuzluğun, ksilem özsu pH değerini arttırdığı saptanmıştır. Su stresi sonucu köklerden yapraklara giden sinyaller, örneğin ksilem özsu pH değerinin artması gibi, stoma açıklıklarını kısmen kapatmış ve böylece yapraklardaki su tüketiminin azaldığını belirlemişlerdir.

Kang et al. (2002) tarafından armut bahçesinde toprak su dağılımı, su tutma ve su kullanım verimliliğine ilişkin bir araştırma yürütülmüştür. Anılan çalışmada: 1) TS; 2) sabit yarı kök bölgesi sulaması ve 3) nöbetleşe değişen YIS olmak üzere üç konu irdelenmiştir. Çin’de yapılan çalışmada armut bahçesinin maksimum su kullanımı yaz ortasında 7 mm/gün’ü aşmış ve sonbahar ortasına doğru yaklaşık olarak 3.5 mm/gün’e düştüğü görülmüştür. YIS tekniğinin, meyve verimini azaltmaksızın su kullanımında önemli tasarruf sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

Kang et al. (2003) tarafından TS ve YIS uygulamasıyla armut ağaçları üzerinde su tüketimi, kök ve gövde özsu iletimi, toprak su dağılımları araştırılmıştır. Anılan çalışmada yarı ıslatmalı sulama uygulaması, her sulamada bitki köklerinin bir tarafı ıslatılacak şekilde yer değiştirilmek ve deneme sezonu boyunca sadece bitki köklerinin bir tarafı ıslatılarak diğer tarafının sürekli kuru bırakılması suretiyle iki farklı şekilde uygulanmıştır. Her iki YIS uygulamasının sulanan taraflarında, köklerde özsu iletimi TS’den daha yüksek gerçekleşmiştir. Buna karşın bitki gövdesindeki özsu iletimi TS konusundan daha düşük olmuştur. Ayrıca, taban suyundan kapılar yolla sağlanan destek, YIS konularında TS konusu ile karşılaştırıldığında artış kaydedilmiştir. Bu durumda sulama ve yağışlar sonucu toprakta depolanan suyun drenaj ile kaybolmasının azaltılacağı bildirilmiştir. Buna ek olarak sulama mevsimi sonrasında yağmur sularının depolanması için toprakta daha büyük bir hacmin olacağı, YIS uygulamasının diğer bir üstünlüğü olarak ifade edilmiştir.

Avustralya’da, asmada YIS uygulamasının test edildiği bir araştırmada, bitki kök sisteminin yarısı ıslak ve diğer yarısı kuru bırakılma işlemi ile 10 - 14 günlük dönemlerde nöbetleşe sulanmıştır. Araştırma sonucunda, verimde herhangi bir azalma olmadığı belirlenmiştir (Stoll et al., 2000).

Kırda vd. (2004), sulama suyundan tasarruf sağlamaya yönelik YIS uygulaması altında serada domates bitkisiyle iki yıllık bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada: 1) TS, sulama suyu bitki köklerinin her iki tarafına uygulanan ve sulama suyu miktarı A - sınıfı buharlaşma kabından elde edilen verilerle hesaplanan kontrol konusu; 2) 1.YIS-30, sulama suyu miktarı TS konusundan %30 eksik ve her sulamada bitki köklerini bir yarısı ardışık olarak ıslak ve kuru bırakılan konu; 3) 1.YIS-50, sulama suyu miktarı TS konudan %50 eksik ve her sulamada bitki köklerini bir yarısı ardışık olarak ıslak ve kuru bırakılan konu; 4) 2.YIS-50, sulama suyu miktarı 1.YIS-50 konusu ile aynı ancak her iki sulamada bir bitki köklerini bir yarısı ardışık olarak ıslak ve kuru bırakılan konu; 5) GKS-30, sulama suyu miktarı 1.YIS-30 konusu ile aynı ancak her sulamada bitki köklerini her iki tarafı ıslatılan konu; 6) GKS-50, sulama suyu miktarı 1.YIS-50 konusu ile aynı ancak her sulamada bitki köklerini her iki tarafı ıslatılan konu olmak üzere toplam altı sulama konusu ele alınmıştır. Araştırmanın ilk yılında TS konusu sulama suyu miktarının yarısına sahip olan 1.YIS-50 konusundan elde edilen verim değeri ile TS konusundan elde edilen verim değeri arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli görülmemiştir. En düşük verim 2.YIS-50 konusundan elde edilmiştir. En yüksek sulama suyu kullanım randımanı ise 1.YIS-50 ile 2.YIS-50 konularında gerçekleşmiştir. 1.YIS-50 konusu için benzer sonuçlar araştırmanın ikinci yılında da gerçekleşmiştir. Ek olarak YIS uygulamasının meyve kalitesini de artırdığı gözlenmiştir.

Kang et al. (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, mısır köklerini iki ve üçe ayırarak saksılarda yetiştirmişler ve YIS uygulamasının bitki gelişimi üzerine etkisi araştırmışlardır. Kısımlara ayrılan kökler nöbetleşe sulanarak yürütülen çalışmada, bitkilerin su kullanım randımanı ve kök gelişiminin arttığı belirlenmiştir. Bunun sonucunda, bitki köklerinin yarısının bir önce ve diğer yarısının bir sonra sulayarak su tasarrufu sağlanabileceği bildirilmiştir.

Wakrim et al. (2004) tarafından YIS ile GKS'nin etkilerini karşılaştırılmak amacıyla suyun kısıtlandığı bitkilerde yarı ıslatmalı sulama sonucu oluşan hormonal sinyallerle bitkide meydana gelebilecek olası tepkileri irdelemeye yönelik bir araştırma yürütülmüştür. Anılan çalışmada bitki materyali olarak fasulye kullanılmış ve bitki gelişimi, su ilişkileri, yaprak absisik asit konsantrasyonu ile ksilem özsuyu pH değeri gibi parametreler değerlendirilmiştir. Bununla birlikte çalışmada: 1)TS; bitkide meydana gelen terlemeyi %100 karşılayan kontrol konusu, 2) TS konusuna uygulanan sulama suyunun %50'sinin uygulandığı ve bitki köklerinin bir yarısının ıslatılıp diğer yarısının kuru bırakılmasıyla meydana gelen yarı ıslatmalı sulama konusu (YIS-50), 3) Yarı ıslatmalı sulama konusuna uygulanan sulama suyu ile aynı miktarda olmasına karşın bitki köklerinin tamamının ıslatıldığı sulama (GKS-50) konuları olmak üzere üç sulama konusu ele alınmıştır. Yaprak su potansiyeli ölçümleri sonucunda kontrol konusuna oranla YIS-50 ve GKS-50 sulama konularının her ikisinde anlamlı bir azalma oluşmasına karşın, YIS-50 ve GKS-50 arasındaki farkın önemli olmadığı bildirilmiştir. Çalışma sonucunda YIS ile GKS konuları arasında, kuru madde miktarı, su kullanım randımanı ve bitki su içeriği bakımından fark görülmemiştir. Ayrıca TS konusuna oranla YIS-50 ve GKS-50 konularında fasulye filizi ve fasulye meyvesi kuru madde değerlerinde azalma meydana gelmiştir. TS konuların kuru madde miktarı diğer uygulamalardan %25 - 30 oranında daha yüksek çıkmıştır. Bununla birlikte transpirasyonla tüketilen toplam su miktarı, her iki kısıntılı sulama konusu altında TS konusuna göre önemli oranda azalmıştır. Su kullanım randımanı ise TS konusuna oranla önemli oranda artmıştır. Araştırmacılar WUE'yi tam sulanan konuda 1.91 kg/m^3 GKS konusunda 2.85 kg/m^3 , YIS konusunda ise 2.92 kg/m^3 olarak belirlemişlerdir. Ek olarak, fasulye bitkisinin toprak kuruluğuna karşı gösterdiği fizyolojik tepkiler bakımından, konularda oluşan değişimin önemli olmadığı ifade edilmiştir.

Kang et al. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, mısır bitkisinin verim ve su kullanım randımanını belirlemek için bir tarla denemesi yürütmüşlerdir. Çalışmada sulamalar; 1) dönüşümlü olarak birer atlamalı sulanmış (kısmi sulama), 2) sabit atlamalı sulanmış (her sulamada sadece kökün bir tarafı sulanmış) ve 3) tüm karıklar sulanmıştır. Kök gelişimi, toplam kök kuru ağırlığı ve kök yoğunluğu, dönüşümlü olarak birer atlamalı karıklarda, diğer uygulamalara oranla daha fazla olduğu

gözlenmiştir. Böylece kurak alanlarda su tasarrufu sağlamak için nöbetleşe karık sulamanın, mısır üretiminde bir çözüm olabileceği önerilmiştir.

Kang et al. (2001) tarafından yapılan bir başka çalışmada, acı biberin kökleri ikiye ayrılıp ayrı saksılara konularak damla sulama yöntemiyle üç ayrı sulama uygulamasının etkileri araştırılmıştır. Tarla kapasitesinin %65 ve %55'inde su uygulamaları yapılmıştır. Tarla kapasitesinin %65'inde köklerin yarısının ardışık değiştirilerek yapılan sulamada, diğer konuya kıyasla en yüksek verim ve en iyi su kullanım randımanı elde edildiği gözlenmiştir.

Zegbe-Domínguez et al. (2003), domateste kısmi kök bölgesi sulamasının ve su kısıntısının, meyve kuru ağırlığına ve meyve kalitesine olan etkisini araştırmışlardır. Anılan çalışmada, 1) TS, 2) her iki kök bölgesine yarı su uygulandığı sulama ve 3) nöbetleşe kısmi kök bölgesi sulaması olmak üzere üç konu uygulanmıştır. Araştırma sonucunda uygulamalar arasında meyve kuru ağırlığında %5 önem düzeyinde bir fark bulunmazken, meyve sayısı ve yaş meyve ağırlığında fark elde edilmiştir. Kısmi kök bölgesi sulaması ve her iki kök bölgesi sulaması konularında, meyve sayısı ve meyve su içeriği bakımından bir fark bulunmamıştır. Kısmi kök bölgesi sulaması konusunda meyveler bir hafta daha önce olgunlaşmış, aynı zamanda %50 su tasarrufu sağlanmıştır. Yarı su uygulama ve nöbetleşe kısmi kök bölgesi sulama tekniğinin, su kaynağının sınırlı olduğu alanlarda uygulanabileceği bildirilmiştir.

Davies et al. (2000), sera koşullarında YIS uygulamasının domatese olan etkisi incelemiştir. Anılan çalışmada, hem kökten yapraklara doğru ABA taşınımında, hem de meyve kalitesinde artışın olabileceğine ilişkin bulgular elde edilmiştir. Hem kimyasal hem de hidrolik sinyallerin YIS uygulamasının etkisi sonucu meydana geldiği ifade edilmiştir. ABA konsantrasyonunun artışı, ksilem suyunun pH değerlerindeki bir değişim sonucu meydana gelebileceği ileri sürülmüştür.

Crabtree et al. (1985), Amerika-Oklahoma'da karık sulama yöntemi ile uygulanan tam sulama ve YIS'nın soya fasulyesi verimine olan etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda ortalama verim, YIS konusunda 198.3 kg/da, tam sulanan konuda 233.8 kg/da olarak bulunmuşlardır. Ayrıca %50 su depolanmasına YIS'da önemli oranda verim düşmesi olmadığını ve bu sulama yönteminin yarı nemli ve yarı kurak bölgelerde uygulanabileceğini bildirmişlerdir.

Graterol et al. (1993), Nebraska'da soya fasulyesinde karık sulama yöntemini kullanarak, TS ve YIS konuların karşılaştırıldığı iki yıl süren tarla denemesinde, verim, su kullanım randımanı ve toprak su değişimini araştırmışlardır. Araştırmacılar iki konu arasında yaklaşık olarak %46'lık bir sulama suyu tasarrufuna rağmen verimde önemli bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir.

Kaman vd. (2006) tarafından YIS uygulaması altında pamuk ve domates bitkilerinin kök bölgesinde tuz yığılmasının irdelendiği bir araştırma yürütülmüştür. Çalışmada YIS uygulamasının her iki bitkide gelişimi olumsuz etkileyecek düzeyde tuz birikimine neden olmadığı saptanmıştır.

Ekici (2002) tarafından yapılan çalışmada YIS uygulamasının domates veriminde önemli bir düşüşe neden olmadan su tasarrufu sağlayabileceği belirlenmiştir.

Stikic et al. (2003) tarafından YIS'nın bitkiler üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla bitki materyali olarak domatesin kullanıldığı bir araştırma yürütülmüştür. Araştırma süresince bitki gelişimi, verim, şeker içeriği vb. parametrelerin gözlem ve ölçümü yapılmıştır. Meyve çapı, kuru ağırlık, toplam mineraller, fotosentez, transpirasyon ve su kullanım randımanı değerleri YIS ile kontrol konu arasında önemli farklılık göstermemiştir. Bitki boyu ve yaprak alanı değerleri kontrol konusu altında daha yüksek olmuştur. Ancak kontrol konuya oranla YIS konusu altında, bitki su kullanım randımanında ile birlikte, şeker içeriğinin artmasının daha anlamlı bir kazanç olduğu ifade edilmiştir.

Zegbe et al. (2004) tarafından karık ve damla sulama yöntemleri ile YIS uygulaması altında domateste bitki su ilişkileri, ürün ve meyve kalitesi üzerine bir araştırma yürütülmüştür. Araştırmada: 1) Karık-TS, bitkilerin her iki tarafında bulunan karıkların tamamı aynı anda sulanmış; 2) Karık-YIS, bitkilerin her iki tarafında bulunan karıklardan bir tanesi sulanırken diğeri kuru bırakılmış ve bir sonraki sulamada kuru bırakılan karık sulanmış; 3) Damla-TS, bitkilerin her iki yanında bulunan karıklar aynı anda damla sulama yöntemiyle sulanmış; 4) Damla-YIS, her bir sulamada karıkların biri yine damla sulama yöntemiyle sulanırken diğeri karık kuru bırakılmış ve sonraki sulamada kuru bırakılan karığın sulanması şeklinde 4 farklı sulama konusu ele alınmıştır. Damla-YIS altında meyveler daha kırmızı renk alırken, toplam çözülebilir kuru madde konsantrasyonu daha yüksek olmuştur.

Meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı, toplam meyve kuru ve yaş ağırlığı ve hasat indeksi değerleri tüm uygulamalarda aynı olurken, tam sulama ile karşılaştırıldığında YIS uygulamasında bitkilerinin su kullanım randımanında artış meydana gelmiştir. TS konularına oranla YIS uygulamaları altında, %50 su tasarrufu ile su kullanım randımanı ortalama %70 artış göstermiştir.

Mısır bitkisinin GKS ve YIS uygulamalarına verdiği tepkilerin araştırıldığı bir başka araştırma Kırdı vd. (2005) tarafından yürütülmüştür. Çalışmada YIS ve GKS konusundan elde edilen verim değerleri istatistiksel anlamda farklı olmamış ve aynı gruba girmiştir. YIS verimleri, TS konusundan elde edilen verim değerine kıyasla daha düşük bulunmuştur. TS konusuna oranla sulama suyu miktarından %50 oranında kısıntı yapılan YIS ve GKS konularındaki verim, TS konusu ile karşılaştırıldığında %10 - 23 oranında az olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, azot kullanım randımanı GKS konusuna oranla YIS uygulaması altında daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, YIS ve GKS konularında benzer miktarda su tasarrufu sağlanmasına karşın, azot kullanım randımanının YIS altında daha yüksek gerçekleşmesi, YIS uygulamasının su tasarrufu sağlanmasına ek olarak çevre dostu özelliği de gözlenmiştir.

Dorji et al. (2005) tarafından biber bitkisinin gelişim ve kalitesi üzerine GKS ve YIS uygulamaları karşılaştırılmıştır. Araştırmada ele alınan konular: 1) TS; (Kontrol konusu), 2) TS konusuna uygulanan su miktarının yarısının uygulandığı uygulama (GKS-50) ve 3) TS konusuna uygulanan su miktarının yarısı ile her sulamada bitki köklerinin bir yarısı ıslatılması (YIS-50) şeklinde oluşturulmuştur. Şafak vakti yaprak su potansiyeli değerleri en yüksek Kontrol konusunda görülmüş ve bunu YIS-50 konusu izlemiştir. En düşük yaprak su potansiyeli değerleri ise GKS-50 konusu altında gerçekleşmiştir. Toplam taze meyve verimleri TS konusu ile karşılaştırıldığında YIS-50 konusu altında %19 ve GKS-50 konusu altında %34,7 azalma meydana gelmiştir. Beklenildiği gibi TS konusu altında kök bölgesi toprak su içeriği en yüksek değerde seyretmiştir. YIS-50 konusunun ıslak tarafı ile ıslak-kuru ortalama toprak su içeriği değerleri TS konusundan daha düşük ve GKS-50 konusuna oranla daha yüksek gerçekleşmiştir. Bununla birlikte YIS-50 konusunun kuru tarafı GKS-50 konusu altında meydana gelen toprak su içeriği değerlerine benzer bir davranış sergilemiştir. Kök, toprak üstü ve meyve kuru madde yüzde değerleri

arasındaki farklılık her üç sulama konusu için istatistiksel anlamda önemli olmamıştır. Su kullanım randımanı en yüksek YIS-50 konusu altında gerçekleşmiştir. YIS-50 konusunu sırasıyla GKS-50 ve kontrol konuları izlemiştir.

Gençoğlan vd. (2006), iki damla sulama tekniği ve dört sulama düzeyi altında fasulye bitkisinin su kullanımı, verim, su kullanım randımanı, sulama suyu kullanım randımanı, bitki su ilişkileri ve bitki kuru ağırlığının etkilerini araştırmışlardır. İki damla sulama tekniğini, TS ve YIS uygulamaları teşkil etmektedir. Sulama programlarına başlandıktan sonra uygulanan sulama suyu göz önüne alındığında, YIS konuları için sulama suyundan %50 oranında tasarruf edildiği bildirilmiştir. Kuru bitki ağırlığı geleneksel sulama altında yarı ıslatmalı sulamaya oranla yüksek, ancak önemli bulunmamıştır. YIS konularında su kullanım randımanı ve sulama suyu kullanım randımanı değerlerinin arttığı ifade edilmiştir.

Kırda vd. (2006), YIS uygulaması altında bazı bitki türlerinin verim tepkilerini irdelemek amacıyla üç yıl süreli araştırmalar yürütmüşlerdir. Araştırmada bitki materyali olarak; domates, biber, mısır, pamuk ve mandalina olmak üzere beş bitki türü ele alınmıştır. Ele alınan bitki türleri içerisinde domates Kırda vd. (2004), mısıra ilişkin bulgular yine Kırda vd. (2005) tarafından ayrıca irdelenmiştir. Anılan araştırmalarda biber bitkisi için sulama konuları TS, 1.YIS-50 ve 2.YIS-50 şeklinde oluşturulmuştur. Sulama suyundaki azalma ile orantılı olarak YIS konuları altında meyve verimi düşmüştür. Pamukta ise TS, 1.YIS-50 ve GKS-50 konularından elde edilen verimler arasında istatistiksel anlamda farklılık bulunmamıştır. Buna karşın su kullanım randımanının TS konusuna oranla 1.YIS-50 ve GKS-50 konularında önemli olarak arttığı kaydedilmiştir. Mandalina bitkisinde 1.YIS-50 ve GKS-50 konuları altında elde edilen verim değerleri ile TS konusu altındaki verim değeri arasındaki fark istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. 1.YIS-50 ve GKS-50 konularına aynı miktarda sulama suyu verilmesine karşın, GKS-50 konusundan elde edilen verim değerinin istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha düşük olduğu bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri

Araştırma, Eğirdir ilçe merkezine 10 km mesafedeki Boğazova vadisinin başlangıç noktasında, Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsüne ait deneme parselinde 2009-2010 yıllarında yürütülmüştür. Deneme alanına ait koordinatlar GPS (Global Positioning System) cihazı ile tespit edilmiş olup denizden yüksekliği ortalama 923 m olan 37° 53.13' N enlem ve 30° 52.42' E boylamlarındadır.

3.1.2. Toprak özellikleri

Araştırma alanı toprakları akarsular tarafından taşınmış alüvyal topraklardır. Bünyeye farklı katmanlar halinde yatay dizilim gösteren birikintilerdir. Arazinin eğimi düz, derin, drenajı iyi, killi-tın bünyeli ve I. sınıf tarım arazisidir.

Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile birlikte sulamaya ilişkin özelliklerinin belirlenmesi için deneme öncesinde 0-30 cm ve 30-60 cm derinlikleri olmak üzere iki farklı derinlikten toprak örnekleri alınmış ve gerekli analizler yapılarak elde edilen değerler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	EC (dS/m)	pH	Kireç (%)	Saturasyon (%)	Organik Madde (%)	P (ppm)	K (ppm)	Bünye Sınıfı
0-30	1.37	28.3	16.5	0.15	7.3	4.1	61	3.6	20.35	320	Killi Tın
30-60	1.32	28.8	17.1	0.17	7.8	4.3	56	1.7	5.03	141	Killi Tın
60-90	1.38	29.0	17.6	0.14	7.2	3.9	51	1.5	4.83	117	Killi tın

Çizelgede görüldüğü gibi deneme alanı toprağının pH'sı 7.3 - 7.8; elektriksel iletkenlik (EC) 0.14 - 0.17 dS/m; hacim ağırlığı (p) 1.38 - 1.32 g/cm³; tarla kapasitesi (TK) su içeriği %28.3 - 29.0 ve solma noktası (SN) ise %16.5- 17.6 arasında değişmektedir. Ayrıca yapılan ölçümler sonucunda toprağın infiltrasyon hızı 12 mm/h olarak belirlenmiştir. Çizelge 3.1 incelendiğinde araştırma alanı topraklarının tuzluluk yönünden herhangi bir sorunu bulunmadığı görülmektedir.

3.1.3. İklim özellikleri

Deneme alanı Akdeniz Ege ve İç Anadolu bölgeleri arasında iklim bitki örtüsü ve ulaşım bakımından geçit alanı oluşturan göller bölgesinde Isparta Eğirdir alt yöresinde bulunmaktadır. Bu bölge Akdeniz iklim Bölgesi ile İç Anadolu iklim bölgesi arasında bir geçiş iklimine sahiptir. Özellikleri yönünden İç Anadolu iklimine daha yakın olmakla beraber Eğirdir Yöresi aşırı sıcakların fazla yaşanmadığı bir bölgedir (Çepel, 1988). Deneme alanına yaklaşık 1.5 km uzaklıkta bulunan Eğirdir Meteoroloji İstasyonundan alınan bölgeye ait uzun yıllar ortalama iklim değerleri ve araştırmanın yapıldığı 2009, 2010 yıllarına ait iklim değerleri Çizelge 3.2, 3.3 ve 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.2. Eğirdir ilçesine ait uzun yıllar ortalama meteorolojik değerleri

AYLAR													
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
Ortalama Sıcaklık (C)	1.9	2.6	6.1	10.8	15.8	20.6	23.8	23.2	18.5	13.0	7.0	3.4	12.2
En Yüksek Sıcaklık	13.9	16.9	26.3	28.2	31.7	36.0	36.9	35.8	33.5	29.9	22.6	18.8	36.9
En Düşük Sıcaklık	-14.4	-14.9	-14.2	-5.0	1.7	5.5	8.9	8.2	2.5	-2.3	-9.0	-12.0	-14.9
Toplam Yağış	109.8	108.5	90.9	80.0	48.4	18.3	10.5	8.6	21.3	45.1	89.5	141.1	772.0
Ortalama Nisbi Nem (%)	76.6	73.4	68.9	66.0	63.1	56.8	53.3	56.1	60.6	68.2	74.8	77.8	66.3
Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	3.3	3.8	3.7	3.7	3.0	3.1	3.2	2.9	2.8	2.8	3.1	3.2	3.2

Çizelge 3.3. Denemenin yürütüldüğü 2009 yılına ait meteorolojik değerler

AYLAR													
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
Ortalama Sıcaklık (C)	3.4	4.5	5.5	10.8	14.9	20.9	23.3	22.4	17.8	14.8	7.9	6.3	12.7
En Yüksek Sıcaklık	14.1	13.2	19.7	21.5	29.4	31.9	33.4	33.6	30.9	26.0	19.0	14.2	33.6
En Düşük Sıcaklık	-10.1	-4.1	-3.2	1.6	4.7	9.8	12.3	10.6	3.7	5.2	-2.5	-2.2	-10.1
Toplam Yağış	198.3	163.3	159.4	52.6	93.5	15.1	9.5	1.7	21.6	42.3	77.2	258.6	1093.1
Ortalama Nisbi Nem (%)	78.5	78.6	70.6	64.2	63.6	50.8	53.3	47.6	62.8	72.4	77.7	86.1	67.2
Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	3.3	3.9	4.1	3.0	2.9	3.1	3.3	2.6	2.8	2.7	2.9	3.4	3.2

Çizelge 3.4. Denemenin yürütüldüğü 2010 yılına ait meteorolojik değerler

AYLAR										
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ort.
Ortalama Sıcaklık (C)	4.6	6.0	8.9	11.4	16.4	18.7	24.1	25.6	20.1	11.3
En Yüksek Sıcaklık	15.8	16.9	19.5	23.4	27.4	30.1	37.6	35.8	31.3	37.6
En Düşük Sıcaklık	-9.4	-1.8	-2.9	0.7	4.5	9.9	13.7	13.5	10.1	-9.4
Toplam Yağış	123.0	261.9	33.4	54.2	27.6	50.3	2.5	1.7	8.3	562.9
Ortalama Nisbi Nem (%)	84.1	81.1	65.5	66.1	63.1	65.1	57.1	47.2	58.1	49.0
Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	3.3	4.5	3.9	3.2	2.8	2.9	2.8	2.7	2.7	2.4

3.1.4. Sulama suyunun sağlanması ve sulama suyu özellikleri

Araştırmada kullanılan sulama suyu Eğirdir-Kovada Gölleri arasındaki ana sulama kanalından bir motopomp vasıtasıyla alınarak sistemin sağlıklı çalışması açısından kontrol ünitesindeki filtre sisteminden geçirildikten sonra ana boru yardımıyla deneme alanına iletilmiştir.

Su kaynağından alınan suya ait fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Anonymous, (1954)'e göre analizleri yapılmış ve analiz sonuçlarına göre araştırmada kullanılacak sulama suyunun toprak ve denemede kullanılacak bitkinin gelişimi üzerinde olumsuz bir etki oluşturmayacak nitelikte olduğu saptanmıştır. Eğirdir Su Ürünleri araştırma Enstitüsü Analiz Laboratuvarında analiz edilen sulama suyuna ait analiz sonuçları Çizelge 3.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. Araştırmada kullanılan sulama suyunun analiz sonuçları

Sulama Suyu Sınıfı	EC	pH	Kasyonlar (mg/l)					Anyonlar (mg/l)				
			Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Na (%)	SAR
C2S1	0.408	8.3	7	4	44.1	46.2	-	20.2	48.6	32.5	6.9	1.04

3.1.5. Sulama sistemi

Sulama sistemini ana sulama hattı ve deneme parselindeki sistem olarak iki kısımda incelemek mümkündür. Ana kısımda pompa birimi, kontrol birimi, kum-çakıl filtre tankı, elek filtre ve ana borular ile diğer sistem unsurları bulunmakta buradan ana borular yardımıyla sulama suyu deneme parseline iletilmektedir. Deneme parselinde damla sulama sistemi tesis edilmiş olup parsel başında hidranttan alınan su manifold boru ve her ağaç sırası için 2'şer tane olmak üzere tesis edilen lateral borulardan ağaç kök bölgesine iletilmiştir. Ayrıca bu bölümde fertigasyonla gübreleme işlemini gerçekleştirmek amacıyla gübre tankı ve verilen su miktarının kaydedilmesi için su sayacı ve diğer sistem unsurları (vanalar, bağlantı parçaları vs.) yer almaktadır.

Denemede sulama sisteminin unsurları (damlatıcı aralığı ve debisi, lateral, manifold ve ana boru hattında kullanılacak boru çap ve uzunlukları vb.) arazide yapılan olan infiltrasyon testleri ve alınan bozulmamış ve bozulmuş toprak örneklerinin analizi sonucunda toprak bünyesi, hacim ağırlığı toprağın tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasitesi vb. veriler elde edildikten sonra yapılan mühendislik hesaplamaları sonucu Yıldırım (2008)'de belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. Buna göre; lateral borular 16 mm dış çaplı olup 4 atm işletme basınçlı PE borulardan oluşan kendinden basınç regülâtörlü damlatıcılar kullanılmıştır. Damlatıcılar, in-line (içten geçik) tipte ve lateral hattı üzerinde 0.50 m aralığında olup ve deneme konuları gereği her ağaç sırasının 2 tarafına ve gövdeden itibaren taç izdüşümlerinin 2/3 oranında mesafeye yerleştirilmiştir. Yöre yarı-kurak iklimine sahip olduğu için, ıslatılan alan yüzdesi, $P = 0,33 > 0,30$) olarak belirlenmiştir.

Damla sulama sisteminin kullanıldığı araştırmada sistemde basıncı sabit tutmak için motopomp çıkışına basınç düzenleyici vana ve sulama suyu miktarını kontrol etmek için sistem denetim birimine 0.1 litre hassasiyetinde sayaç yerleştirilmiştir. Sulama suyunun her konuya ait parsellere ölçülü olarak verilmesi için her lateral girişinde bir adet mini küresel vana konulmuştur.

3.1.6. Denemede kullanılan elma anaç ve çeşidinin özellikleri

Denemede son yıllarda yörede yaygın olarak kullanılmaya başlanan M9 klonal anaçları üzerine bölgede yetiştirilen çeşitlerin büyük çoğunluğunu teşkil eden

Starking Delicious çeşidinin aşılı olduğu elma çeşidi kullanılmıştır. Bu amaçla, 3 x 1 m sıra arası ve sıra üzeri mesafeye sahip deneme konularına uygun ve yeterli büyüklükte daha önceden tesis edilmiş 5 yaşındaki bahçe deneme konusu olarak seçilmiştir.

3.1.6.1. M9 anaç özellikleri

Günümüz modern meyveciliğinde M9 klon anaçların kullanılması sayesinde dikimin ilk yıllarından itibaren artan bir şekilde, kaliteli ve bol meyve alınabilmekte, budama, ilaçlama, seyreltme ve hasat gibi kültürel işlemlerin kolaylıkla gerçekleştirilmesine olanak sağlanmaktadır. Dünyada yaygın olarak kullanılan ve zayıf bir gelişme gösterdiği için üzerindeki çeşidi de zayıf geliştiren M9 anacının bu nedenle ticari değeri ve önemi çok fazladır ve bu nedenle dünya genelinde en çok kullanılan anaçtır. Sık dikim olanağı sağlayan bahçelerde erken verime yatırma ve yüksek verimlilik özelliğinden dolayı geniş ölçüde kullanılmaktadır. Elma tohum anaçlarının %25 - 35'i kadar boy yapabilen bu anaç, odun çelikleri ile zor köklenirken, sıra üzeri hendek daldırmasıyla (stoolbed) kolaylıkla çoğaltılabilmektedir. M9 anacının toprağa tutunması zayıf ve köklerinin gevrek ve kolay kırılır olması nedeniyle destek sistemine ihtiyaç duyar bu yüzden mutlaka herek veya telli sistemde tesis edilmesi gerekir. Ateş yanıklığına hassas, fakat kök boğazı çürüklüğüne ve kök boğazı çürüklüğü mantarına dayanıklıdır. Kuraklığa, toprak yorgunluğuna, kök kanserine ve elma pamuklu bitine duyarlıdır. Sıcaklığı 15 C° 'nın altında bulunan topraklarda, yüksek sıcaklıklara göre daha iyi yetişmektedir. Soğuklara dayanımı ise orta derecededir (Ferree and Carlson, 1987; Özçağırın vd., 2004).

3.1.6.2. Starking Delicious elma çeşidi özellikleri

ABD orijinlidir. Ağacı çok verimli, kuvvetli, yarı dik ve dik gelişir. Meyvesi iri, konikçe yuvarlak ve dilimli, sarı üzerine sıvama kırmızı, parlak kabuklu, yumuşak sarımtırak tatlı, sulu, etli ve hoş kokulu bir tür olup koyu kırmızı renkte, çiçek tarafında beş çıkıntısı olup uzunca şekilli çok iyi kalitelidir. Her yıl düzenli ve bol ürün verir. Tam çiçeklenmeyle hasat oluşumu arasındaki gün sayısı 140 - 150 gündür. Hasat, Eylül'ün sonu, Ekim'in başlarıdır. Soğuk hava deposunda Nisan ayına kadar saklanabilir. Her yıl düzenli ve bol verim verir. Tozlayıcıları Golden

Delicious, Granny Smith, Fuji, Braeburn, Jonathan, Galaxy Gala ve Mondial Gala'dır (Özçağırın vd., 2004).

3.1.7. Kullanılan aygıtlar

Denemede toprak örneğinin alınması amacıyla toprak burgusu ve numune alma kapları, toprak neminin belirlenmesi için etüv, toprağın infiltrasyon hızını belirlemek amacıyla çift silindir infiltrometre, meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla meyve sertliği için el penetrometresi suda çözünebilir kuru madde içeriğinin belirlenmesi amacıyla el refraktometresi, meyve ağırlığı değerini belirlemek için hassas terazi, meyve en ve boy değerlerini ölçmek için dijital kumpas pH değerini belirlemek için pH metre kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak örneklerinin alınması ve analizi

Deneme alanı toprağının temel fiziksel ve kimyasal özelliklerini saptamak için bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri, Petersen ve Calvin (1965) tarafından verilen sistematik toprak örnek alma esasına göre, önceden belirlenmiş toprak profillerinin 60 cm derinliğine kadar 30 cm'lik katmanlar halinde Hollanda tipi burgu ile alınmıştır. Bozulmamış toprak örnekleri ise, arazinin farklı noktalarında 60 cm derinliğe kadar 30 cm'lik katmanlar halinde açılan profillerden 100 cm³'lük çelik silindir kullanarak alınmıştır (Anonymous, 1954).

Tarla kapasitesi ve Solma Noktası (%): Tarla kapasitesi bozulmamış toprak örneklerinde 1/3 atm basınçta, solma noktası ise bozulmuş örneklerde 15 atm basınç altında tuttukları nem içerikleri basınçlı membran aleti ile belirlenmiştir. (Tüzüner 1990).

Hacim ağırlığı (gr/cm³): Bozulmamış toprak örneklerinde hacmi belirli silindirlerle alınan örnekler kullanılarak belirlenmiştir (Tüzüner 1990).

Toprağın Su Alma Hızı (mm/h): Sulama başlangıcında arazi içerisinde 3 farklı yerde çift silindirli infiltrometre yardımıyla Güngör ve Yıldırım (1989)'da belirtilen esaslara göre toprağın su alma hızı belirlenmiştir.

Toprak Būnyesi: Bouyoucos (1951) tarafından verilen esaslara gōre Hidrometre yōntemi ile saptanmıřtır.

Ph: Cam elektrotlu Beckman pH metresiyle saturasyon çamurunda belirlenmiştir.

Tuz içeriđi: Saturasyon amurunda Standart Wheatstone Kōprūsu Yōntemi ile saptanmıřtır (Anonymous, 1954).

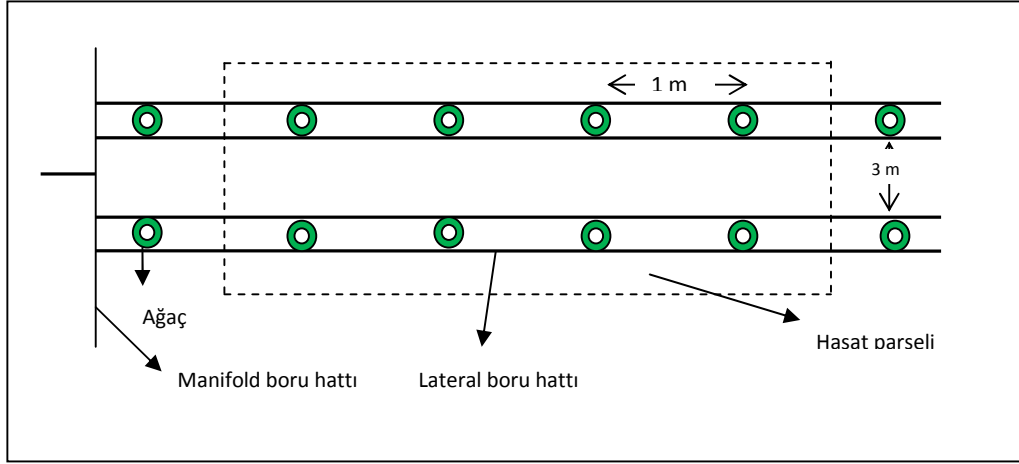
Kalsiyum Karbonat: ağlar (1969), tarafından verilen esaslara gōre Scheibler Kalsimetresi ile belirlenmiştir.

3.2.2. Araştırma konuları ve deneme deseni



řekil 3.1. Deneme alanından bir gōrūnūm

Deneme 4 yinelemeli ve her deneme parselinde ise 14 adet ađaç bulunacak şekilde planlanmıştır. Bir deneme parselinin ayrıntısı şekil 3.2’de gōrūlmektedir.



Şekil 3.2. Bir deneme parselinin ayrıntısı

Tesadüf blokları deneme desenine göre, kurulmuş olan araştırmada konular; bir adet TS Uygulaması (Kontrol), 3 adet GKS uygulaması ve 2 adet YIS uygulaması olmak üzere toplam 6 farklı konudan oluşmuştur. Deneme konularının tümü Çizelge 3.6’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.6. Deneme deseni

Sıra	Uygulamalar			
	Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4
1	GKS-75	2.YIS-50	TS	1.YIS-50
2	TS	GKS-50	1.YIS-50	GKS-75
3	2.YIS-50	GKS-25	GKS-50	TS
4	GKS-25	1.YIS-50	GKS-75	GKS-50
5	1.YIS-50	GKS-75	2.YIS-50	GKS-25
6	GKS-50	TS	GKS-25	2.YIS-50

3.2.3. Deneme konuları

Araştırma içeriğinde yer alan deneme konuları ve açıklamaları Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Sulama konuları ve açıklaması

Sulama Konuları	Açıklama
TS	Bitkinin ihtiyaç duyduğu sudan bir kısıntı yapılmaksızın geleneksel olarak uygulanan kontrol konusudur. Bu konudaki deneme parsellerine her sulamada etkili kök derinliğindeki (0-60 cm) mevcut nem tarla kapasitesine çıkarılacak kadar su verilmiştir. (Tam sulama)
GKS-75	Kontrol konusu olan TS konusunda uygulanan su miktarının %75'inin bitki köklerinin her iki tarafına uygulandığı geleneksel kısıntılı sulama konusudur.
GKS-50	Kontrol konusu olan TS konusunda uygulanan su miktarının %50'sinin bitki köklerinin her iki tarafına uygulandığı geleneksel kısıntılı sulama konusudur.
GKS-25	Kontrol konusu olan TS konusunda uygulanan su miktarının %25'inin bitki köklerinin her iki tarafına uygulandığı geleneksel kısıntılı sulama konusudur.
1.YIS-50	TS konusuna uygulanan su miktarının %50'sinin her sulamada ardışık olarak köklerin bir yarısını ıslatacak şekilde uygulandığı sulama konusudur. (Her sulamada iki lateral borudan yalnız birinden sulama yapılmış ve sonraki uygulamada diğer lateral borudan su verilmiş ve bu uygulama dönüşümlü olarak sürdürülmüştür).
2.YIS-50	TS konusuna uygulanan su miktarının %50'sinin her iki sulamada ardışık olarak köklerin bir yarısını ıslatacak şekilde uygulandığı sulama konusudur. (Ardışık 2 sulamada lateral borulardan yalnız birinden sulama yapılmış ve sonraki 2 sulamada diğer lateral borudan su verilmiş ve bu uygulama dönüşümlü olarak sürdürülmüştür).

Çizelgeden de anlaşılacağı gibi, 1.YIS-50 ve 2.YIS-50 konularına uygulanan sulama suyu miktarı hacimsel olarak GKS-50 konusuna eşdeğer orandadır.

3.2.4. Sulama uygulamaları

Denemelere, bitkinin çiçeklenme periyodu sonunda tüm deneme parsellerindeki 0 - 60 cm toprak derinliğindeki mevcut nem tarla kapasitesine getirilerek başlanmış, bu tarihten itibaren sulama uygulamaları deneme konularının gerektirdiği biçimde yapılmıştır (Köksal vd., 1999; Orta vd., 2001).

Deneme konularına haftada 2 kez su (salı ve cuma günleri) verilmiştir. Her sulamada verilecek sulama suyu miktarını belirlemek için sulamadan 1 gün önce (pazartesi ve perşembe günleri) kontrol konusu olan TS uygulamasından 0 - 30 ve 30 - 60 cm toprak derinliklerinden alınan toprak örneklerinin nem içeriği gravimetrik yöntemle James (1998) ve Tüzüner (1990) tarafından verilen esaslara göre belirlenmiştir.

TS konusunda, yukarıdaki yöntemle belirlenen toprak nem düzeyini tarla kapasitesine çıkaracak kadar su verilmiştir. GKS ve YIS konularında ise verilecek su miktarı ise TS konusuna verilen suyun konu içeriğinde belirtilen şekilde oranlanması biçiminde verilmiştir.

Tüm konular için toprak nem değişimi her sulama öncesinde gravimetrik yöntemle takip edilerek ve elde edilen veriler kaydedilmiştir. Toprak nem düzeylerinin izlenmesinde gravimetrik yöntemin yanısıra tansiyometrelerden de yararlanılmış, bunun için TS konusuna ait her tekerrürde 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliğindeki katmanlara tansiyometreler yerleştirilmiştir. 60-90 cm lik toprak katmanına yerleştirilen tansiyometrelerden elde edilen nem değişimi değerleri derine süzülmenin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Her sulamada tüm konular için verilen su miktarları sayaç yardımıyla ölçülerek sulamanın yapıldığı tarihle birlikte verilen su miktarları kaydedilmiştir. Sezon boyunca oluşan yağış değerleri, deneme alanı yakınına yerleştirilen olan yağış ölçer (plüviyometre) yardımıyla ölçülmüş ve yağış değerleri mm olarak kaydedilmiştir.

3.2.5. Bitki su tüketiminin belirlenmesi

Deneme konuları TS, YIS ve GKS için elma ağaçlarının bitki su tüketimi değerleri (*ETc*) her sulama uygulaması öncesi etkili kök derinliğinde (0 - 60 cm) gravimetrik yöntemle belirlenen toprak nemi değerleri esas alınarak verilen sulama suyu, yağış

miktarları parametreleri ile belirlenen su bütçesi esasına göre aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (James, 1988).

$$ETc = I + P + Dp - Roff - Ds - Cp \quad (3.1)$$

Eşitlikte:

ETc : Bitki su tüketimi, mm

I : Sulama suyu, mm

P : Yağış, mm

Dp : Derine süzülme, mm

$Roff$: Yüzey akış kayıpları, mm

Ds : Toprak profilindeki nem değişimi, mm

Cp : Kapılar yükseliş, mm'dir.

3.2.6. Su kullanım ve sulama suyu kullanım etkinlikleri

Sulama suyu kullanım ve toplam su kullanım randımanlarını belirlemek amacıyla Hillel ve Guron (1990), tarafından verilen eşitlikler kullanılmıştır.

$$WUE = \frac{Y}{ET} \quad (3.2)$$

$$IWUE = \frac{Y_t - Y_{nt}}{I} \quad (3.3)$$

Bu eşitliklerdeki:

WUE : Su kullanım etkinliği, kg/mm-da

$IWUE$: Sulama suyu kullanım etkinliği, kg/mm-da

ET : Bitki su tüketimi, mm

Y : Deneme konularında elde edilecek verimlerdir, kg/da.

Y_t : Su uygulanan konu verimi, kg/da

Y_{nt} : Su uygulanmayan konu verimi, kg/da

I : Sulama suyu miktarı, mm.

3.2.7. Su-verim ilişkisi

Denemede, GKS konularındaki oransal bitki su tüketimi açığı ile verim azalması arasındaki ilişkilerin ve verim etmeni (ky) değerlerinin belirlenmesinde Stewart modeli kullanılmıştır (Stegman, 1981). Anılan model matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$1 - \frac{Ya}{Ym} = ky \left(1 - \frac{ETa}{ETm} \right) \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

ETa ve Ya : Bitkinin yetiştirildiği koşullardaki gerçek su tüketimi ve bu tüketime karşılık elde edilen gerçek verim;

ETm ve Ym : Bitkinin büyüme mevsimi boyunca herhangi bir su eksikliğinin olmadığı koşullarda maksimum su tüketimi ve buna karşılık elde edilen maksimum verim;

ky : Evapotranspirasyondaki bir birim azalmaya karşılık verimdeki azalmayı gösteren verim tepki etmenidir.

3.2.8. Bitki üzerinde yapılan gözlem ve ölçümler

3.2.8.1. Fenolojik gözlemler

Tüm deneme konularında fenolojik safhalar gözlem yolu ile belirlenerek tomurcuk kabarması, tomurcuk patlaması, çiçeklenme başlangıcı, tam çiçeklenme, çiçeklenme sonu, yaprakların dökülmesi ve meyvelerin hasat olumu tarihleri saptanmıştır.

Tomurcuk Kabarması : Çiçek tomurcuklarının şişkinleştiği devre,

Tomurcuk Patlaması : Tomurcuk uçlarından yaprak uçlarının görülmesi zamanı,

Çiçeklenme Başlangıcı : İlk birkaç çiçeğin açıldığı devre (%5 çiçek),

Tam Çiçeklenme : Çiçeklerin %60-70'inin açıldığı devre,

Çiçeklenme Sonu : Taç yaprakların %95'den fazlasının döküldüğü devre,

3.2.8.2. Generatif özellikler ve verim parametreleri

Tüm deneme konuları için aşağıda verilen parametreler belirlenmiştir.

Ağaç başına verim (kg/ağaç) ve Birim alana düşen verim (kg/da)

Ağaçlardan hasat edilen meyvelerin tartılması ile ağaç başına verim (kg/ağaç) değerleri saptanmıştır. Her uygulama için birim alana düşen ağaç sayısına göre birim alandan elde edilen verim miktarı hesaplanmıştır.



Şekil 3.3. Hasata ilişkin görüntüler

3.2.8.3. Meyve kalite özellikleri ve pomolojik analizler

Tüm deneme konularında her tekerrür için 10 meyve esas alınarak hasattan hemen sonra aşağıda sıralanan kalite özellikleri belirlenmiştir.

Meyve ağırlığı (g) : Meyveler 0.01 g'a duyarlı hassas terazi ile hasattan sonra teker teker tartılarak ölçülmüştür.

Meyve eni (mm) : Meyvenin sap çukuru ile çiçek çukurunu birleştiren eksene dikey olan en geniş ekvatorial kısımda, 0.01 mm' ye duyarlı dijital kumpas yardımı ile mm cinsinden ölçülmüştür.

Meyve boyu (mm) : Meyveler 0.01 mm' ye duyarlı dijital kumpas ile sap çukuru ve çiçek çukuru eksenine paralel yönde mm cinsinden ölçülerek bulunmuştur.

Meyve eti sertliği: Sertlik ölçümleri için meyvelerin ekvator bölgesinden aralarında 180⁰ açı olacak şekilde 2 ayrı bölgeden 1 - 1.5 cm²'lik ince bir kabuk keskin bir bıçak yardımıyla kesilerek ucu 11.1 mm çapa sahip el penetrometresi kabuğu kaldırılan meyve etine batırıldığında meyvelerin gösterdiği direnç (Libre) biriminden meyve eti sertliği olarak kaydedilmiş ve yapılan iki ölçümün ortalaması bir meyvenin meyve eti sertliği olarak alınmıştır (Karaçalı, 2004).

Suda çözünebilir kuru madde miktarı: Meyve suyunda el refraktometresi ile % cinsinden ölçülmüştür (Köksal vd., 1999).

Titre edilebilir asitlik miktarı: Homojen olarak elde edilmiş meyve suyundan 10 ml alınarak pH değeri 8.1 oluncaya kadar 0.1 N NaOH ilavesiyle titrasyona tabi tutulmuş ve harcanan NaOH miktarı kullanılarak % olarak malik asit cinsinden hesaplanmıştır (Sadler and Murphy, 1998).

pH Değeri : Meyve suyu pH'sı digital bir pH metre ile ölçülmüştür (Sadler and Murphy, 1998).

3.2.8.4. Meyvelerin hasat olumu

Meyvelerin hasat zamanının belirlenmesinde hasattan önce belli aralıklarla nişasta testi ve kuru madde içeriği ölçümleri yapılmış ayrıca meyvelerin çeşide özgü irilik ve rengi alması, meyvenin dalından kolay kopması gibi özellikler göz önünde bulundurulmuş ve buna göre en uygun hasat tarihi belirlenmiştir. Denemenin ilk yılında 25.09.2009 tarihinde, 2. yılında ise 27.09.2010 tarihinde hasat işlemleri yapılmış hasat sırasında her ağaç için verim değeri belirlenmiştir (Kader, 1992). Her deneme parselinde bulunan 14 ağacın 4 adedi kenar tesiri amacıyla ayrılmış ve 10 ağaç hasat parselini oluşturmuştur.

3.2.9. Tarımsal uygulamalar

2009 ve 2010 yılları mart ayında araştırmanın yapıldığı deneme parsellerinin çeşitli noktalarından 0 - 30 cm ve 30 - 60 cm derinliklerinden toprak örnekleri alınmış Eğirdir Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Tarımsal Analiz Laboratuvarında Kacar (1995)'da belirtilen esaslara göre makro ve mikro besin elementleri analizleri yapılmış ve analiz sonuçlarına göre ve bitkinin ihtiyacına göre bir gübreleme

programı hazırlanmış ve bu gübreleme programına göre Çizelge 3.8’da belirtilen miktarlarda gübreleme fertigasyon ve yapraktan uygulama şeklinde yapılmıştır.

Çizelge 3.8. Araştırma parselinde kullanılan gübreler

Gübre Cinsi	%’si	Uygulama Şekli	Uygulanan miktar
Amonyum Nitrat	%33	Fertigasyon	44 g/ağaç
Potasyum Nitrat	%46-18	Fertigasyon	174 g/ağaç
Mono Amonyum Fosfat	%12-61	Fertigasyon	65 g/ağaç
Çinko Sülfat	%36	Yapraktan	2,5 kg/ton
Üre	%46	Yapraktan	2,5 kg/ton
Bor	%10	Yapraktan	1,25 kg/ton

Deneme parselinde bulunan ağaçlar hastalık ve zararlılara karşı Tarım ve Köyişleri Bakanlığı’nın “Elma Bahçelerinde Entegre Mücadele Teknik Talimatı” çerçevesinde elma iç kurdu, elma karaleke hastalığı, külleme, yaprak biti, kırmızı örümcek ve diğer bakteriyel ve fungal hastalıklara karşı ve yabancı ot kontrolü için gerekli kimyasal ve kültürel mücadele yapılmıştır. Ayrıca, budama, bakım vb. diğer kültürel işlemler elma yetiştirme tekniğine uygun olarak belirlenen zamanlarda uygulanmıştır.

3.2.10. Verilerin istatistiksel analizi

Deneme konularından elde edilen verim ve meyve kalite özelliklerine ait parametreler arasındaki farklılıklar varyans analizi ile konuların sınıflandırılması Tukey testi ile, sulama suyu, bitki su tüketimi ile verim ögeleri arasındaki ilişkiler regresyon eşitlikleri ile Düzgüneş (1963) ve Yurtsever (1984)’de verilen esaslara göre yapılmıştır.

İstatistiksel analizler için JMP® Version 7 – Windows 7.0.1 programı kullanılmıştır. Anılan program yardımıyla konu ortalamaları arasındaki farklılıklar Tukeys testi esas alınarak saptanmış ve farklı gruplar belirlenmiştir. Çizelgelerde ise istatistiksel olarak farklı bulunan veriler için harfler kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Sulama Suyu Miktarı

Çalışmanın ilk yılında deneme parselleri ve sulama sistemi tertip edildikten sonra tam çiçeklenmeden yaklaşık 2 hafta sonra sulamaya 04.06.2009 tarihinde başlanılmış olup ilk sulamada mevcut toprak nem içeriği tüm deneme konularında tarla kapasitesine getirilecek kadar su verilmiştir. 25.09.2009 tarihinde son sulama uygulaması yapılmış olup bu tarihe kadar deneme konularına toplam 27 adet sulama uygulanmıştır. 2. yılda sulamaya 07.06.2010 tarihinde başlanılmış olup 24.09.2010 tarihinde yapılan son sulama uygulamasına kadar toplam 31 kez sulama yapılmıştır. Denemeye iklim koşulları nedeniyle her iki yıl için farklı tarihlerde başlanılarak yine farklı tarihlerde son verilmiştir. Deneme konularında 2009 ve 2010 yılında uygulanan aylık ve toplam sulama suyu miktarları ile buharlaşma ve yağış miktarları Çizelge 4.1 ve 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. 2009 yılı sulama suyu miktarları ile buharlaşma ve yağış miktarları

Aylık sulama suyu miktarları (mm)							
Uygulamalar	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam (mm)	Su Artırım Miktarı (mm)	Su Artırım Oranı (%)
TS	73.80	117.86	124.37	60.59	376.62	0	0
GKS-75	55.35	88.40	93.28	45.44	282.47	94.15	25
GKS-50	36.90	58.93	62.19	30.30	188.31	188.31	50
GKS-25	18.45	29.47	31.09	15.15	94.16	282.46	75
1.YIS-50	36.90	58.93	62.19	30.30	188.31	188.31	50
2.YIS-50	36.90	58.93	62.19	30.30	188.31	188.31	50

Konulara verilen sulama suyu miktarları konu içeriklerine göre farklılık göstermiştir. 2009 yılında sulama sezonu boyunca uygulanan sulama suyu miktarları 94.16 mm ile 376.62 mm arasında değişim göstermiştir. En fazla sulama suyu kullanımı 376.62 mm ile TS (Kontrol) uygulamasında gerçekleşmiştir. En az su kullanımı ise 94.16 mm ile GKS-25 uygulamasında gerçekleşmiştir. Aynı dönemde yağış miktarı 47.9 mm olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 4.2. 2010 yılı sulama suyu miktarları ile buharlaşma ve yağış miktarları

Aylık sulama suyu miktarları (mm)							
Uygulamalar	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam (mm)	Su Artırım Miktarı (mm)	Su Artırım Oranı (%)
TS	65.56	122.47	156.27	106.17	450.47	0	0
GKS-75	49.17	91.85	117.20	79.63	337.85	112.62	25
GKS-50	32.78	61.24	78.14	53.09	225.24	225.23	50
GKS-25	16.39	30.62	39.07	26.54	112.62	337.85	75
1.YIS-50	32.78	61.24	78.14	53.09	225.24	225.23	50
2.YIS-50	32.78	61.24	78.14	53.09	225.24	225.23	50

Denemenin 2. yılı olan 2010 yılında sulama sezonu boyunca uygulanan sulama suyu miktarları 112.62 mm ile 450.47 mm arasında değişim göstermiştir. En fazla sulama suyu kullanımı 450.47 mm ile TS (Kontrol) uygulamasında gerçekleşmiştir. En az su kullanımı ise 112.62 mm ile GKS-25 uygulamasında gerçekleşmiştir. Aynı dönemde yağış miktarı 62.8 mm olarak kaydedilmiştir.

Güngör ve Kanburoğlu (1978), Orta Anadolu koşulları için elma ağaçları için mevsimlik sulama suyu ihtiyacını 531 mm, Günbatılı ve Demirören (1980), 547 mm, Isparta koşulları için Kıvanç (1991), 495 mm, Şenyiğit (2008), Isparta'da yaptığı çalışmada M9 anacı üzerine aşılı Jersey Mac ve Williams Pride elma çeşitlerinde toprak üstü damla sulama yönteminde 2006, 2007 ve 2008 yıllarında sırasıyla sulama suyu miktarını 349.5, 391.2 ve 348.3 mm, Orta vd. (2001), Tekirdağ İlinde Starking Delicious elma çeşidinde yaptıkları çalışmada damla sulama yönteminde mevsimlik sulama suyu ihtiyacını 470.94 mm ve Gençoğlu ve Kıraç (2008), Kahramanmaraş koşullarında M9 anacına aşılı Mondial Gala elma çeşidinde 592 - 1777 mm sulama suyu uygulandığını bildirmişlerdir.

Anılan bu çalışmalarla bu çalışmanın her iki yılında ortaya çıkan sulama suyu değerleri benzerlik göstermekte olup bir miktar daha düşük bulunmuştur. Bu durumun daha önce yapılan çalışmalarda verilen su miktarının buharlaşma miktarına göre yapılması, kullanılan ağaçların genellikle geniş dikim aralığına sahip ağaçlar olması ve bu çalışmanın bodur elma çeşidinde yapılmış olması ve ayrıca toprak yapısı ve iklimsel farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmanın her iki yılında GKS uygulamalarında %25 ile %75 arasında değişen oranlarda ve YIS uygulamalarında ise %50 oranında su artırımı sağlanmıştır.

4.2. Bitki Su Tüketimi

Denemede ağaçların mevsimlik su tüketimi değerleri (ETc), deneme süresince verilen toplam sulama suyu, bitkinin etkili kök derinliği olan 60 cm'lik derinlikteki toprak nem içeriğindeki değişim (*Ds*) ve sulama periyodu boyunca düşen yağış miktarları (*P*) dikkate alınarak hesaplama yapılmıştır. Damla sulama uygulaması yapıldığından yüzey akışı olmadığından hareketle yüzey akış değeri (*Roff*) değeri ihmal edilmiştir. En fazla su uygulanan TS konusuna tarla kapasitesine (TK) kadar sulama yapıldığından derine sızma (*Dp*) ve drenaj yoluyla kayıplar hesaba katılmamıştır. Arazide taban suyu problemi ve derine sızma gerçekleşmediğinden kapılar yolla yükseliş ihmal edilmiştir. Sulama sezonu boyunca kaydedilen yağış miktarı (*P*) düşük olduğu için tüketim çoğunlukla uygulanan sulama suyuna bağlı olmuştur. Meteoroloji istasyonundan alınan yöreye ait sulama periyoduna ait yağış değerlerinin tümü miktar ve sıklıktan dolayı etkili yağış olarak değerlendirilmiştir (Güngör vd., 2004). Konulara ait 2009 ve 2010 yıllarında hesaplanan mevsimlik bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.3 ve 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Sulama konularına ait 2009 yılı mevsimlik bitki su tüketimi değerleri

Konular	Toplam Sulama Suyu (mm)	Toplam Yağış (mm)	ETc (mm)
TS	376.62	47.9	436.53
GKS-75	282.47	47.9	347.00
GKS-50	188.31	47.9	263.81
GKS-25	94.16	47.9	171.80
1. YIS-50	188.31	47.9	275.32
2. YIS-50	188.31	47.9	270.22

Deneme konularına ait bitki su tüketim değerleri konu içeriklerine ve yıllara göre farklılık göstermiştir. 2009 yılı için bitki su tüketimi değerleri 171.80 mm ile 436.53 mm arasında değişmiştir. Bitki su tüketiminin en fazla hesaplandığı uygulama 436.53 mm ile TS konusu olurken 171.80 mm ile en az GKS-25 konusunda hesaplanmıştır.

Çizelge 4.4. Sulama konularına ait 2010 yılı mevsimlik bitki su tüketimi değerleri

Konular	Toplam Sulama Suyu (mm)	Toplam Yağış (mm)	ETc (mm)
TS	450.47	62.8	526.88
GKS-75	337.85	62.8	413.12
GKS-50	225.24	62.8	317.04
GKS-25	112.62	62.8	202.64
1. YIS-50	225.24	62.8	308.78
2. YIS-50	225.24	62.8	304.65

2010 yılı için bitki su tüketimi değerleri 202.64 mm ile 526.88 mm arasında değişmiştir. Bitki su tüketiminin en fazla hesaplandığı uygulama 526.88 mm ile TS konusu olurken 202.64 mm ile en az GKS-25 konusunda hesaplanmıştır.

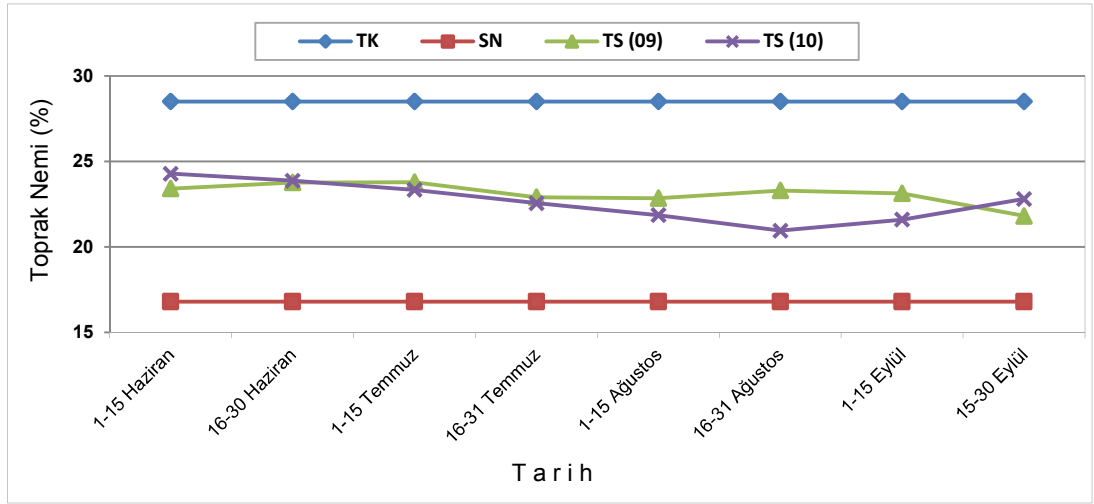
TS haricindeki diğer tüm konulara su kısıtı uygulandığından kısıt miktarı arttıkça bitki su tüketimi miktarı azalmıştır. Denemenin 2. yılındaki bitki su tüketim değerleri ve buna paralel olarak uygulanan sulama suyu miktarları denemenin ilk yılına göre bir miktar fazla olmuştur. Bu durumun ağacın yaşının arttıkça su ihtiyacının artması ve yıllara göre iklimsel farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalarda elma ağaçları için mevsimlik bitki su tüketimi, Orta vd. (2001) damla sulama için Tekirdağ koşullarında 347.2 - 470 mm olarak, Gençoğlan ve Kıraç (2008) Kahramanmaraş'ta damla sulama yönteminde 702 - 1881 mm, Caspari vd. (2004), Yeni Zelanda'da 692 - 808 mm, Ro (2001), tarafından Güney Kore'de yapılan çalışmada 292.1 - 527.3 mm, Leib vd. (2006), 967 - 1005 mm olarak bildirmişlerdir. Şenyiğit (2008), Isparta'da yaptığı çalışmada M9 anacı üzerine elma çeşitlerinde damla sulama yönteminde 3 yıllık çalışmada bitki su tüketimi miktarını sırasıyla 318.3 mm ile 487.9 mm arasında hesaplamıştır.

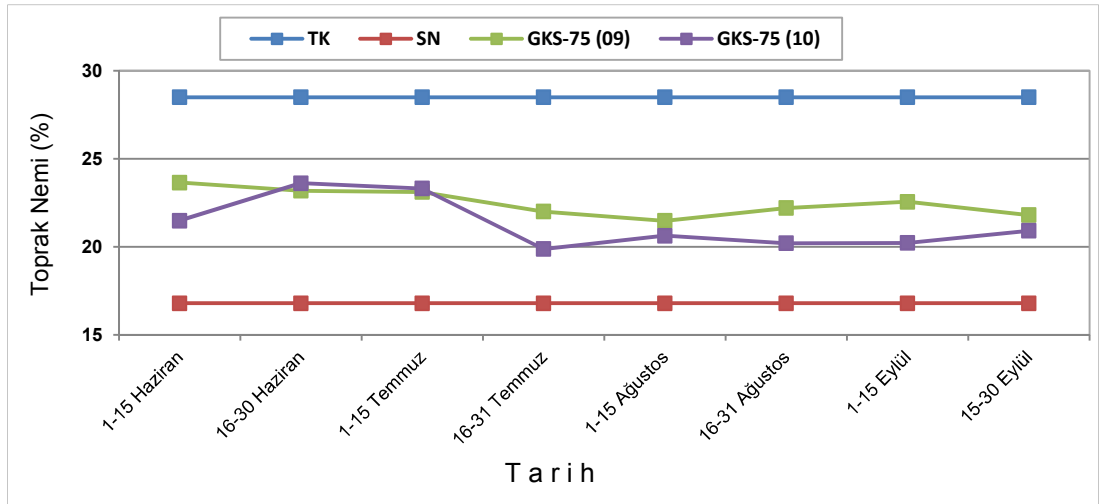
Anılan çalışmalarda bulunan bitki su tüketim değerleri ile bu çalışmadaki elde edilen sonuçlar genel olarak birbiri ile örtüşmekte olduğu ve önemli bir farklılığın olmadığı gözlemlenmiştir.

4.3. Toprak Profiline Su İçeriği Gözlemleri

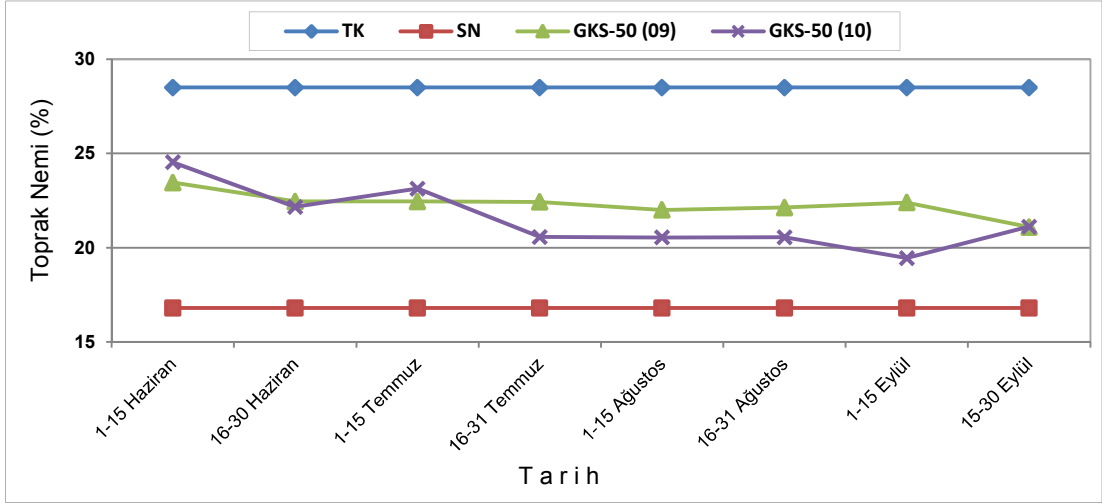
Araştırma konularına ait toprak profilinin 0-30 ve 30-60 cm derinliklerinden her sulama uygulaması öncesi alınan toprak örneklerinin gravimetrik yöntemle belirlenen nem içeriklerinin kuru ağırlık cinsinden ortalaması (%) alınarak 0-60 cm derinliğindeki nem içeriği belirlenmiştir. Tüm sulama konularında Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6'dan da anlaşılacağı gibi toprak nem değerlerinin etkili kök derinliğinde tarla kapasitesi ile solma noktası arasında olduğu görülmektedir. Bu şekillerde sulamadan bir gün önceki toprak su içeriği değerlerinin 15'er günlük ortalamalarını gösterilmektedir.



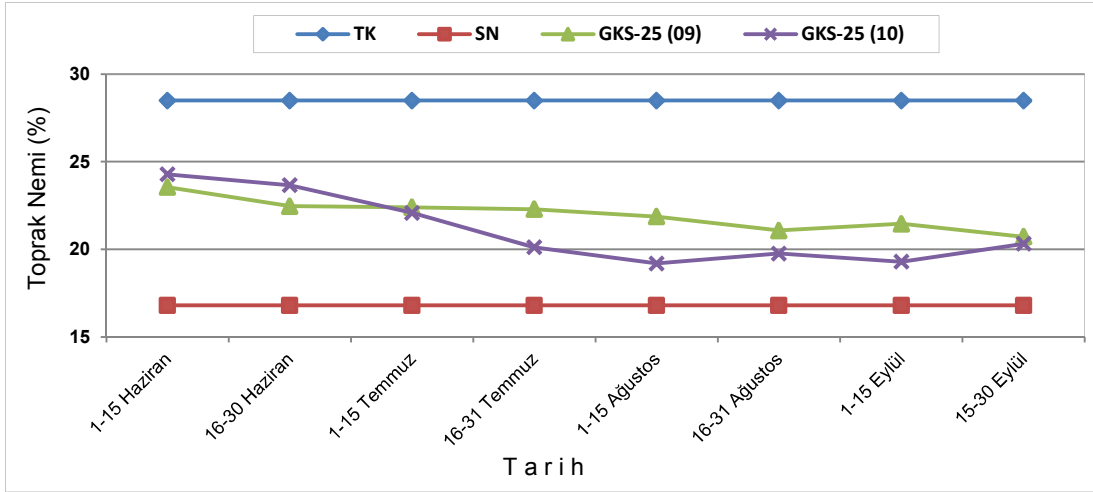
Şekil 4.1. TS konusunda zamana göre topraktaki nem değişimi (mm/60cm)



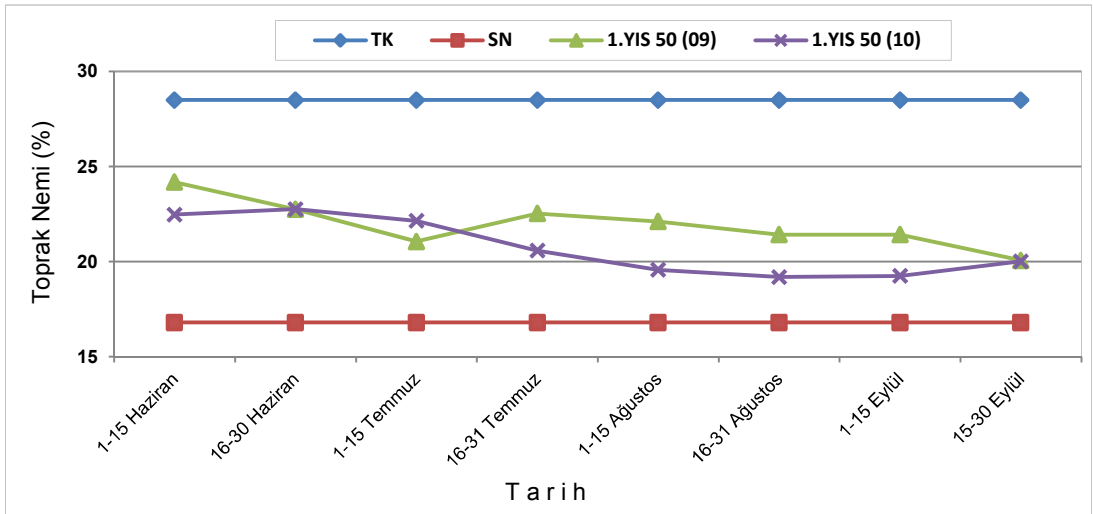
Şekil 4.2. GKS-75 konusunda zamana göre topraktaki nem değişimi (mm/60cm)



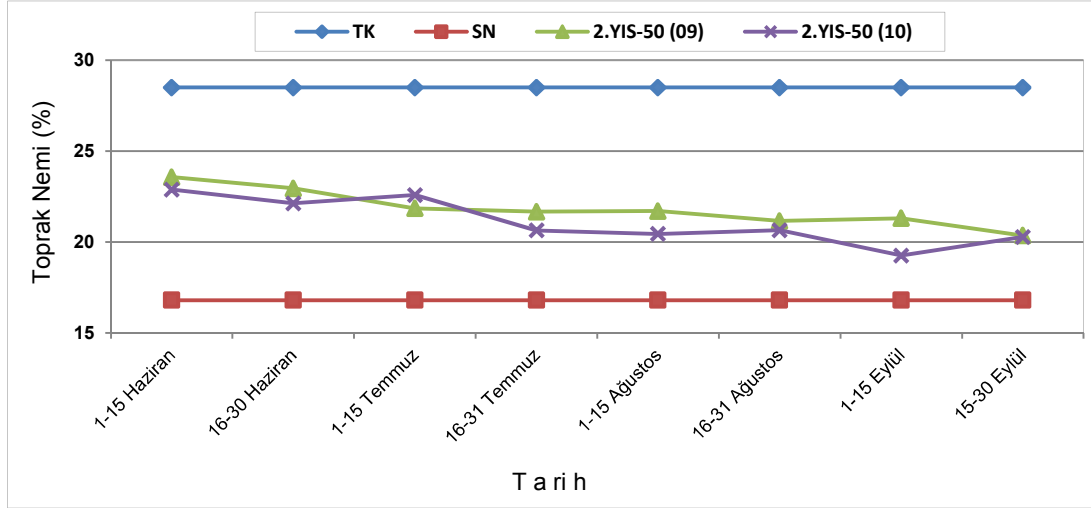
Şekil 4.3. GKS-50 konusunda zamana göre topraktaki nem değişimi (mm/60cm)



Şekil 4.4. GKS-25 konusunda zamana göre topraktaki nem değişimi (mm/60cm)



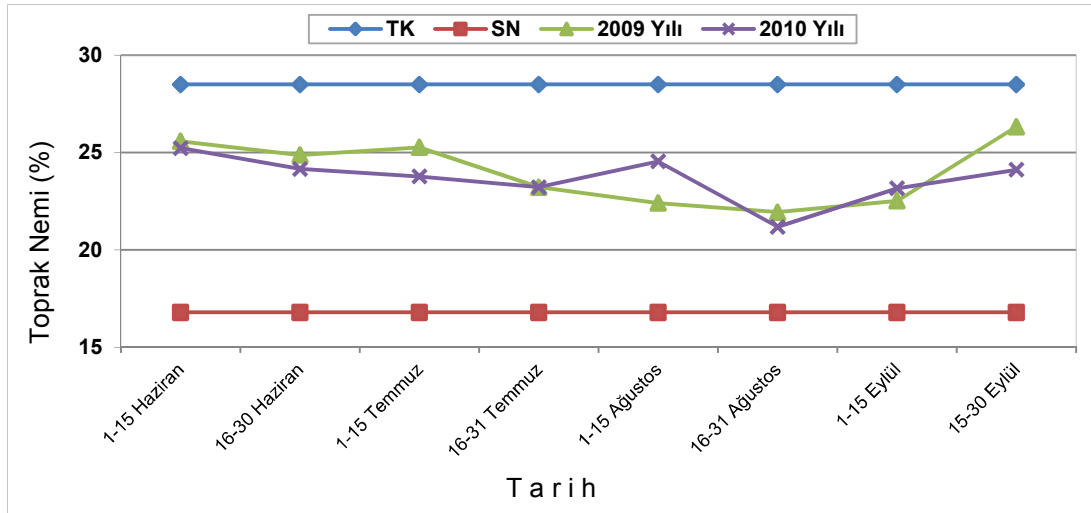
Şekil 4.5. 1.YIS-50 konusunda zamana göre topraktaki nem değişimi (mm/60cm)



Şekil 4.6. 2. YIS-50 konusunda zamana göre topraktaki nem değişimi (mm/60cm)

Toprak profili su içeriği konulara göre sıralandığında en fazla su alan TS-100 konusunda sulama öncesi toprak profilindeki su içeriği diğer konulardan daha yüksek bulunmuştur. Şekiller incelendiğinde tüm konuların toprak nem içeriğinin sezon boyunca T.K'nin üzerine çıkmadığı ve S.N'nin altına düşmediği görülmektedir. Tüm konularda sezon başlangıcından itibaren sezon sonuna yaklaştıkça toprak nemi değerlerinde azalmalar meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Şekil 4.1 incelendiğinde TS konusunda kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40 - 50'si tüketildiği zaman sulama yapıldığını göstermektedir.



Şekil 4.7. TS konusunda 60-90 cm derinliğindeki zamana göre topraktaki nem değişimi

Ayrıca Şekil 4.7’den de görülebileceği gibi en fazla su uygulanan konu olan TS konusunda etkili kök derinliği olan 0-60 cm derinliğinin alt kısmına derine sızma olup olmadığını belirlemek amacıyla sezon boyunca ölçülen 60-90 cm derinliğindeki toprak nem içeriği değerlerinin, TK değerini aşmadığı için bu durum, uygulamalarda derine sızma olmadığı şeklinde yorumlanmıştır.

4.4. Fenolojik Gözlemler

Araştırmanın yapıldığı 2009 ve 2010 yıllarında elma ağaçlarında izlenen fenolojik gözlemler; tomurcuk kabarması, tomurcuk patlaması, çiçeklenme başlangıcı, tam çiçeklenme, çiçeklenme sonu ve tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre Çizelge 4.5’te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Deneme konularına göre 2009 ve 2010 yılları fenolojik gözlemler

Konular	2009					
	Tomurcuk Kabarması	Tomurcuk Patlaması	Çiçeklenme Başlangıcı	Tam Çiçeklenme	Çiçeklenme Sonu	Tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre
TS	15.03 - 18.03	24.03 - 27.04	14.04 - 17.04	22.04 - 25.04	1.05 - 4.05	156 gün
GKS-75	15.03 - 18.03	24.03 - 27.04	14.04 - 17.04	22.04 - 25.04	1.05 - 4.05	156 gün
GKS-50	15.03 - 18.03	24.03 - 27.04	14.04 - 17.04	22.04 - 25.04	1.05 - 4.05	156 gün
GKS-25	15.03 - 18.03	24.03 - 27.04	14.04 - 17.04	22.04 - 25.04	1.05 - 4.05	156 gün
1.YIS-50	15.03 - 18.03	24.03 - 27.04	14.04 - 17.04	22.04 - 25.04	1.05 - 4.05	156 gün
2.YIS-50	15.03 - 18.03	24.03 - 27.04	14.04 - 17.04	22.04 - 25.04	1.05 - 4.05	156 gün
Konular	2010					
	Tomurcuk Kabarması	Tomurcuk Patlaması	Çiçeklenme Başlangıcı	Tam Çiçeklenme	Çiçeklenme Sonu	Tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre
TS	12.03 - 15.03	20.04 - 23.04	09.04 - 12.04	18.04 - 22.04	28.04 - 30.04	162 gün
GKS-75	12.03 - 15.03	20.04 - 23.04	09.04 - 12.04	18.04 - 22.04	28.04 - 30.04	162 gün
GKS-50	12.03 - 15.03	20.04 - 23.04	09.04 - 12.04	18.04 - 22.04	28.04 - 30.04	162 gün
GKS-25	12.03 - 15.03	20.04 - 23.04	09.04 - 12.04	18.04 - 22.04	28.04 - 30.04	162 gün
1.YIS-50	12.03 - 15.03	20.04 - 23.04	09.04 - 12.04	18.04 - 22.04	28.04 - 30.04	162 gün
2.YIS-50	12.03 - 15.03	20.04 - 23.04	09.04 - 12.04	18.04 - 22.04	28.04 - 30.04	162 gün

Deneme konularında 1. yıla ait gözlemler sulama uygulamalarına başlamadan önce yapılırken 2. yıla ait gözlemler 2. yıl uygulamaları başlamadan önce yapılmıştır. Çizelgeden de izlenebileceği gibi deneme konuları arasında fark bulunamamış olup yıllar arasında 3 - 4 günlük fark gözlemlenmiş olup bu farklılığın iklimsel değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.5. Ağaç Başına Düşen Verim

Araştırmanın 1. ve 2. yıllarında hasat tarihinde deneme konularına ait tüm bloklarda her ağaç için ayrı ayrı ağaç başı verim değerleri alınmış ve bu verim değerleri istatistik işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlem sonucunda 2010 yılına ait verim ve kalite parametrelerine ait değerler normal dağılım gösterirken denemenin ilk yılı olan 2009 yılına ait verim ve kalite parametre değerlerinde bloklar, parseller deneme konuları arasında önemli oranda tutarsızlıklar gözlemlenmiş ayrıca 2009 yılı parametrelerinin 2010 yılı değerleri ile bağdaşmadığı ve tutarsız olduğu anlaşılmıştır. Bu durum 2009 yılında karaleke hastalığının deneme parselindeki ağaçlar üzerinde önemli oranda zararlanma meydana getirmesinden kaynaklanmıştır. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele Teknik Talimatına göre karaleke hastalığı yurdumuzda elma yetiştirilen tüm bölgelerde yaygın olarak görülmekte olup hastalık nedeniyle oluşan ürün kaybı ortalama % 20-45 arasında değişmektedir (Anonim, 2010).

Bu durumun çalışmanın sonuçları arasındaki tutarlılığı ve sağlıklı değerlendirme olanağını ortadan kaldırdığı düşünülerek 2009 yılına ait verim ve kalite parametrelerinin bulgularda verilmemesinin doğru olacağı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle sadece 2010 yılına ait veriler değerlendirmeye alınmıştır.

Araştırmada ele alınan 6 sulama konusundan elde edilen ağaç başı verim değerleri ve konulara ilişkin istatistiksel analiz sonucunda Tukey testine göre yapılan sınıflandırma Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Deneme konularından elde edilen ağaç başı verim değerleri

Konular	Bloklar				Ortalama
	1	2	3	4	
TS	8.88	9.90	8.84	10.68	9.58 a
GKS-75	5.87	8.09	8.76	7.37	7.52 b
GKS-50	6.05	6.11	7.53	6.69	6.59 b
GKS-25	5.47	5.60	6.81	6.96	6.21 b
1.YIS-50	6.48	6.94	7.18	8.54	7.28 b
2.YIS-50	7.08	7.09	6.48	6.33	6.75 b

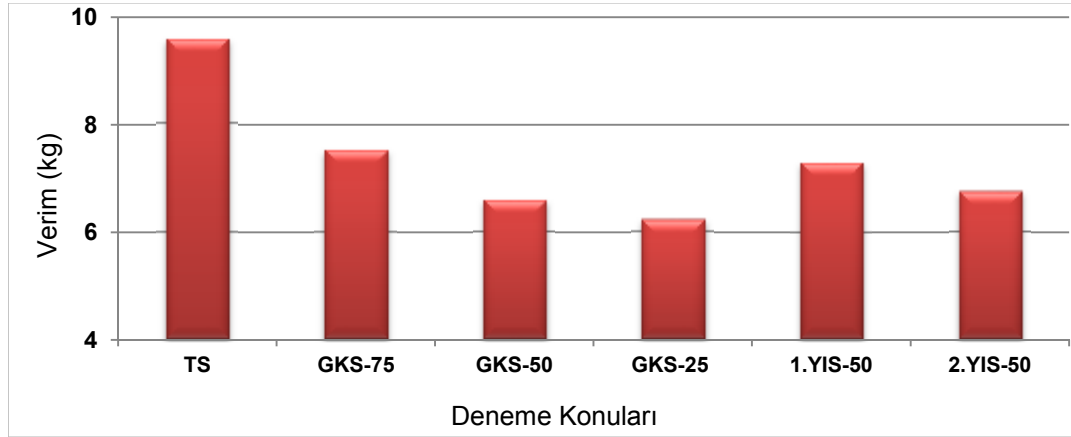
Sulama konularından elde edilen ağaç başı verim değerlerinin istatistiksel analizi yapılmış ve deneme konuları arasındaki farklılıkların düzeyini ve farklılık gösteren konuları belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda ağaç başı verim değerleri ile sulama konuları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu ortaya konulmuştur ($p < 0.01$).

Çizelge 4.7. Ağaç başı verime ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	Sig
Sulama	5	604.95	120.99	14.44	0.0001
Bloklar	3	57.35	19.12	2.28	0.0787
Hata	401	3359.93	8.38		
Toplam	409	4020.65			

Çizelge 4.6. incelendiğinde ağaç başı verim değerleri 6.21 ile 9.58 kg/ağaç arasında değişmiştir. Deneme konularında en yüksek verim 9.58 kg/ağaç ile TS konusunda olurken, en düşük verim 6.21 kg/ağaç ile GKS-25 konusunda gerçekleşmiştir. Ancak diğer gruplar aynı grupta yer almıştır.



Şekil 4.8 Deneme konularının ağaç başı verim değerleri

Elde edilen sonuçlara göre deneme konuları ile verilen su miktarları arasında doğrusal bir ilişki olduğu sulama suyu miktarı azaldıkça (su kısıntısı arttıkça) verim miktarında azaldığı ortaya çıkmıştır.

Tekintaş vd. (2006), Aydın İlinde M9 anacı üzerine aşılı Starking Delicious elma çeşidinde 2001 - 2002 yıllarına ait iki yıllık birikimli ağaç başı verimi 2.53 kg,

Köksal vd. (1999), Starkrimson çeşitlerinde sulama yöntemlerinin ağaç başına ortalama verim üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, damla sulama yönteminde 24.7 kg/ağaç, Lombardini vd. (2004), M9 anacı üzerine aşılı Fuji elma çeşidinde damla sulama yöntemi kullanarak GKS ve YIS teknikleri uygulayarak yaptıkları çalışmada verimi 16.17 ile 20.8 kg/ağaç, Einhorn ve Caspari (2004), M26 anacı üzerine aşılı Gala elma çeşidinde tam verime ulaştığı dönemde ağaç başına verimi 20.9 - 27.7 kg, Şenyiğit (2008), Isparta'da yaptığı çalışmada M9 anacı üzerine aşılı Jersey Mac ve Williams Pride elma çeşitlerinde toprak üstü damla sulama yönteminde 2007 yılında çeşitlere göre sırasıyla 1.54 ve 1.62 kg/ağaç olarak ve 2008 yılında 6.0 ve 7.22 kg/ağaç olarak bulmuşlardır.

Ağaç başı verim değerleri önceki çalışmalarla kıyaslandığında bir kısmı ile benzerlik göstermekte diğerleri ile kıyaslandığında ise göreceli olarak düşük çıkmıştır. Bunun denemelerde kullanılan ağaçların yaşı, tam verim çağına olup olmama durumu, iklim, toprak özellikleri ve bakım vb. faktörlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.6. Birim Alana Düşen Verim

Araştırmada ele alınan 6 sulama konusundan elde edilen birim alana düşen verim (dekara verim) değerleri ve konulara ilişkin istatistiksel analiz sonucunda Tukey testine göre yapılan sınıflandırma Çizelge 4.8'de verilmiştir

Çizelge 4.8. Deneme konularından elde edilen birim alana düşen verim değerleri (kg/da)

Konular	Blokler				Ortalama
	1	2	3	4	
TS	2538	2830	2527	3051	2736 a
GKS-75	1678	2311	2504	2105	2149 b
GKS-50	1728	1747	2151	1910	1884 b
GKS-25	1564	1601	1945	1989	1774 b
1.YIS-50	1850	1983	2052	2440	2081 b
2.YIS-50	2022	2026	1852	1809	1927 b

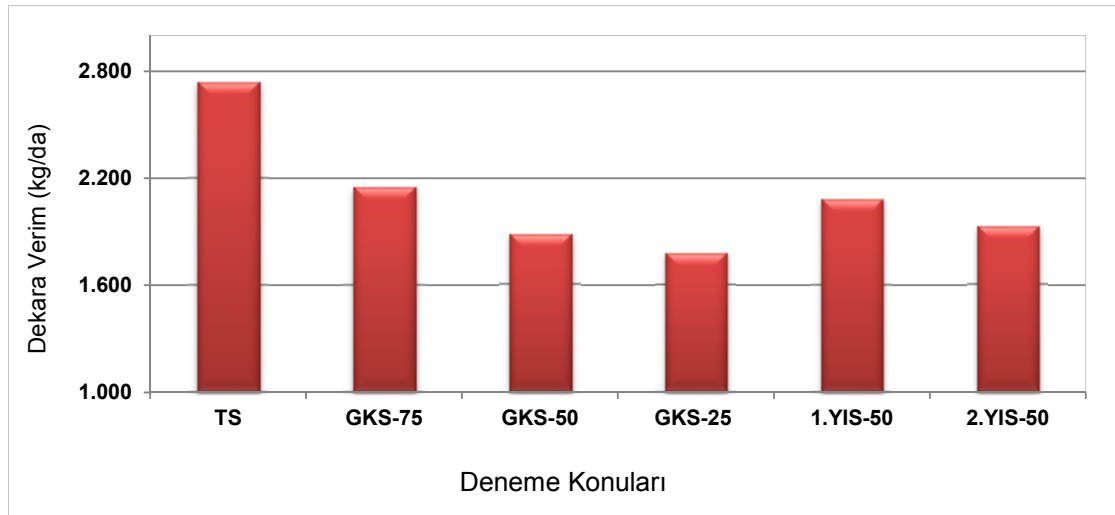
Sulama konularından elde edilen dekara verim değerlerinin istatistiksel analizi yapılmış ve deneme konuları arasındaki farklılıkların düzeyini ve farklılık gösteren konuları belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 incelendiğinde dekara verimin 2736 ile 1774 kg/da arasında değiştiği görülmektedir. Çalışmada deneme konularına göre en yüksek verim 2736 kg/da dekara verim değeri ile TS konusunda, en düşük verim 1774 kg/da ile GKS-25 konusunda gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.9. Dekara verime ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	Sig
Sulama	5	49541370	9908274	12,6993	0.0001
Bloklar	5	0.17652	0.03531	0.0277	0.9996
Hata	411	320672118	780224		
Toplam	419	370213487			

Dekara verim değerleri ile sulama konularına verilen sulama suyu miktarları arasında doğrusal bir ilişki gözlemlenmiş ve verilen su miktarı arttıkça verim değerinde arttığı ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.9 Deneme konularının dekara verim değerleri

4.7. Meyve Ağırlığı

Denemenin 2. yılı için ölçülen ortalama meyve ağırlık değerleri ve yapılan istatistik analiz sonucu konulara göre gruplandırma Çizelge 4.10’de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Deneme konularına ait meyve ağırlığı değerleri

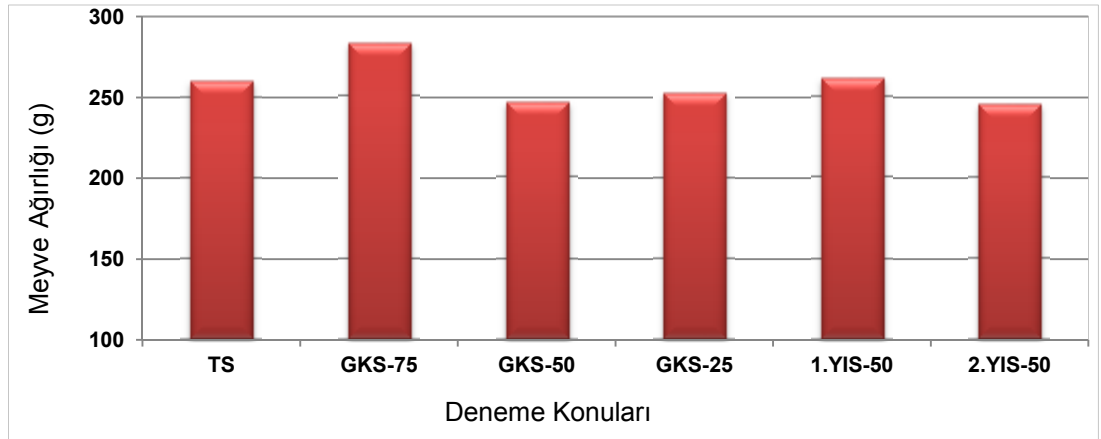
Konular	Bloklar				Ortalama
	1	2	3	4	
TS	298.0	245.6	234.2	260.0	259.5 b
GKS-75	289.9	282.6	279.1	279.6	282.8 a
GKS-50	256.9	254.7	237.7	236.1	246.4 b
GKS-25	273.5	266.9	237.9	229.3	251.9 b
1.YIS-50	282.1	264.7	243.0	254.9	261.1 ab
2.YIS-50	246.7	249.7	234.5	248.1	244.8 b

Bu kapsamda yapılan varyans analizi sonucunda sulama konuları ile meyve ağırlıkları arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4.11. Meyve ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	Sig
Sulama	5	44113.7	8822.7	4.5	0.0006
Bloklar	3	42400.1	14133.4	7.1	0.0001
Hata	313	620270.6	1981.7		
Toplam	321	707005.4			

Çizelge 4.10 incelendiğinde deneme konularından elde edilen meyve ağırlığı değerleri 244.8 g ile 282.8 g arasında değiştiği ve en yüksek meyve ağırlığı değerinin 282.8 g ile GKS-75 konusunda gerçekleştiği görülmektedir. En düşük meyve ağırlığı 244.8 g ile 2.YIS-50 konusunda gerçekleşmiştir.



Şekil 4.10 Deneme konularının meyve ağırlığı değerleri

Meyve ağırlığı meyve gelişmesi, kalite ve sınıflandırmasında önemli parametrelerden biridir (Karaçalı, 1993). Eğirdir’de Eren (2002), tarafından yapılan çalışmada Starking Delicious için ortalama meyve ağırlığı değerleri 2000 ve 2001 yılları için sırasıyla 253.74 g ve 185.32 g, Özyiğit (1991), tarafından Eğirdir’de yapılan çalışmada çöğür anaç üzerine aşılı Starking Delicious ve Golden Delicious elma çeşitlerinin hasat zamanındaki meyve ağırlıklarını sırasıyla 192.93 g ve 158.5 g, Tekintaş vd. (2006), Aydın İlinde yaptıkları çalışmada iki yıllık ölçümlerde M9 anacı üzerine aşılı Starking Delicious elma çeşidinde meyve ağırlığı değerini 170 g, Hiçyakmazer vd. (1994), derim tarihinde ortalama meyve ağırlığının Starking Delicious çeşidinde 155.3 g, Golden Delicious çeşidinde 149.9 g ve Granny Smith çeşidinde 135.5 g olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada elde ettiğimiz meyve ağırlığı değerleri genel olarak tüm konularda literatür bulgularından yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın anaç farklılığından ve Eğirdir yöresinin ekolojisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum Öz vd. (1996), tarafından ifade edilen M9 anacı üzerinde yetiştirilen elma çeşitlerinin çöğür anaçlı olanlardan daha iri ve kaliteli meyvelere sahip olduğu tezi ile de örtüşmektedir.

4.8. Meyve Eni

Meyve eni değerleri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda konulara göre ortaya çıkan ortalama meyve eni değerleri ile istatistiksel gruplandırma Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Deneme konularına ait meyve eni değerleri

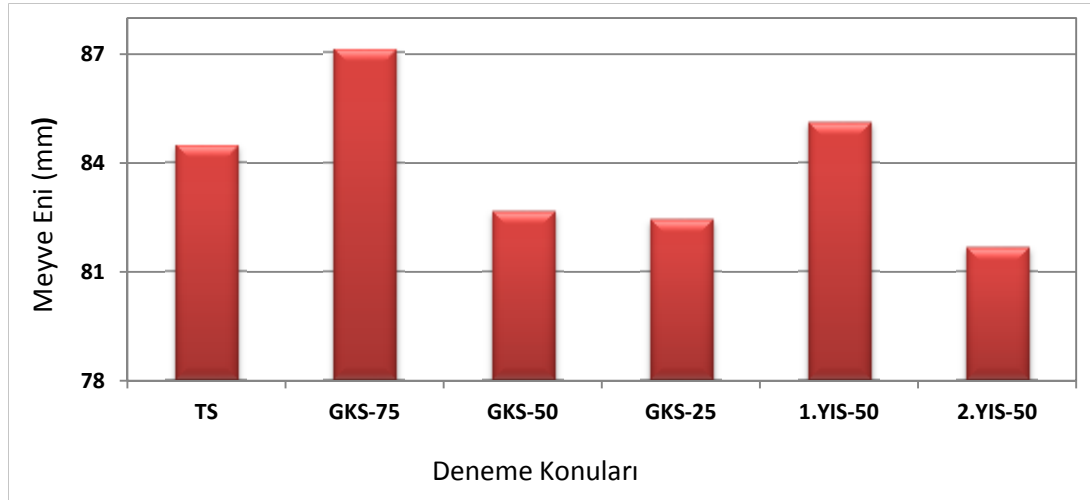
Konular	Bloklar				Ortalama
	1	2	3	4	
TS	88.32	82.65	82.14	84.77	84.47 abc
GKS-75	86.82	88.80	86.26	86.63	87.13 a
GKS-50	82.38	82.15	84.98	81.05	82.64 bc
GKS-25	84.15	86.77	80.83	77.92	82.42 bc
1.YIS-50	87.60	86.71	81.65	84.42	85.10 ab
2.YIS-50	84.04	81.58	80.85	80.10	81.64 c

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda sulama konuları ile meyve eni değerleri arasındaki ilişki önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Çizelge 4.13. Meyve enine ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	Sig
Sulama	5	930.28	186.06	6.15	0.0001
Bloklar	3	488.30	162.77	5.38	0.0013
Hata	299	9052.49	30.28		
Toplam	307	10459.57			

Çizelge 4.12'den görüleceği gibi denemede elde edilen meyve eni değerleri 81.64 mm ile 87.13 mm arasında değişmiştir. Konular arasında en yüksek meyve eni 87.13 mm ile GKS-75 konusunda, en düşük meyve eni 81.64 mm ile 2.YIS-50 konusunda gerçekleşmiştir.



şekil 4.11. Deneme konularının meyve eni değerleri

Bergamini et al., (1990) tarafından damla sulama yöntemiyle sulanan M7, M9, M26 ve M106 anaçları üzerine aşılı Golden Delicious ağaçlarında meyve iriliğinin sulama ile arttığını bildirmiş, Rodrigez ve Lozano (1991), Golden Delicious ve Top Red Delicious elma çeşitlerinde su kısıntısının olduğu yüzey sulama yönteminin, damla ve ağaç altı mikro sulamaya göre meyve boyutları üzerine olumsuz etki ettiğini, Gergerly (1979), sulanan elma ağaçlarında meyve çapında 3-5 mm artış olduğunu Rakicevic (1990), MM 106 anacı üzerine aşılı genç Golden Delicious elma ağaçlarında sulamanın meyve ağırlığını %8.4 oranında artırdığını ve Blasse et al.

(1990), M4, M9, M26, MM106, P:80 ve A2 anaçları üzerindeki Golden Delicious ve Gioster elma çeşitlerine yağmurlama yöntemi ile sulama uygulanmış ve su miktarı arttıkça, meyve iriliği ve meyve kalitesinin arttığı bildirilmiştir. Tekintaş vd. (2006), Aydın İlinde yaptıkları çalışmada iki yıllık ölçümlerde M9 anacı üzerine aşılı Starking Delicious elma çeşidinde meyve eni değerini 73.2 mm, Eren (2002), tarafından Eğirdir’de yapılan çalışmada Starking Delicious elma çeşidinde hasat tarihinde meyve eni değerlerini 2000 ve 2001 yıllarında sırasıyla 82.81 mm ve 76.58 mm olarak bildirmişlerdir.

Bu çalışmada bulunan meyve eni değerleri verilen önceki çalışmalardaki meyve eni değerlerinden bir miktar yüksek bulunmuş olup bunun çalışmalarda kullanılan anaç ve çeşit kombinasyonunun farklı olması, seyreltme vb. faktörlerden kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir.

4.9. Meyve Boyu

Denemenin 2. yılı için ölçülen ortalama meyve boyu değerleri ve yapılan istatistik analiz sonucu konulara göre gruplandırma Çizelge 4.14’te verilmiştir. Bu kapsamda yapılan varyans analizi sonucunda sulama konuları ile meyve boyu değerleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Deneme konularına ait meyve boyu değerleri

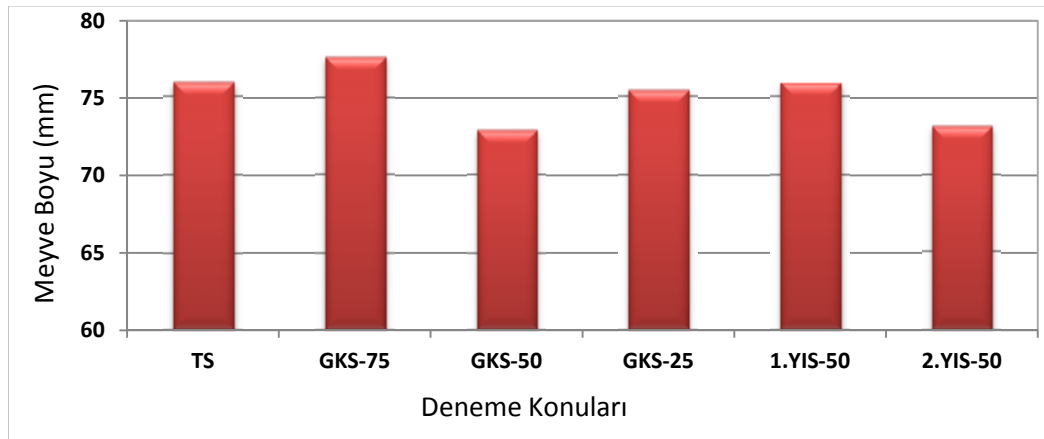
Konular	Bloklar				Ortalama
	1	2	3	4	
TS	79.34	73.31	74.87	76.33	75.96 ab
GKS-75	79.57	78.76	75.61	76.35	77.57 a
GKS-50	75.54	71.04	74.97	69.87	72.85 b
GKS-25	75.14	78.61	78.61	69.35	75.43 ab
1.YIS-50	77.26	76.84	73.73	75.90	75.93 ab
2.YIS-50	75.99	72.55	71.73	71.98	73.06 b

Bu kapsamda yapılan varyans analizi sonucunda sulama konuları ile meyve boyu değerleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4.15. Meyve boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	Sig
Sulama	5	706.18	141.24	4.32	0.0008
Bloklar	3	517.71	172.57	5.28	0.0015
Hata	299	9779.14	32.71		
Toplam	307	10995.23			

Çizelge 4.14 incelendiğinde meyve boyu değerlerinin 72.85 mm ile 77.56 mm arasında değiştiği görülmektedir. Deneme konularında en yüksek meyve boyu 77.57 mm ile GKS-75 konusunda, en düşük meyve boyu 72.85 mm ile GKS-50 konusunda gerçekleşmiştir.



Şekil 4.12. Deneme konularının meyve boyu değerleri

Tekintaş vd. (2006), Aydın İlinde yaptıkları çalışmada iki yıllık ölçümlerde M9 anacı üzerine aşılı Starking Delicious elma çeşidinde meyve boyu değerini 61.0 mm olarak belirlemişlerdir. Eren (2002), tarafından Eğirdir’de yapılan çalışmada Starking Delicious elma çeşidinde hasat tarihinde meyve boyu değerlerini 2000 ve 2001 yıllarında sırasıyla 79.66 mm ve 69.53 mm olarak bildirmiştir.

Yukarıda verilen önceki çalışmalarda meyve boyu değerleri bu çalışmadaki meyve boyu değerleri karşılaştırıldığında araştırma sonuçlarının önceki sonuçlara yakın olup bir miktar yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durumun bakım şartları ve iklim özelliklerinden kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir.

4.10. Meyve Eti Sertlik Değerleri

Meyve eti sertliği değerlerine ait verilerin ortalama değerleri ve yapılan istatistik analiz sonucu ortaya çıkan gruplandırma Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Deneme konularına ait meyve eti sertliği değerleri

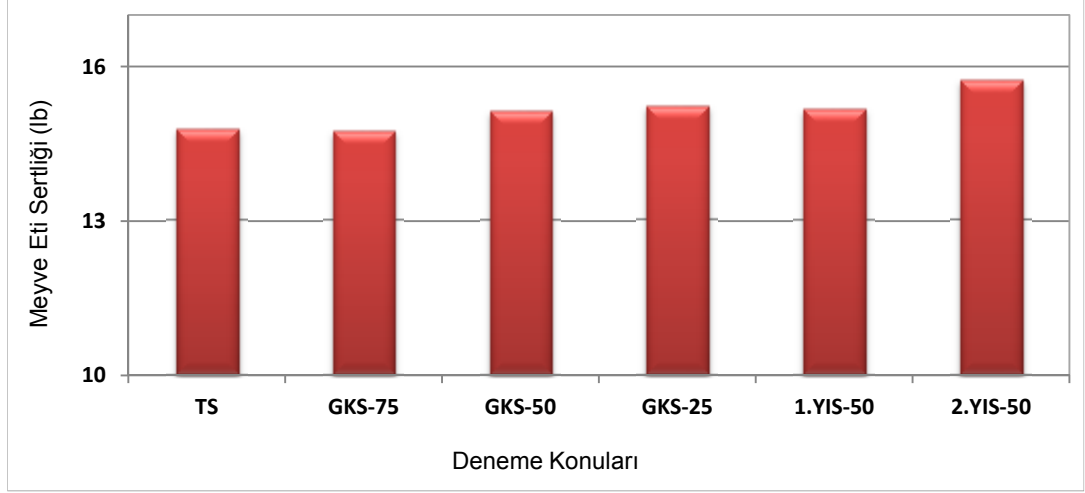
Konular	Bloklar				Ortalama
	1	2	3	4	
TS	14.59	14.84	15.18	14.40	14.75 c
GKS-75	14.56	14.66	14.61	15.05	14.72 bc
GKS-50	15.56	15.11	15.29	14.44	15.10 bc
GKS-25	14.94	15.18	15.18	15.50	15.20 ab
1.YIS-50	14.75	14.82	15.50	15.50	15.14 abc
2.YIS-50	16.00	15.38	15.64	15.79	15.70 a

Yapılan varyans analizi sonucunda sulama konuları ile meyve eti sertliği değerleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4.17. Meyve eti sertliğine ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	Sig
Sulama	5.00	29.68	5.94	6.27	0.0001
Bloklar	3.00	2.65	0.88	0.93	0.4260
Hata	217.00	205.48	0.95		
Toplam	225.00	237.50			

Çizelge 4.16’dan görüleceği gibi deneme konularından elde edilen meyve eti sertliği değerleri ise 14.75 lb ile 15.70 lb arasında değişmiştir. Meyve eti sertliği değerleri incelendiğinde en yüksek meyve eti sertliği 15.70 lb ile 2.YIS-50 konusunda, en düşük meyve eti sertliği 14.75 lb ile TS konusunda gerçekleşmiştir.



Şekil 4.13. Deneme konularının meyve eti sertliği değerleri

Onur (1977), Starkrimson Delicious elma çeşidinde hasat zamanında meyve eti sertliğinin 13.4 - 17.0 lb arasında değiştiğini, Tuncel (1985), yaptığı çalışmada Starking Delicious, Golden Delicious ve Mutsu elma çeşitlerinde olgunlaşma ile birlikte meyve eti sertliğinde azalma olduğunu ve derim zamanında meyve eti sertliği değerlerini çeşitlere göre sırasıyla 18.6, 18.5 ve 20.7 lb olarak, Eren (2002), tarafından Egirdir’de yapılan çalışmada Starking Delicious elma çeşidinde hasat tarihinde meyve eti sertliği değerlerini 2000 ve 2001 yıllarında sırasıyla 14.04 lb ve 17.17 lb, Magness ve Taylor (1925), A.B.D. koşullarında Red Delicious çeşidi için 16.31 - 14.77 lb Doozier et al. (1984), bu çeşit ve bu çeşidin spur tipleri 14.99 - 18.08 lb, Öz ve Çelebioğlu (1974), Yalova koşullarında 18.08 lb, Özbek (1978), Ankara koşullarında 15.43 lb ve Karaçalı ve Günel (1985), İç Ege bölgesinde yaptıkları çalışmada 16.97 - 17.42 lb meyve eti sertlik değerleri bulduklarını bildirmişlerdir.

Yukarıda verilen önceki çalışmalarda bulunan değerler ile araştırma sonuçları genel olarak yakın bulunmuş ve verilen değerler aralığında yer almakta olduğu ve değerlerin örtüştüğü görülmektedir.

4.11. Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı

Denemenin 2. yılı için ölçülen ortalama suda çözünebilir kuru madde miktarları ve yapılan istatistik analiz sonucu konulara göre gruplandırma Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Deneme konularına ait SÇKM miktarları

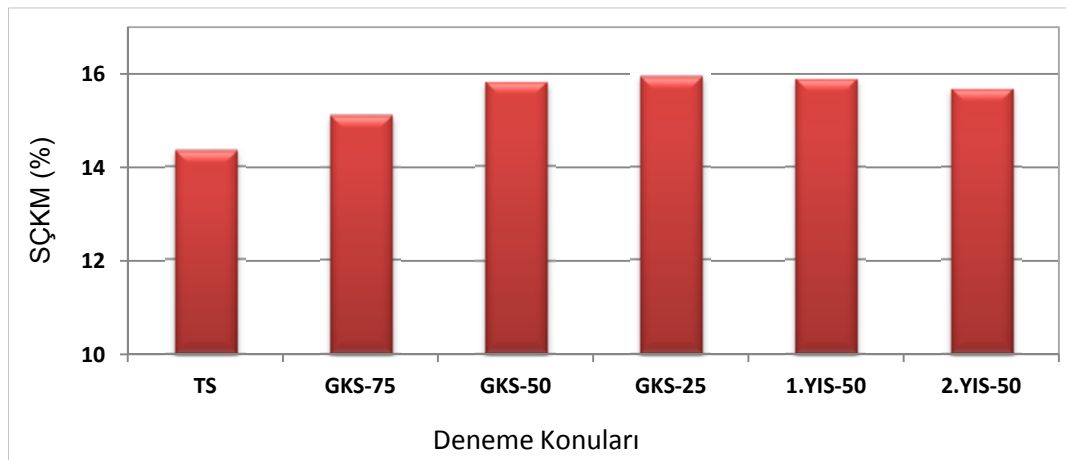
Konular	Bloklar				Ortalama
	1	2	3	4	
TS	14.50	14.63	13.77	14.45	14.34 c
GKS-75	15.87	14.37	14.97	15.17	15.09 b
GKS-50	16.05	16.23	15.77	15.23	15.82 a
GKS-25	16.73	15.37	15.93	15.67	15.93 a
1.YIS-50	15.63	16.19	15.97	15.73	15.88 a
2.YIS-50	16.23	14.47	16.06	15.91	15.67 ab

Bu kapsamda yapılan varyans analizi sonucunda sulama konuları ile SÇKM arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Çizelge 4.19. SÇKM'na ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	Sig
Sulama	5	26.10	5.22	21.87	0.0001
Bloklar	3	3.25	1.08	4.54	0.0057
Hata	73	17.42	0.24		
Toplam	81	47.06			

Çizelge 4.18 incelendiğinde deneme konularından elde edilen SÇKM değerleri ise %14.34 ile %15.93 arasında değiştiği görülmektedir. Konulara göre en yüksek SÇKM değeri %15.93 ile GKS-25 konusunda gerçekleşmiştir. En düşük SÇKM değeri %14.34 ile TS konusunda gerçekleşmiştir.



Şekil 4.14. Deneme konularının 2010 yılına ait SÇKM değerleri

Eren (2002), tarafından Eğirdir’de Starking Delicious elma çeşidinde SÇKM değerlerini 2000 ve 2001 yıllarında sırasıyla %15.64 ve %13.73, Truter et al. (1985), SÇKM değerinin elmalar için önemli olgunluk ölçütlerinden biri olduğunu ve ve çalışmalarında Starking Delicious çeşidi için SÇKM değerini %12.2, Tekintaş vd. (2006), Aydın’da yaptıkları çalışmada iki yıllık ölçümlerde M9 anacı üzerine aşılı Starking Delicious elma çeşidinde SÇKM değerini %14.9, Kaynaş ve Karaçalı (1988), Marmara Bölgesinde yaptıkları çalışmada Golden Delicious ve Starkspur Golden Delicious elma çeşitlerinde SÇKM değerinin toplam şekere paralel olarak derim dönemi ilerledikçe arttığını ve uzun vadeli depolama için bu değer %11.5’ten yüksek olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Anılan çalışmalara ait SÇKM değerleri ile araştırma bulguları benzerlik göstermekte olup, yapılan çalışmalarda bulunan değerler araştırma sonuçlarını desteklemektedir.

4.12. pH Değerleri

Meyve suyundan pH metre yardımıyla denemenin 2. yılı için ölçülen ortalama pH değerleri ve yapılan istatistik analiz sonucu konulara göre gruplandırma Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Deneme konularına ilişkin pH değerleri

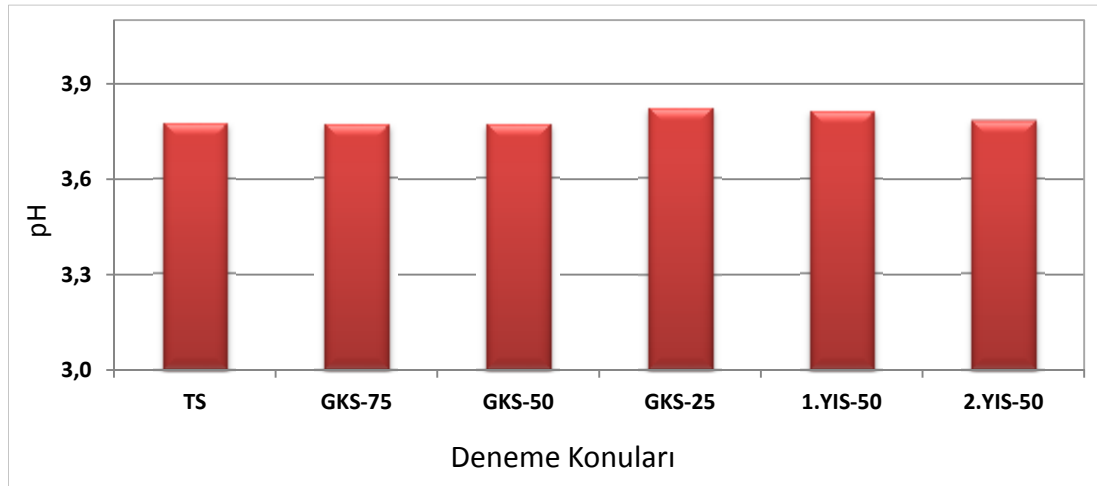
Konular	Bloklar				Ortalama
	1	2	3	4	
TS	3.70	3.81	3.77	3.82	3.78 b
GKS-75	3.78	3.80	3.78	3.72	3.77 ab
GKS-50	3.81	3.76	3.75	3.76	3.77 ab
GKS-25	3.88	3.81	3.81	3.79	3.82 a
1.YIS-50	3.82	3.80	3.84	3.79	3.81 a
2.YIS-50	3.84	3.72	3.81	3.76	3.78 ab

Bu kapsamda yapılan varyans analizi sonucunda sulama konuları ile pH değerleri arasındaki ilişki önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Çizelge 4.21. pH değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	Sig
Sulama	5	0.041	0.008	4.104	0.0026
Bloklar	3	0.017	0.006	2.798	0.0466
Hata	68	0.137	0.002		
Toplam	76	0.196			

Çizelge 4.20'den görüleceği gibi deneme konularından hesaplanan pH değerleri ise 3.77 ile 3.82 arasında değişmiştir. Konulara göre en yüksek pH değeri 3.82 ile GKS-25 konusunda gerçekleşmiştir. En düşük pH değeri 3.77 ile GKS-75 ve GKS-50 konusunda gerçekleşmiştir.



Şekil 4.15. Deneme konularının pH değerleri

Eren (2002), tarafından Eğirdir'de yapılan çalışmada Starking Delicious elma çeşidinde pH değerleri 2000 yılında 3.91 ve 2001 yılında 3.75, Tekintaş vd. (2006), Aydın İlinde yaptıkları çalışmada iki yıllık ölçümlerde M9 anacı üzerine aşılı Starking Delicious elma çeşidinde pH değerini 4.03, Hulme ve Rhodes (1970), meyve pH değerinin ekolojik koşullar, toprak yapısı, sulama ve beslenmenin etkisiyle değiştiğini bildirmişlerdir. Ercişli vd. (1998), farklı elma çeşitlerinde ölçtükleri pH değerlerini 3.26 ile 3.73 arasında bulmuşlardır.

Yukarıda verilen çalışmalara ait pH değerleri ile araştırma bulguları benzerlik göstermekte olup, yapılan çalışmalarda bulunan değerler araştırma sonuçlarını desteklemektedir.

4.13. Titre Edilebilir Asit Miktarları (TEA)

Meyve suyunda ölçülen ve % malik asit cinsinden hesaplanan ortalama titre edilebilir asit miktarları ve yapılan istatistik analiz sonucu konulara göre gruplandırma Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Deneme konularına ilişkin TEA miktarları

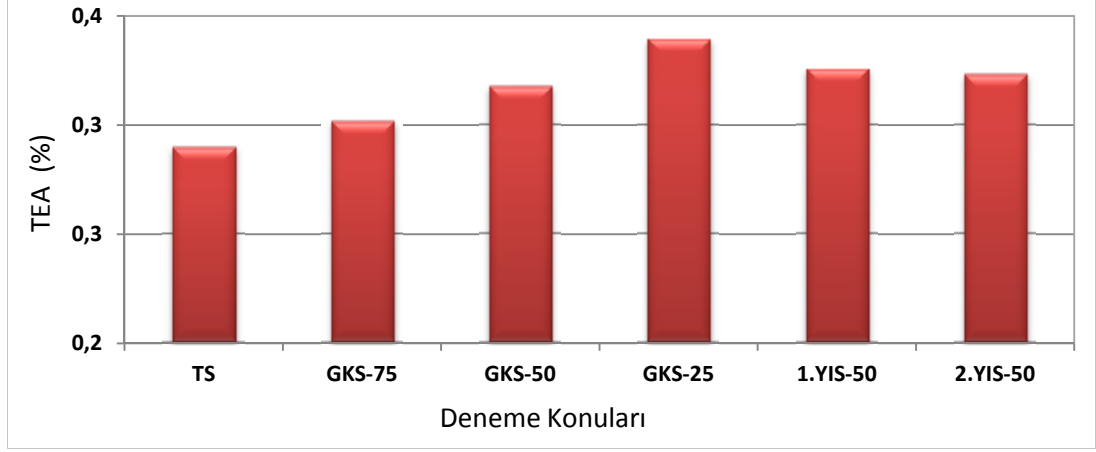
Konular	Bloklar				Ortalama
	1	2	3	4	
TS	0.316	0.298	0.299	0.244	0.289 c
GKS-75	0.344	0.283	0.285	0.293	0.301 bc
GKS-50	0.314	0.335	0.311	0.309	0.317 b
GKS-25	0.353	0.334	0.342	0.327	0.339 a
1.YIS-50	0.337	0.325	0.318	0.321	0.325 ab
2.YIS-50	0.292	0.324	0.341	0.333	0.323 ab

Bu kapsamda yapılan varyans analizi sonucunda sulama konuları ile titre edilebilir asit miktarları arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Çizelge 4.23. TEA değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	Sig
Sulama	5	0.0195	0.00390	11.669	0.0001
Bloklar	3	0.0027	0.00088	2.647	0.0568
Hata	62	0.0207	0.00033		
Toplam	70	0.0424			

Çizelge 4.22 incelendiğinde deneme konularının TEA değerlerinin %0.289 ile %0.339 arasında değişmiştir. Konulara göre en yüksek TEA değeri %0.339 ile GKS-25 konusunda, en düşük TEA değeri %0.289 ile TS konusunda gerçekleşmiştir.



Şekil 4.16. Deneme konularının TEA değerleri

Yılmaz (1989), Ankara koşullarında Starking Delicious elma çeşitlerinde optimum derim tarihinde TEA değerinin 3.68 g/l, Özcan ve Kaşka (1992), Starking Delicious elma çeşidinde yaptıkları çalışmada, hasat tarihinde TEA miktarını %0.20 ile %0.30 değerleri arasında, Truter et al. (1985), Starking Delicious elma çeşidinde TEA değerinin olgunlaşma ile birlikte azaldığını ve hasat tarihinde anılan çeşide göre %0.2 olduğunu bildirmişlerdir. Eren (2002), tarafından Eğirdir de yapılan çalışmada Starking Delicious elma çeşidinin hasat tarihinde TEA değerini 2000 ve 2001 yıllarında %0.48 ve %0.22 olarak hesaplanmıştır.

Anılan çalışmalarda bulunan pH değerleri ile araştırma bulguları benzerlik göstermekte olup, yapılan çalışmalarda bulunan değerler araştırma sonuçlarını desteklemektedir.

4.14. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Etkinlikleri

Deneme konularının 2010 yılına ilişkin su kullanım etkinliği (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerleri Çizelge 4.24'te verilmiştir. Elde edilen dekara verim değerleri, mevsimlik bitki su tüketimine oranlanarak WUE, sulama suyu miktarına oranlanarak ise IWUE hesaplanmıştır.

Çizelge 4.24 incelendiğinde su kullanım etkinliği değerlerinde (WUE), sulama konularına göre farklılıklar gözlemlenmiştir. En yüksek WUE değeri 8.75 kg/mm-da ile en az sulama suyu uygulanan konuda diğer bir ifade ile %75 oranında su kısıntısı

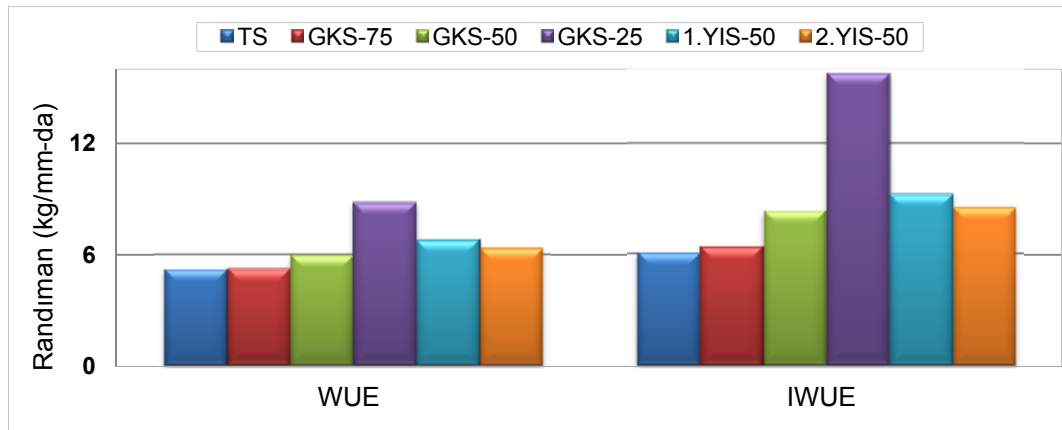
uygulanan GKS-25 konusunda bulunmuştur. En düşük WUE değeri 5.19 kg/mm-da değeri ile TS konusunda hesaplanmıştır.

Çizelge 4.24. Deneme konularına ilişkin su kullanım randımanları

Konular	Bitki Su Tüketimi	Sulama Suyu mm	Verim kg/da	WUE kg/mm-da	IWUE kg/mm-da
TS	526.88	450.47	9.58	5.19	6.07
GKS-75	413.12	337.85	7.52	5.20	6.36
GKS-50	317.04	225.24	6.59	5.94	8.36
GKS-25	202.64	112.62	6.21	8.75	15.75
1.YIS-50	308.78	225.24	7.28	6.74	9.24
2.YIS-50	304.65	225.24	6.75	6.33	8.56

Sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerleri deneme konuları itibariyle, sulama su kullanım etkinliği (WUE) ile benzerlik gösterdiği gözlemlenmektedir. En yüksek IWUE değeri 15.75 kg/mm-da ile en az sulama suyu uygulanan konuda diğer bir ifade ile %75 oranında su kısıntısı uygulanan GKS-25 konusunda bulunmuştur. En düşük WUE değeri 6.07 kg/mm-da değeri ile TS konusu olmuştur. YIS uygulamalarında WUE ve IWUE değerleri aynı miktar su uygulanan GKS-50 konusuna göre daha yüksek bulunmuştur.

Su kullanım ve sulama suyu kullanım etkinliklerinde GKS-25 konusunun en yüksek çıkmasının diğer konulara oranla en fazla su kısıntısının uygulanan konu olması ve bu nedenle uygulanan su miktarının ve bitki su tüketimi değerinin çok düşük olmasının sonucu olduğu kanısına varılmıştır.

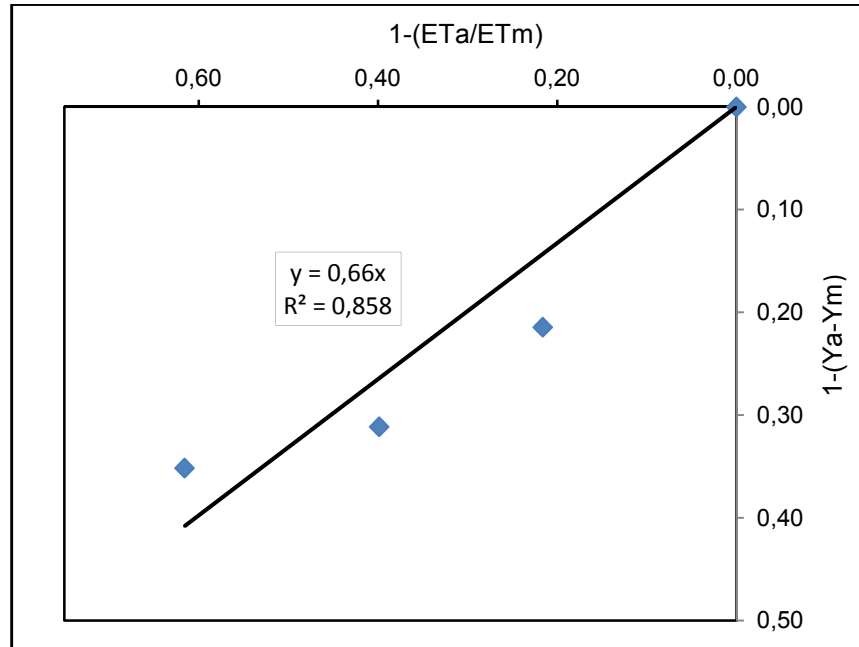


Şekil 4.17. Deneme konularının WUE ve IWUE değerleri

4.15. Su-Verim İlişkisi

Oransal evapotranspirasyon açığı ile oransal verim azalım değerleri arasındaki ilişkiyi veren verim tepki etmenini (ky) belirlemek için saptanan deneme konularından ölçülen verim ve bitki su tüketimleri kullanılmıştır.

Su-verim ilişkilerini kullanarak 2010 yılına ilişkin en yüksek evapotranspirasyon (ET_m) miktarına karşılık gelen en yüksek verim (Y_m) değeri belirlenmiştir. Daha sonra $(1-ET_a/ET_m)$ ile $(1-Y_a/Y_m)$ oranları belirlenmiştir. Denemede, $(1-ET_a/ET_m)$ ile $(1-Y_a/Y_m)$ arasında doğrusal regresyon analizi yapılarak, verim tepki etmeni (ky); 0.66 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.18. Oransal evapotranspirasyon açığı ile oransal verim azalışı ilişkisi

Sulama uygulamalarının planlanması açısından yetiştirme mevsimindeki su eksikliğinin bitki verimine etkisinin bir göstergesi olan ky değeri değişik bitkiler ve gelişim dönemleri için farklı değerler alabilmektedir. Verim tepki etmenindeki (ky) bu farklılıklara, araştırmaların yapıldığı dönemlerdeki iklim durumu, toprak özellikleri, uygulanan sulama programlarıyla birlikte ele alınan bitki çeşitlerinin farklı olması neden olarak gösterilebilir (Anonymous, 1986).

5. SONUÇ

Eğirdir koşullarında yarı ıslatmalı ve kısıntılı sulama programlarının M9 anacı üzerine aşılı Starking Delicious elma çeşidinde verim ve meyve kalitesi üzerine etkilerini ve sulama randımanlarını belirlemek amacıyla 2009 ve 2010 yıllarında Eğirdir Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü deneme alanında yürütölen çalışmada anılan sulama yöntemlerinin uygulanabilirliği ve denemede elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlara göre yapılan öneriler aşağıda verilmiştir.

6 farklı sulama konusunun araştırıldığı çalışmada kısıtlı ve yarı ıslatmalı sulama uygulamalarının, bitkinin gereksinim duyduğu su miktarından herhangi bir kısıntı yapılmaksızın sulama uygulamasının yapıldığı kontrol konusu olan tam sulama (TS) uygulaması ile karşılaştırılmıştır. GKS uygulamalarında kontrole göre % 25, 50 ve 75 oranlarında kısıntı yapılarak sulama suyu bitki kök bölgesinin her iki tarafına normal sulamada olduğu gibi uygulanarak kök bölgesinin iki yarısı da üniform bir şekilde ıslatılmıştır. YIS konularında ise sulama suyu her sulamada ve iki sulamada bir bitki kök bölgesinin bir yarısına uygulanırken diğör yarı kök bölgesi kuru bırakılmıştır. Bitki kök bölgesindeki ıslak-kuru bölümler her sulamada ve her iki sulamada yer değiştirerek sulama mevsimi boyunca devam etmiştir.

Araştırma sonuçları incelendiğinde konulara göre toplam sulama suyu miktarları ilk yıl için 94.16 mm ile 376.62 mm, 2. yıl ise 112.62 mm ile 450.47 mm arasında hesaplanmış ve her iki yıl içinde en az sulama suyu uygulanan konu GKS-25 konusu olmuştur. GKS-25 konusunda yıllara göre 282.46 mm ile 337.50 mm su artırımını sağlanmıştıır.

Proje sonuçlarına göre bitki su tüketimi değörleri ilk yıl 171.80 mm ile 436.53 mm arasında, 2. yıl için 202.64 mm ile 526.88 mm arasında değışmiş olup en az bitki su tüketimi sulama suyu uygulamasında olduğu gibi GKS-25 konusunda hesaplanmıştıır.

Sulama suyu ve bitki su tüketimi değörleri birlikte incelendiğinde GKS-25 uygulamasında %75'lik su artırımını miktarıyla önemli bir tasarruf sağlanmış ve bitki su tüketimininde kontrol konusuna göre %61.6 arasında azalma meydana gelmiştir.

Deneme konularının 2009 ve 2010 yıllarında sulama sezonu boyunca gravimetrik yöntemle sulamadan bir gün önce belirlenen toprak nem içerikleri incelendiğinde tüm konuların toprak nem içeriklerinin sulama öncesinde tarla kapasitesi ve solma noktası arasında ölçüldüğü ve en fazla su kısıtı uygulanan konu da dahil olmak üzere SN'nın altına düşmediği en fazla su uygulanan TS konusunda TK'nin üzerine çıkmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca TS konusunda etkili kök derinliğinden alt katmanlara derine sızma olup olmadığını belirlemek için yapılan ölçümlerde bu bölümdeki nem içeriğinin TK'nin altında gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

Sulama uygulamalarının elma ağaçlarının fenolojik evreleri üzerine olan etkileri ile ilgili yapılan gözlemlerde her iki yıl için konular arasında herhangi bir fark gözlemlenmemiş olup sulama uygulamalarının fenolojik evreler üzerine herhangi bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

Sulama uygulamalarının meyve verimi ve kalite parametrelerine olan etkisini belirlemek için araştırmanın her iki yılı için gerekli uygulamalar ile ölçüm ve analizler yapılmıştır. Ancak daha öncede belirtildiği gibi 2009 yılında araştırma parselinde karaleke hastalığından dolayı önemli oranda verim ve kalite kaybı meydana gelmiş ve bloklar, parseller ve deneme konuları arasında tutarsızlıklar ve 2. yıl elde edilen değerlerle çok farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu nedenle 2 yıllık çalışmada her iki yıla ait elde edilen değerleri birlikte değerlendirmenin araştırma sonuçlarını etkileyeceği ve yanlış sonuçlara götüreceği anlaşılmış olup sadece 2. yıla ait sonuçların verilmesinin uygun olacağı kararlaştırılmıştır.

Sulama uygulamalarının ağaç başı verim ve birim alana düşen verim değerleri incelendiğinde verim sonuçlarının varyans analizi sonucunda konulara göre farklılık önemli bulunmuş, en yüksek verim TS uygulamasında gerçekleşmiş ve bu uygulama ilk grupta yer almıştır. Diğer uygulamalar istatistiksel olarak 2. ve aynı grupta yer almıştır. 2010 yılında verim sıralaması TS > GKS-75 > 1.YIS-50 > 2.YIS-50 > GKS-50 > GKS-25 şeklinde gerçekleşmiştir.

Sulama uygulamalarının meyve ağırlığı, meyve eni ve boyu, meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde miktarı, pH değeri ve titre edilebilir asit miktarı gibi meyve kalite parametreleri üzerine etkilerini belirlemek üzere her bir parametre için ayrı

ayrı analizler yapılmıştır. Meyve ağırlığı değerleri incelendiğinde konulara göre meyve ağırlığı değerlerinde farklılık gözlenmiş ve yapılan varyans analizi sonucunda konulara göre farklılık önemli bulunmuştur. En yüksek meyve ağırlığı GKS-75 konusunda gerçekleşmiş ve bu uygulama ilk grupta yer almıştır. 2.YIS-50 uygulaması en düşük meyve ağırlığı değerine sahip olmuştur. Meyve ağırlığı sıralaması $GKS-75 > 1.YIS-50 > TS > GKS-25 > GKS-50 > 2.YIS-50$ şeklinde gerçekleşmiştir. GKS-75 konusu diğer konulara göre meyve ağırlığı parametresi açısından ilk grupta yer alarak ön plana çıkmıştır.

Meyve eni değerleri incelendiğinde konulara göre meyve eni değerlerinde farklılık gözlenmiş ve yapılan varyans analizi sonucunda konulara göre farklılık önemli bulunmuştur. En yüksek meyve eni GKS-75 konusunda gerçekleşmiş ve bu uygulama ilk grupta yer almıştır. 2.YIS-50 uygulaması en düşük meyve eni değerine sahip olmuştur. Meyve eni sıralaması $GKS-75 > 1.YIS-50 > TS > GKS-50 > GKS-25 > 2.YIS-50$ şeklinde gerçekleşmiştir. GKS-75 konusu diğer konulara göre ilk grupta yer alarak meyve eni değerlerine göre önde yer almıştır.

Meyve boyu değerleri incelendiğinde konulara göre meyve boyu değerlerinde farklılık gözlenmiş ve yapılan varyans analizi sonucunda konulara göre farklılık önemli bulunmuştur. En yüksek meyve boyu GKS-75 konusunda gerçekleşmiş ve bu uygulama ilk grupta yer almıştır. GKS-50 uygulaması en düşük meyve boyu değerine sahip olmuştur. Meyve boyu sıralaması $GKS-75 > TS > 1.YIS-50 > GKS-25 > 2.YIS-50 > GKS-50$ şeklinde gerçekleşmiştir. Ortaya çıkan sonuçlara göre GKS-75 konusu gösterdiği performans ile ilk grupta yer alarak diğer konulara göre meyve boyu parametresi açısından ön planda yer almıştır.

Meyve eti sertliği değerleri incelendiğinde konulara göre meyve eti sertliği değerlerinde farklılık gözlenmiş ve yapılan varyans analizi sonucunda konulara göre farklılık önemli bulunmuştur. En yüksek meyve eti sertliği 2.YIS-50 konusunda gerçekleşmiş ve bu uygulama ilk grupta yer almıştır. TS uygulaması en düşük meyve eti sertliği değerine sahip olmuştur. Meyve eti sertliği sıralaması $2.YIS-50 > GKS-25 > 1.YIS-50 > GKS-50 > GKS-75 > TS$ şeklinde gerçekleşmiştir. Ortaya çıkan sonuçlara göre YIS uygulamalarındaki meyve eti sertliği değerleri diğer konulara göre daha fazla bulunmuştur.

Suda çözünebilir kuru madde miktarı değerleri incelendiğinde konulara göre SÇKM değerlerinde farklılık gözlenmiş ve yapılan varyans analizi sonucunda konulara göre farklılık önemli bulunmuştur. En yüksek SÇKM değeri GKS-25 konusunda gerçekleşmiş ve bu uygulama 1.YIS-50 ve GKS-50 konularıyla birlikte ilk grupta yer almıştır. TS uygulaması en düşük SÇKM değerine sahip olmuştur. SÇKM sıralaması $GKS-25 > 1.YIS-50 > GKS-50 > 2.YIS-50 > GKS-75 > TS$ şeklinde gerçekleşmiştir.

pH değerleri incelendiğinde konulara göre pH değerlerinde farklılık gözlenmiş ve yapılan varyans analizi sonucunda konulara göre farklılık önemli bulunmuştur. En yüksek pH değeri GKS-25 konusunda gerçekleşmiş ve bu uygulama 1.YIS-50 konusuyla birlikte ilk grupta yer almıştır. TS uygulaması en düşük pH değerine sahip olmuştur. Konulara göre pH sıralaması $GKS-25 > 1.YIS-50 > 2.YIS-50 > TS > GKS-75 \sim GKS-50$ şeklinde gerçekleşmiştir.

Titre edilebilir asit değerleri (TEA) incelendiğinde konulara göre TEA değerlerinde farklılık gözlenmiş ve yapılan varyans analizi sonucunda konulara göre farklılık önemli bulunmuştur. En yüksek TEA değeri GKS-25 konusunda gerçekleşmiş olup TS uygulaması en düşük TEA değerine sahip olmuştur. Konulara göre TEA sıralaması $GKS-25 > 1.YIS-50 > 2.YIS-50 > GKS-50 > GKS-75 > TS$ şeklinde gerçekleşmiştir.

Su kullanım ve sulama suyu kullanım etkinlikleri incelendiğinde en az su uygulanan konu olan GKS-25 konusunun en yüksek sulama randımana sahip konu olduğu ve en fazla su uygulanan TS konusunun en düşük sulama randımanlarına sahip olduğu görülmektedir.

Araştırma sonuçları ile ilgili olarak aşağıdaki çıkarımlar yapılabilir;

- Deneme konularına uygulanan su miktarı ile verim arasında doğrusal bir ilişki olduğu ve su kısıntısı arttıkça verimde meydana gelen kaybında arttığı gözlemlenmiştir.
- Kontrol konusuna göre %25 su kısıntısı uygulanan GKS-75 konusunun meyve ağırlığı, meyve eni ve meyve boyu gibi kalite özellikleri açısından TS konusundan daha iyi bir performans sergilediği ortaya çıkmıştır.

- Her iki YIS uygulamasının GKS-50 konusuyla aynı oranda su uygulanmasına karşılık, GKS-50 konusundan daha fazla verim değerlerine sahip oldukları özellikle 1.YIS-50 uygulamasından daha yüksek verim alındığı ve %25 daha fazla su uygulanan GKS-75 konusuna yakın bir verim elde edildiği görülmektedir.
- Sulama randımanları açısından bakıldığında oransal olarak en az verime sahip olan GKS-25 konusunun en çok su kısıtı yapılan konu olduğu olması dolayısı ile randıman oranı yüksek çıkmıştır. YIS konularının WUE ve IWUE değerleri, GKS uygulamalarının tümüne göre yüksek bulunmuştur. Buda YIS uygulamasının GKS uygulamasına göre daha etkin bir uygulama olduğu tezlerini desteklemektedir.
- YIS uygulamalarının verim (aynı oranda su verilen konular bazında) ve buna bağlı olarak WUE ve IWUE parametrelerinde GKS uygulamalarına göre daha yüksek değerler elde edilmesinin nedeni ve YIS uygulamalarında su verilmeyen kök bölgesinden ABA taşınımı sonucu stomaların kapatılması dolayısıyla bitkinin vejetatif gelişmeyi yavaşlatıp generatif gelişmesini hızlandırması etkisinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Bu durum daha önceki yapılan çalışmalarla ilgili literatür bilgileri ile uyumlu olup araştırma bulguları yapılan çalışmaları teyit etmektedir.
- Araştırmada en yüksek SÇKM, pH ve TEA değerleri, en fazla su kısıtı uygulanan GKS-25 konusunda elde edilmiş olup bu durumun toprak neminin kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50'sinin altına düşmesi sonucu bitkinin stres koşulları altında olduğunun bir göstergesi olduğu düşünülmektedir.

Yukarıda özetlenen sonuçlar ışığında, meyvecilik alanında özellikle de elma yetiştiriciliği ve üretiminin yoğun olarak yapıldığı Isparta bölgesinde ve benzer alanlarda giderek azalan su kaynaklarının gelecekte oluşturacağı olumsuz etkilerinin azaltılması ve alternatif sulama tekniklerinin araştırılarak üreticilerin kullanımına sunulması büyük önem arz etmektedir. Araştırmada elde edilen bulgular ışığında su kaynaklarının yetersiz olduğu bölgelerde 1.YIS-50 uygulamasının sulama randımanı

ve verim değerleri açısından ve GKS-75 uygulamasının meyve kalite özellikleri açısından üreticilere önerilebileceği düşünülmektedir.

Araştırmadaki elde edilen bulgular genel olarak, YIS ve kısıtlı sulama uygulamalarının özellikle meyve kalite parametreleri üzerinde olumlu katkısı olduğu yönündeki literatür bilgilerini destekler nitelikte olup YIS ve kısıtlı sulama uygulamalarıyla ilgili meyve çeşitlerinde özellikle elmada daha fazla çalışmanın yapılması bu yöntemlerin etkinliğinin ortaya konulması açısından fayda sağlayacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Anonymous, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. United States Salinity Laboratory Staff. Agriculture Handbook No: 60, USDA, s:160
- Anonymous, 1986. Yield Response to Water. Irrigation and Drainage Paper, 33, Rome.
- Anonymous, 2003. Water for People, Water for Life. World Water Assessment Program. The United Nations World Water Development Report.
- Anonymous, 2007. ICCP, Summary for Policymakers In: M.L. Parry; O.F. Canziani, J.P., Palutikof, P.J., V., Linden, C.E. Hanson (eds.), Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 7-22.
- Anonim, 2010. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü http://www.kkgm.gov.tr/birim/bitkikoruma/teknik_talimat/meyve_hast_zar/el_ma_kara_lekesi_hast.pdf. Erişim Tarihi:25.12.2010.
- Anonim, 2009a. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?tb_id=45&ust_id=13. Erişim Tarihi:20.11.2010.
- Anonim, 2009b. Toprak ve Su Kaynakları, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm>. Erişim Tarihi:14.07.2010.
- Altunbey, H., 2005. Fasulyenin Tam ve Yarı Islatmalı Toprak Altı Damla Sulamaya Tepkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 43s, Kahramanmaraş.
- Assaf, R., Levin, I., Bravdo, B., 1976. Effect of Irrigation Regimes on Trunk and Fruit Growth Rates, Quality and Yield of Apple Trees. Journal of Horticultural Science, 50 (4) 481-493.
- Ayars, J. E., Christen E. W., Soppe, R. W., Meyer, W.S., 2006. The Resource Potential of in-situ Shallow Groundwater Use in Irrigated Agriculture: A Review. Irrigation Science, 24 (3), 147-160.
- Bacon, M.A., Wilkinson, S., Davies, W.J., 1998. Ph-Regulated Leaf Cell Expansion in Droughted Plants is Abscisic Acid Dependent. Plant Physiologies, 118:1507-1515.
- Barragan, J., Wu, I.P., 2001. Optimal Schedluing of a Microirrigation System Under Deficit Irrigation. Journal of Agricultural Engineering Research, 80 (2):201-208.
- Bergamini, A., Angelini, S., Bigaran, F., 1988. Effect of Different Rootstocks and of Cropping of Trees on Golden Delicious. Societa Orticola Italiano, 545-553.

- Blasse, W., Bringezu, A., Grittner, I., 1990. Reaction of the Apple Cultivars Gelber K tlicher and Gloster to Irrigation. Gartenbau, 35 (7), 209-21, (Horticulture Abstract. 60, 4045).
- Bouyoucous, W.S., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mecanical Analysis of Soils. Argon, Volume: 43, Pp: 434-448.
- Bucks, D.A., Sammis, T.W., Dickey G.L.,1990. Irrigation for Arid Areas, Chapter 14, Management of Farm Irrigation Systems (Ed. Hoffman et. all.). An ASAE Monograph, ASAE, St. Joseph, MI 49085-9659, USA. s. 499-548.
- Burak, M., Büyükyılmaz, M.,  z, F., 1997. Granny Smith Elma  eşidinin Farklı Anaçlar  zerindeki Verim ve Kalite  zelliklerinin Belirlenmesi. Yumuşak  ekirdekli Meyveler Sempozyumu, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova.
- Burak, M., Büyükyılmaz, M.,  z, F., 1999, Starking Delicious ve Golden Delicious Elma  eşitlerinin Farklı Anaçlar  zerindeki Verim ve Kalite  zelliklerinin Belirlenmesi. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Ankara, s:284-288.
- Büyüktaş, D., Bastuğ, R., 2007. Küresel Isınmanın Tarım ve Su Kullanımına Etkileri. Antalya Su Sempozyumu, Antalya, s:133-138.
- Caspari, H. W., Neal, S., 2004. Partial Rootzone Drying- a New Deficit Irrigation Strategy for Apple. Acta Horticulture, 646, ISHS, 93-10059
- Caspari, H.W., Einhorn, T.C., Leib, B.G., Redulla, C.A., Andrews, P.K., Lombardini, L., Auvil, T., McFerson, J.R., 2004. Progress in The Development of Partial Rootzone Drying of Apple Trees, Acta Horticulture (ISHS) 664:125-132
- Chaffey, N., 2001. Restricting Water Supply Enhances Crop Growth. Trends Plant Science, 6(8):346.
- Centritto, M., Wahbi, S., Serraj, R., Chaves, M.M., 2005. Effects of Partial Rootzone Drying on Adult Olive Tree in Fieldconditions under Arid Climate in Photosynthetic Responses. Agricultural Ecosystems Environment, 106:303-311.
- Crabtree, R.J., Yassin, A.A., Kargougou, I., Mcnew, R.W., 1985. Effects of Alternate-Furrow Irrigation: Water Conservation on the Yields of Two Soybean Cultivars. Agricultural Water Management, 10: 253-264.
- Costa J. M., , Ortu o M. F., Chaves M. M., 2007. Deficit Irrigation as a Strategy to Save Water: Physiology and Potential Application to Horticulture. Journal of Integrative Plant Biology, Volume 49, Issue 10, 1421 – 1434.
-  ağlar, K. ., 1969. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:10, Ankara, 230s.

- Çepel, N., 1988. Toprak İlimi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları No:389, İstanbul.
- Davies, W.J., Zhang, J., 1991. Root Signals and The Regulation of Growth and Development of Plants In Drying Soil. Annual Review Plant Physiologies. Plant Molecular Biologies, 42: 55-76.
- Davies, W.J., Bacon, M.A., Thompson, D.S., Sobeih, W., González Rodríguez, L., 2000. Regulation of Leaf and Fruit Growth in Plants Growing in Drying Soil: Exploitation of the Plants' Chemical Signalling System and Hydraulic Architecture to Increase the Efficiency of Water Use in Agriculture. Journal of Experimental Botany, 51(350): 1617-1626.
- De Souza, C.R., Maroco, J.P., Dos Santos, T.P., Rodrigues, M.L., Lopes, C., Pereira, J.S., Chaves, M.M., 2005. Control of Stomatal Aperture and Carbon Uptake by Deficit Irrigation in Two Grapevine Cultivars. Agricultural Ecosystems Environment, 106: 261-274.
- Dorji, K., Behboudian, M.H., Zebge-Dominguezj, A., 2005. Water Relations, Growth, Yield, and Fruit Quality of Hot Pepper under Deficit Irrigation and Partial Rootzone Drying. Science Direct Scientia Horticulture, 104 (2005)137- 149.
- Doorenbos, J., Pruitt, W.O., 1977. Guidelines for Prediction Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper 24. FAO, Rome, Italy, 14 p.
- Doorenbos, J., Kassam, A.H., 1979. Yield Response to Water. Irrigation and Drainage Paper: 33, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 193p.
- Dozier, W. A., Knowles, J.W., Griffey, W. A., Burgess, H. E., Mayton, E. L., Powell, A. A., Mc Guire, J.A., 1984. Evaluation of Five Non-spur Strains of Red Delicious Apples in Control. Alabama Agricultural Experimental Stn. Bull. No:557.
- Düzgüneş, O. 1963. Bilimsel Araştırmada İstatistik Prensipleri ve Özellikleri. Ege Üniversitesi, İzmir.
- Ebel, R.C., Proebsting, E.L., Patterson, M.E., 1993. Regulated Deficit Irrigation May Alter Apple Maturity, Quality, and Storage Life. HortScience: a Publication of the American Society for Horticultural Science (USA), 28(2), 141-143 p.
- Einhorn, T., Caspari, H.W. 2004. Partial Rootzone Drying and Deficit Irrigation of Gala Apples In a Semi-Arid Climate. Acta Horticulturae (ISHS) 664:197-204.
- Einhorn, T., 2006. Water Relations of Apple Trees (*Malus x domestica* Borkh., cv. *Gala*) under Partial Rootzone Drying Irrigation. Colorado State University. Fort Collins, 2006, Umi No: 3246273

- Ekici, B., 2002. Sera Domates Yetiştiriciliğinde Kısmi Kök Kuruluğu Sulama Tekniğinin Bitki Büyümesi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Eren, İ., 2002. Eğirdir Yöresinde Yetiştirilen Bazı Elma Çeşitlerinin Optimum Derim Zamanları ve Soğuk Depolarda Muhafaza Olanakları Üzerine Araştırmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri A. B. D. Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Ercişli, S., Güteryüz, M. Pamir, M., 1988. Farklı Anaçların Bazı Elma Çeşitlerinin Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi. Journal of Agriculture and Forestry 24(2000), Ek sayı 4. 533-539. Tübitak, Ankara.
- Eriş, A., 1995. Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No:11, 152 s., Bursa.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2003. Review of World Water Resources by Country. Water Reports 23, Rome, 110 p.
- Ferree, D.C., Carlson, R.F., 1987. Apple Rootstocks. In Rootstocks For Fruit Crops Books. P: 107-138. John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Gençoğlan, C., Yazar. A., 1999. Kısıntılı Su Uygulamalarının Mısır Verimine ve Su Kullanım Randımanına Etkileri. Tr. Journal of Agriculture and Forestry, 23:233-241.
- Gençoğlan, C., Altunbey, H., Gençoğlan, S., 2006. Response of Green Bean (*P. Vulgaris* L.) to Subsurface Drip Irrigation and Partial Rootzone-Drying Irrigation. Agricultural Water Management, 84(3): 274-280.
- Gençoğlan, C., Kırac, A. M., 2008. Damla Sulama Yöntemi ile Uygulanan Bazı Sulama Tekniklerinin Tam Bodur Elma Ağaçlarında Su Kullanımına ve Topraktaki Tuz Birikimi Üzerine Olan Etkileri. Sulama Tuzluluk Toplantısı, Şanlıurfa. s:177-190
- Gergely, I., 1979. Effect of Irrigation on Apple Tree Condition. Ujabb Kutatasi Eredmenyek Gyömolcstermesztesben Horticultural Abstract, 51: 7619, 6, 51-58.
- Graterol, Y. E., Eisenhauer, D.E., Elmore, R.W., 1993. Alternate-Furrow Irrigation for Soybean Production. Agricultural Water Management, 24: 133-145.
- Günbatılı F., Demirören T., 1980. Tokat-Kazova Koşullarında Elmanın Su Tüketimi. Topraksu Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No: 37, Seri No: R-25, Tokat.
- Güngör H., Kanburoğlu, S., 1978. Orta Anadolu Koşullarında Elmanın Su Tüketiminin Tarla Parsellerinde Saptanması. Topraksu Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No: 143, Seri No: R-103, Eskişehir.

- Güngör, Y., Yıldırım, O., 1989. Sulama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, Genel Yayın No: 1155, Ders Kitapları Yayın No: 325, 371s. Ankara.
- Güngör, Y., Erözel, Z. A., Yıldırım, O., 2004. Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1540, Ders Kitabı Yayın No: 493, Ankara.
- Hiçyakkalmaz, T., Açar, T. İ., Kaşka, N., 1994. Pozantı-Kamışlı Vadisinde Yetiştirilen Önemli Elma Çeşitlerinin Optimum Derim Zamanlarının Saptanması ve Soğuk Depolarda Muhafazası. III. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Kongresi, Adana.
- Hızalan, E., Ünal, H., 1965. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:278, Ders Kitabı No:97, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Hillel, D., Guron, Y., 1975. Relation between Evapotranspiration Rate and Maize Yield. Water Research, 9, 743-748.
- Hocaoğlu, Ö.L., 1966. Toprakta Organik Madde, Nitrojen ve Nitrat Tayini. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zirai Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten, No: 9
- Hoffman G.J., Evans, R. G., 2007. Introduction, Chapter 1, in Design and Operation of Farm Irrigation Systems. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 1-32.
- Solomon., K.H., Hulme, A. C., Rhodes, J. C., 1970. Pome Fruits. In the Biochemistry of Fruit and Their Products. Volume I. Academic Press, London- Newyork.
- James, L.G. 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons, Inc., 543, New York.
- Janick, J. J.N. Cummins, S.K. Brownand, M. Hemmat., 1996. Apples, In: Fruit Breeding. John Wiley and Sons, Inc. New York, USA, pp.1-77.
- Kacar, B., 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, Ankara.
- Kader, A.A., 1992. Postharvest Technology of Horticulture Crops. Division of Agroculture and National Resources, University of California. Publish: 3311 s: 21-28
- Kaman, H., 2002. Yarı Islatmalı Sulama Uygulaması Altında Yetişen Domates ve Pamuğun Kök Bölgesindeki Tuz Yığılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama A. B. D.Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Kaman, H., 2006. Çukurova Koşullarında Geleneksel Kısıntılı ve Yarı Islatmalı Sulama Uygulamalarına Bazı Mısır Çeşitlerinin Verim Tepkileri. Çukurova

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama A. B. D. Doktora Tezi, Adana. 77s.

- Kaman, H., Kırdı, C., Çetın, M., Topcu, S., 2006. Salt Accumulation in the Root Zones of Tomatoa Cotton Irrigated with Partial Root-Drying Technique. *Irrigation Drainage*, 55: 533-544.
- Kanber, R., Kırdı, C., 1994. Evaluation of Deficit Irrigation Programmes of Cotton, Maize, Wheat and Soybean. *International Conference on Land and Water Resources Management in the Mediterranean Region, Volume-V, Istituto Agronomico Mediterraneo Valenzano Bari Italy*. p: 117–133.
- Kanber, R., Çullu, M. A., Kendirli, B., Antepli, S., Yılmaz, N., 2005. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, Ankara*, s:213-251.
- Kanber, R., Ünlü, M., Tekin, S., Koç, L., Kapur, B., 2007. Akdeniz İklim Koşullarında Kimi Tarla Bitkilerinin Su Kullanım Randımanlarının İrdelenmesi. *Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, Erzurum*
- Kanber, R., Baştuğ, R., Büyüктаş, D., Ünlü, M., Kapur, B., 2010. Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynakları ve Tarımsal Sulamaya Etkileri. *Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ankara*.
- Kang, S., Liang, Z., Hu, W., Zhang, J., 1998. Water Use Efficiency of Controlled Alternate Irrigation on Root-Divided Maize Plants. *Agricultural Water Management*, 38: 69–76.
- Kang, S., Liang, Z., Pan, Y., Shi, P., Zhang, J., 2000. Alternate Furrow Irrigation for Maize Production in an Arid Area. *Agricultural Water Management*, 45: 267-274.
- Kang, S., Zhang, L., Hu, X., Z., Jerie, P., 2001. An Improved Water Use Efficiency for Hot Pepper Grown under Controlled Alternate Drip Irrigation on Partial Roots. *Science Horticultural*, 89: 257-267.
- Kang, S., Hu, X., Goodwin, I., Jerie, P., 2002. Soil Water Distribution, Water Use, and Yield Response to Partial Root Zone Drying under a Shallow Groundwater Table Condition In A Pear Orchard. *Science Horticultural*, 92: 277-291.
- Kang, S., Hu, X., Jerie, P., Zhang, J., 2003. The Effects of Partial Rootzone Drying on Root, Trunk Sap Flow and Water Balance in an Irrigated Pear (*Pyrus Communis* L.) Orchard. *Journal Hydrology*, 280: 192-206.
- Kang, S., Zhang, J., 2004. Controlled Alternate Partial Root-Zone Irrigation: Its Physiological Consequences and Impact on Water Use Efficiency. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 55, No. 407.

- Karaçalı, İ. Günel, T., 1985. Uşak İli Çevresinde Yetiştirilen Elma Çeşitlerinin Depolanmasında Görülen Önemli Fizyolojik Bozukluklar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bornova.
- Karaçalı, İ., 1993. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494. E.Ü. Matbaası, Bornova. 413 s.
- Karaçalı, İ., 2004. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, İzmir, 472 s.
- Kaynaş, K., Karaçalı, İ., 1988. Doğu Marmara Bölgesinde Yetiştirilen Golden Delicious ve Starkspur Golden Delicious Elma Çeşitlerinin Yöresel Olgunluk Standartlarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Bahçe Dergisi, 17(1-2): 45-58.
- Korban, S.S., H. Skirvin. 1984. Nomenclature of the Cultivate Apple. Horticultural Science 19:177-180.
- Kırda, C., Moutonnet, P., Hera, C., Nielsen, D.R., 1999. Crop Yield Response to Deficit Irrigation. Kluwer Academic Publish, Dordrecht, The Netherlands, p:258.
- Kırda, C., Çetin, M., Daşgan, Y., Topçu, S., Kaman, H., Ekici, B., Derici, M.R., Özgüven, A.I., 2004. Yield Response of Greenhouse Grown Tomato to Partial Root Drying and Conventional Deficit Irrigation. Agricultural Water Management 69: 191- 201.
- Kırda, C., Topcu, S., Kaman, H., Ülger, A.C., Yazıcı, A., Çetin, M., Derici, M.R., 2005. Grain Yield Response and N-Fertiliser Recovery of Maize under Deficit Irrigation. Field Crops Research, 93: 132-141.
- Kırda, C., Topcu, S., Çetin, M., Kaman, H., Topaloğlu, F., Derici, M.R., Daşgan, Y., 2006. Partial Root Drying and Conventional Deficit Irrigation for Increasing Irrigation-Water Use Efficiency of Major Crops in the Mediterranean Region. 18th International Soil Meeting, Proceedings Volume I, Şanlıurfa, 272-278.
- Kıvanç, K., 1991. Isparta Atabey Ovasında Elmanın Su Tüketimi. Köy Hizmetleri Konya Araştırma Enstitüsü Genel Yayın No: 142, Seri No: 116, Konya.
- 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. Tr. Journal of Agriculture and Forestry, 23, Ek sayı 4, 909-920.
- Kruse, E. G., Bucks, D. A., Bernuth, R. D., 1990. Comparison of Irrigation Systems. Irrigation of Agricultural Crops. 475-508, Ed: Stewart, B. A., Nielsen D. R., American Society of Agricultural Engineers, Argon, Madison, Wisconsin, USA.
- Leib, B. G., Caspari, H. W., Andrews, P, K. Redulla, C. A., Jabro, J. D., Strausz, D., 2004. Deficit Irrigation and Partial Rootzone Drying Compared İn Fuji

- Apples: Fruit Yield, Fruit Quality and Soil Moisture Trends. American Society of Agricultural Engineers (ASAE) Annual International Meeting, Ottawa, ON, Canada.
- Levin, Bravdo, B., Assaf, R., 1976. Relation Between Apple Root Distribution and Soil Water Extraction in Different Irrigation Regimes. Institute of Soil Water, Agricultural Research Organization, Volcani Center, Bet Dagan, Israel.
- Lombardini, L., Caspari, H.W., Elfving, D.C., Auvil, T. D., Mcferson, J.R., 2004. Gas Exchange and Water Relations in Fuji Apple Trees Grown under Deficit Irrigation. Proc. XXVI IHC-Deciduous Fruit and Nut Trees. Acta Horticulturae, 636:43-50.
- Magness, J. R., Taylor, G. F., 1925. An Improved Type of Pressure Tester for the Determination of Fruit Maturity. U. S. Department of Agricultural, Sircular : 350.
- Martin, D.L., Gilley, J.R., Suppala, R.J., 1989. Evaluation of Irrigation Planning Decisions. Journal Irrigation Drainage Engineering, 115: 58-77
- Mills, T. M., Clothier B. E., Behboudian, M. H., 1997. The Water Relations of Breaburn Apple Fruit Grown under Deficit Irrigation. Acta Horticulturae (ISHS) 449:385-392.
- Munns, R., Cramer, G.R., 1996. Is Coordination of Leaf and Root Growth Mediated by Absciscic Acid Opinion. Plant and Soil, 185: 33–49.
- Nakajima, H., Behboudian, M.H., Greven, M., Zegbe-domínguez, J.A., 2004. Mineral Contents of Grape, Olive, Apple, and Tomato under Reduced Irrigation. Short Communication, Journal of Plant Nutrition Soil Science, 167: 91-92.
- O'Connell, M. G., Goodwin, I. 2007. Responses of Pink Lady Apple to Deficit Irrigation and Partial Rootzone Drying: Physiology, Growth, Yield and Fruit Quality. Australian Journal of Agricultural Research, 58:1068-1076.
- Onur, S., 1977. Yerli ve Yabancı Armut Çeşitlerinin Seçimi. Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Dergisi, Cilt 8, Sayı 2.
- Orta, A.H., Yüksel, A.N., Erdem T., 2000. Tekirdağ Koşullarında Farklı Sulama Yöntemlerinin Elma Ağaçlarının Su Tüketimine Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 6 (3), 109-115, Ankara.
- Orta, A. H., A. Yüksel, 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.

- Öz, F., Çelebioğlu, G., 1974. Marmara Bölgesi İçin Ümitvar Elma Çeşitleri. I. Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma ve Eğitim Merkezi Dergisi, 3-49 : 1-14
- Öz, F., Burak, M., Büyükyılmaz, M., 1996. Elma Anaç-Çeşit Adaptasyon Denemesi. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yalova, 24 s.
- Özcan, M., Kaşka, N., 1992. Pozantı Kamışlı Vadisinde Yetiştirilen Amasya, Starking ve Golden Delicious Elmalarının Muhafazası Üzerinde Araştırmalar. 1. Derim Zamanının Saptanması, Doğa 16 : 519-527.
- Özbek, S., 1978. Özel Meyvecilik Kışın Yaprağını Döken Meyve Türleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 128, 48 s.
- Özçağırın, R., A. Ünal, E. Özeker, M. Isfendiyaroglu, 2004. Ilıman İklim Meyve Türleri, Yumuşak Çekirdekli Meyveler. Cilt: II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 556, Bornova, İzmir.
- Özyiğit, S., 1991. Eğirdir Yöresinde Yetiştirilen Önemli Elma ve Armut Çeşitlerinin Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri A.B.D., Edirne.
- Pereira, L.S., Oweis, T., Zairi, A., 2002. Irrigation Water Management under Water Scarcity. Agricultural Water Management, 57, 175-206.
- Peech, M., 1965. Hydrogen-Ion Activity in Methods of Soil Analysis. Part II, American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA, p: 914-926.
- Petersen, R.G., Calvin, L.D., 1965. Sampling Methods of Soil Analysis. (C:A:Black Et. Al. Edit.), Part 1, Agronomy Series No:9, American Society of Agronomy Inc., Publish, Madison Wisconsin, USA, P:54-72.
- Phipps, J.B., Robertson, K.R., Smith, P.G., Rohrer, J.R., 1990. A Checklist of the Subfamily Maloideae (Rosaceae). Journal of Botany, Canada, 68:2209-2269.
- Rakicevic, M., 1990. The Effect of Early Bearing, Fruit Weight and Vegetative Growth in the Apple Cultivars Golden Delicious. Jugoslovensko Vocarstvo, 23 (1-2), 571-574, 1989 (Horticultural Abstract. 60, 4928).
- Ro, H.M., 2001. Water Use of Young Fuji Apple Trees at Three Soil Moisture Regimes in Drainage Lysimeters. Agricultural Water Management, 50: 185-196.
- Rodriguez, A. R., Lozano A. B., 1991. Effects of Three Systems and Levels on Irrigating Apple Trees. Scientia Horticulturae, Volume 47, Is:1-2, P: 67-75.
- Ryan, J., Estafan, G., Rashid, A., 2001. Soil and Plant Analysis Laboratory Manual. (2nd Edition) Icarda and Nars, Aleppo, Syria. P: 135-140

- Sadler, G.D., Murphy, P.A., 1998. pH and Titratable Acidity. In Food Analysis (2nd Edition) Books, p: 99-117. Aspen Publishers, Inc., Maryland.
- Stegman, E.C., 1981. Corn Grain Yield as Influenced by Timing of Evapotranspiration Deficits. *Irrigation Science*, 3: 75–87.
- Stewart, J.I., Cuenca, R.H., Pruitt, W.O., Hagan, R.M., Tosso, J., 1977. Determination and Utilization of Water Production Functions for Principal California Crops. W-67, University of California, Davis, USA.
- Stikic, H., Popovic, S., Srdic, M., Savic, D., Jovanovic, Z., Prokic, Lj., Zdravkovic, J., 2003. Partial Root Drying: A New Technique for Growing Plants That Saves Water and Improves the Quality of Fruit. *Bulgarian Journal Plant Physiologies*, Special Issue, 4- 171.
- Stoll, M., Loveys, B., Dry, P., 2000. Hormonal Changes Induced by Partial Rootzone Drying of Irrigated Grapevine. *Journal of Experimental Botany*, 51(350): 1627-1634.
- Senyiğit, U., Dağdelen, N., Aşkın, M. A., Kadayıfçı, A., Öz, H. 2008. Farklı Sulama Yöntemlerinin M9 Klonal Anacı Üzerine Asılı Elma Ağaçlarının Vejetatif Gelişimi Üzerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 5 (1):8-16, 2010, ISSN 1304-9984.
- G. Talluto, Farina, V., Volpe, G., Lo Bianco, R., 2008. Effects of Partial Rootzone Drying and Rootstock Vigour on Growth and Fruit Quality of Pink Lady Apple Trees in Mediterranean Environments, *Australian Journal of Agricultural Research* 59(9) 785–794.
- Tardieu, F., Davies, W.J., 1992. Stomatal Response to Abscisic Acid is A Function of Current Plant Water Status. *Plant Physiologies*, 92:540-545.
- Tekinel, O., R. Kanber, M. Ünlü , F. Topaloğlu, 2001. şanlıurfa-Harran Sulamasında Tuzluluk Sorunu ve Alınması Gereken Önlemler. 1. Ulusal Sulama Kongresi, Antalya.
- Tekintaş, F.E., A. Kankaya, E. Ertan, H.G. Seferoğlu, 2006. M9 Anacı Üzerine Aşılı Bazı Elma Çeşitlerinin Aydın İli Koşullarındaki Performanslarının Belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2): 27-30.
- Tojnko S., Cmelik Z., 2000. Influence of Irrigation on Fertilization on Performances of Apple Trees. *International Society for Hort. Science Fourth International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops University of California, Davis.*
- Truter, A. B., Eksteen, G. J., Van Der Westhuizen, A. J. M., Voller, C. P., 1985. Evaluation of Maturity Indices to Determine Optimum Picking Stage of Apples. *Horticultural Science/Tuinbouwetenskap*, 2:19-25.

- Tuncel, N., 1985. Bazı Elma ve Armut Çeşitlerinde Derim Öncesi, Derim ve Muhafaza Sırasında Meyvenin Solunumu ile Diğer Bazı Fizyolojik Olaylar Arasındaki İlişkiler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi. Ankara.
- Tüzüner, A. 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., Çetiner, G., 2000. Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, ÇKÖK Genel Müdürlüğü, Ankara. 7-24.
- Ünlü, M., Kanber, R., Kapur, B., Koç, D. L., Tekin, S., 2008. Tarımsal Sulamada Su Artırımı: Kısıntılı Sulama Yaklaşımı. Sulama – Drenaj Konferansı, DSİ VI. Bölge Müdürlüğü, Adana.
- Van Hooijdonk Ben M. , Dorji Karma, Hossein Behboudian M., 2007. Fruit Quality of Pacific Rose Apple Grown Under Partial Rootzone Drying and Deficit Irrigation. International Journal of Food, Agriculture and Environment, volume: 5, n 3-4, pp. 173-178.
- Wakrim, R., Wahbi, S., Tahı, H., Aganchich, B., Serraj, R., 2004. Comparative Effects of Partial Root Drying and Regulated Deficit Irrigation on Water Relations and Water Use Efficiency in Common Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.). Agriculture, Ecosystems and Environment, 106: 275-287.
- Wahbi, S., Wakrim, R., Aganchich, B., Tahı, H., Serraj, R., 2005. Effects of Partial Rootzone Drying on Adult Olive Tree (*Olea Europaea*) in Field Conditions under Arid Climate. I. Physiological and Agronomic Response. Agriculture, Ecosystems and Environment, 106: 289-301.
- Way, R.D., Aldwıckle, H.S., Lamb, R.C., Rejman, A., Sansavini, S., Shen, T., Watkins, R., Westwood, M.N., Yoshida, Y., 1990. Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops. 1. International Society for Horticultural Science, Wageningen, p: 63.
- Weber, M.S., 2001. Optimizing the Tree Density in Apple Orchards on Dwarf Rootstock. Proc. 7th International Symposium on Orchard and Plant Systems Acta Horticulturae, 557:229.
- Wilkinson, S., Davies, W.J., 1997. Xylem Sap Ph Increase: A Drought Signal Received at the Apoplastic Face of the Guard Cell That Involves the Suppression of Saturable Abscisic Acid Uptake by the Epidermal Symplast. Plant Physiologies, 113:559-573.
- Yıldırım, O., Kodal, S., Selenay, M. F., Yıldırım, E., 1995. Kısıntılı Sulamanın Verime Etkisi. V. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri. s:347-365. Antalya.
- Yıldırım, O., 2008. Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1565, Ders Kitabı: 518, s. 5-6

- Yılmaz, H., 1989. Bazı Elma ve Armut Çeşitlerinde Gelişme ve Olgunlaşmaları Arasındaki Fiziksel ve Kimyasal Değişimler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Yılmaz, H., 2003. Iğdır Ovası Koşullarında MM 106 Anacı Üzerine Aşılı Golden Delicious Elma Çeşidinin Sulama Programının Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama A. B. D., Yüksek Lisans Tezi, 49 s., Erzurum.
- Yurtsever, N. 1984. Tarla Deneme Tekniği. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No:91, Eskişehir.
- Zebge, J.A., Behboudian, M.H., Clothier, B.E., 2004. Partial Rootzone Drying is A Feasable Option for Irrigating Processing Tomatoes. Agricultural Water Management 68: 195- 206.
- Zegbe, J.A., Behboudian, M.H., Clothier, B.E., 2007. Reduced Irrigation Maintains Photosynthesis, Growth, Yield and Fruit Quality in Pacific Rose Apple. Journal of Sustainable Agriculture, Volume 30, Issue 2.
- Zebge-Dominguez, J.A., Behboundian, M.H., Lang, A., Clothier, B.E., 2003. Deficit Irrigation and Partial Rootzone Drying Maintain Fruit Dry Massand Enhance Fruit Quality in Petoprid Processing Tomato. Science Horticultural 98: 505–51.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Zekeriya AY
Doğum Yeri ve Yılı : Aksaray -1975
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce



Eğitim Durumu (Kurum)	Yıl	:
Lise : Ankara Laborant Meslek Lisesi	1989-1992	
Lisans : Selçuk Üniv. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü	1994-1999	

Çalıştığı Kurumlar	Yıl	:
1-Ahiler Kalkınma Ajansı (DPT - Nevşehir)	2010 - ...	
2- Eğirdir Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü	2007 - 2010	
3- Kastamonu Tarım İl Müdürlüğü	2004 - 2007	
4- Gaziantep İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü	2001 - 2004	
5- Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Hububat Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	1995 - 2001	
6- Bornova Veteriner Kontrol ve Araşt. Enstitü Müdürlüğü	1992 - 1995	

Yayınlar :

- 1- **Ay, Z.**, Küçükyumuk, C., 2010. Meyve Yetiştiriciliğinde Su Tasarrufuna Yönelik Çalışmalar, 1. Toprak ve Su Kaynakları Kongresi Bildiri Kitabı, Eskişehir.
- 2- Küçükyumuk, C., **Ay, Z.**, 2010. Meyve Yetiştiriciliğinde Yüzey Sulama Yönteminden Damla Sulama Yöntemine Geçişte Yapılan Hatalar ve Çözüm Yolları, 1. Toprak ve Su Kaynakları Kongresi Bildiri Kitabı, Eskişehir.
- 3- Uçgun, K, **Ay, Z.**, Altındal, M., 2009. MM 106 Anacına Aşılı Jersey Mac Elma Çeşidinde Bazı Besin Elementlerinin Yıl Boyunca Yaprak ve Bitki Öz Suyunda Mevsimsel Değişimleri, 1. Ulusal Elma Sempozyumu, Karaman.
- 4- Uçgun, K, **Ay, Z.**, Atasay, A., 2009. MM 106 Elma Klon Anacında Mikoriza Uygulamalarının Bitki Gelişimine Etkileri, 1. Ulusal Elma Sempozyumu, Karaman.