



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PATATES TARIMINDA FARKLI SULAMA
YÖNTEMLERİNİN SU KULLANIMI, VERİM
VE ENERJİ TÜKETİMİ YÖNÜNDEN
KARŞILAŞTIRILMASI**

DURAN YAVUZ

DOKTORA TEZİ

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Ekim-2011
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Duran YAVUZ tarafından hazırlanan "Patates Tarımında Farklı Sulama Yöntemlerinin Su Kullanımı, Verim ve Enerji Tüketimi Yönünden Karşılaştırılması" adlı tez çalışması 05.10.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Danışman

Prof. Dr. Mehmet KARA

Üye

Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

Üye

Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN

Üye

Prof. Dr. Süleyman SOYLU

Üye

Doç. Dr. Yeşim ERDEM

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylıyorum.

Prof. Dr. Bayram SADE
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından 08101015 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.


Duran YAVUZ
2011

ÖZET

DOKTORA TEZİ

PATATES TARIMINDA FARKLI SULAMA YÖNTEMLERİNİN SU KULLANIMI, VERİM VE ENERJİ TÜKETİMİ YÖNÜNDEN KARŞILAŞTIRILMASI

DURAN YAVUZ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet KARA

2011, 119 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Mehmet KARA
Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN
Prof. Dr. Süleyman SOYLU
Doç. Dr. Yeşim ERDEM

Yapılan bu çalışmada, Konya Ovası'nda, yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinin, patatesin verim ve kalite özellikleri ile su ve enerji kullanımına etkileri araştırılmıştır. Ayrıca, damla sulama yönteminde iki farklı lateral aralığı (70 cm ve 140 cm) ve iki farklı ıslatılan alan yüzdesinin (% 100 ve % 75) patatesin verim ve verim unsurları üzerine etkileri de incelenmiştir. Araştırma, 2008 ve 2009 yıllarında, Konya Şeker A.Ş.'nin Alakova'daki deneme arazisinde yürütülmüştür.

Bölge koşullarında, her iki deneme yılının ortalaması dikkate alındığında, patates bitkisinin yetiştirme dönemleri içinde gerçekleşen mevsimlik bitki su tüketimi ortalama 670.23 mm ile yağmurlama sulama yönteminde en yüksek olmuştur. Bu değer karık sulama yönteminde 618.30 mm, damla sulama yönteminde ise 572.17 mm olarak bulunmuştur. Mevsimlik bitki su tüketimi damla sulama yöntemine kıyasla, yağmurlama ve karık sulama yöntemlerinde sırasıyla % 17.1 ve % 8.1 daha fazla gerçekleşmiştir. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemleri arasında, toplam yumru verimi, bitki başına yumru sayısı, yumru çapı, yumru boyu, yumru kuru madde oranı, yumru nişasta oranı ve yumru protein oranı açısından istatistiki olarak % 1 ve % 5 önem seviyesinde bir fark bulunmazken, tek yumru ağırlığı ve pazarlanabilir yumru veriminde % 5 seviyesinde fark bulunmuştur. Pazarlanabilir yumru verimi, damla sulama yönteminde yağmurlama yöntemine göre % 11.5, karık yöntemine göre % 5 daha fazladır. Sulama suyu ve su kullanım etkinliği her iki deneme yılında da en yüksek damla yönteminde, en düşük yağmurlama yönteminde elde edilmiş olup, bu değerler damla yönteminde sırasıyla ortalama 8.32 kg/m³ ve 7.51 kg/m³, yağmurlama yönteminde ise sırasıyla ortalama 6.09 kg/m³ ve 5.76 kg/m³ olarak hesaplanmıştır. Birim alana enerji tüketimi damla yöntemine kıyasla, yağmurlama yönteminde % 22.8 daha fazla olmuştur. Yağmurlama ve damla sulama yöntemleri ile birim alanın sulanması için, yerüstü su kaynaklarına göre yer altı su kaynakları ile sulamada doğrudan enerji tüketimi % 30 daha fazladır.

Damla sulama yönteminde, farklı lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdesinin uygulandığı deneme konularında mevsimlik bitki su tüketimi konulara bağlı olarak 454.38 (lateral aralığı 140 cm, ıslatılan alan yüzdesi % 75) ile 572.17 (lateral aralığı 70 cm, ıslatılan alan yüzdesi % 100) mm arasında değişmiştir. Farklı lateral aralığı uygulaması daha çok yumru verimi, tek yumru ağırlığı, bitki başına yumru sayısı, yumru çapı, yumru boyu, pazarlanabilir yumru verimi gibi patatesin fiziksel kalite unsurları üzerine etkili olurken, ıslatılan alan yüzdesi uygulaması ise yumru nişasta ve protein oranı gibi kimyasal kalite parametreleri üzerinde istatistiki açıdan etkili olmuştur. Damla sulamada farklı lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdelерinin uygulandığı deneme konularında, sulama suyu kullanım etkinliği 8.32 - 4.90 kg/m³, su kullanım etkinliği 7.51 - 5.44 kg/m³ arasında değişmiştir.

Anahtar Kelimeler: ıslatılan alan yüzdesi, Lateral aralığı, Konya Ovası, Patates, Sulama yöntemi.

ABSTRACT

Ph.D THESIS

COMPARISON OF DIFFERENT IRRIGATION METHODS IN TERMS OF WATER USE, YIELD AND ENERGY CONSUMPTION IN POTATO CULTIVATION

Duran YAVUZ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN DEPARTMENT OF FARM STRUCTURES AND IRRIGATION

Advisor: Prof. Dr. Mehmet KARA
2011, 119 Pages

Jury

Prof. Dr. Mehmet KARA
Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN
Prof. Dr. Süleyman SOYLU
Doç. Dr. Yeşim ERDEM

In this study, the effects of different irrigation methods on yield and yield components of potato and water use, energy consumptions of methods were investigated. The methods which were used in this study were sprinkler, furrow and drip irrigation. In drip irrigation, the effects of two different lateral spacing (70 cm and 140 cm) and two different wetted area percentage (100% and 75%) on yield and yield components of potato were also investigated. The study was conducted in Konya Şeker Corporation's experimental fields during the growth season of 2008 and 2009 on Alakova-Konya.

The highest seasonal evapotranspiration through potato growth seasons was obtained from sprinkler irrigated plots with 670.23 mm when considering two years averages. The seasonal evapotranspirations were calculated as 618.30 mm and 572.17 mm in furrow irrigation and drip irrigation methods, respectively. Seasonal evapotranspirations were found 17.1% and 8.1% higher in sprinkler irrigation and furrow irrigation regarding to drip irrigation respectively. It was found no significant differences on total tuber yield, number of tuber per plant, tuber diameter, tuber size, tuber dry mater ratio, tuber starch ratio and tuber protein ratio between sprinkler, furrow and drip irrigation methods statistically. But it was found significant relations between individual tuber weight, marketable tuber yield and irrigation methods at %5 level. Marketable tuber yield was found 11.5% and 5.0% higher in sprinkler and furrow irrigation than drip irrigation respectively. The highest water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE) were obtained with drip irrigation plots while the lowest were obtained from sprinkler irrigation plots for both years. Mean WUE and IWUE was calculated as 8.32 kg/m³ and 7.51 kg/m³ in drip irrigation and 6.09 kg/m³ and 5.76 kg/m³ in sprinkler irrigation respectively. The energy consumption for per unit area was found 22.8% higher in sprinkler irrigation than drip irrigation. It was found that 30% higher energy were consumed in plots irrigated from groundwater resources than the plots irrigated from underground water resources for both drip and sprinkle irrigation methods.

Seasonal evapotranspirations were ranged between 454.38 mm and 572.17 mm in the drip irrigated plots where different lateral spacing and wetted area percentage were applied depending on the treatments. It was found that the different lateral spacing had effected physical quality parameters such as tuber yield, individual tuber yield, number of tuber per plant, tuber diameter, tuber size, marketable tuber yield and wetted area percentage had effected chemical quality parameters such as tuber starch ratio and tuber protein ratio statistically. IWUE and WUE were ranged between 8.32 - 4.90 kg/m³ and 7.51- 5.44 kg/m³ respectively in the drip irrigated plots where different lateral spacing and wetted area percentage were applied.

Keywords: Wetted area percentage, Lateral spacing, Konya Plain, Potato, Irrigation method.

ÖNSÖZ

Tarımsal üretimde verim ve kalitenin artırılması, teknolojik üretim faktörlerinin kullanımı ile sağlanabilmektedir. Bu kapsamda arazi ıslahı, toprak koruma, arazi toplulaştırma, sulama, gübreleme, kaliteli tohum kullanımı, zirai mücadele, uygun alet-makine ve teknik bilgi gibi verim arttırıcı teknolojik üretim faktörlerinden yararlanılabılır. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde sulama diğer teknolojik üretim faktörlerine göre daha fazla önem taşımaktadır.

Sulamada en önemli hususlardan birisi, suyun etkin kullanımınıdır. Tarımda suyun etkin kullanılması en başta, koşullara uygun sulama yönteminin seçilmesine bağlıdır. Sulama yöntemi seçilirken; yöntemin gerektirdiği sulama sisteminin tekniğine uygun olarak planlanması ve tasarımı, sistemin tasarımı öngörüldüğü biçimde kurulması ve işletilmesi, uygulama sırasında izleme ve değerlendirme yapılması ve elde edilecek bilgilerden sorunları giderecek biçimde yararlanılması gerekmektedir.

Kurak ve yarı kurak alanlarda tarımsal sulamada aşırı su kullanımı, yalnızca su kaynaklarını olumsuz etkilememekte aynı zamanda enerji kaynakları, özellikle de yenilenemeyen fosil enerji kaynakları üzerinde olumsuz etki yapmaktadır.

Yapılan bu çalışma ile Konya Ovası'nda, tarımı yapılan bitkilerde yaygın bir şekilde uygulanan yağmurlama ve karık sulama yöntemleri ile bölgede kullanım alanı hızlı bir şekilde artan damla sulama yönteminin, patatesin verim ve verim unsurlarına, su ve enerji kullanımına etkileri araştırılmıştır. Ayrıca damla sulama yönteminde farklı lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdelerinin patatesin verim ve kalite unsurlarına etkileri de incelenmiştir.

Tez çalışmasının her aşamasında yardımcı olan danışman hocam sayın Prof. Dr. Mehmet KARA'ya, tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ ve Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN'a, arazi çalışmalarında yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN, Dr. Sinan SÜHERİ ve bölüm stajyer öğrencilerine, tez raporunun çoğaltılması ve ciltlenmesinde yardımcı olan Arş. Gör. Nurcan ÇİVİCİOĞLU'na tezin arazi çalışması esnasında verdiği tüm desteklerden dolayı Konya Şeker A.Ş.'nin AR-GE Müdürlüğü ve çalışanlarına, maddi destek sağlayan Selçuk Üniversitesi BAP yönetimine teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca ailemin tüm bireyelerine, verdikleri destek ve gösterdikleri hoşgöründen dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Duran YAVUZ
KONYA-2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	7
2.1. Patateste Su-Verim İlişkileri	7
2.2. Sulama Yöntemlerinin Karşılaştırılması	8
2.3. Damla Sulamada Lateral Aralığı ve Islatılan Alan Yüzdesi	14
2.4. Sulamada Enerji Kullanımı	16
3. MATERYAL VE YÖNTEM	22
3.1. Materyal	22
3.1.1. Araştırmanın yapıldığı yer	22
3.1.2. Toprak özellikleri	22
3.1.3. İklim özellikleri	23
3.1.4. Toprak, bitki ve su kaynakları potansiyeli	25
3.1.5. Sulama suyunun sağlanması	26
3.1.6. Sulama sistemi	27
3.1.7. Bitki özellikleri.....	27
3.2. Yöntem.....	27
3.2.1. Toprak ve sulama suyu analizlerinin yapılması	27
3.2.2. Deneme deseni ve araştırma konuları	28
3.2.3. Sulama sistemlerinin tasarlanması ve parsel boyutları	30
3.2.3.1. Damla sulama sisteminin tasarlanması ve parsel boyutları.....	30
3.2.3.2. Yağmurlama sulama sisteminin tasarlanması ve parsel boyutları.....	33
3.2.3.3. Karık sulama sisteminin tasarlanması ve parsel boyutları	34
3.2.4. Tarımsal Uygulamalar	35
3.2.5. Toprak nem içeriğinin ölçülmesi	38
3.2.6. Sulama suyunun hesaplanması ve sulama.....	40
3.2.7. Bitki su tüketiminin hesaplanması	42
3.2.8. Verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi.....	43
3.2.8.1. Yumru verimi	43
3.2.8.2. Tek yumru ağırlığı.....	43
3.2.8.3. Bitki başına yumru sayısı	43
3.2.8.4. Yumru çapı	44
3.2.8.5. Yumru boyu.....	44
3.2.8.6. Pazarlanabilir yumru verimi	44
3.2.9. Sulama yöntemlerinde doğrudan (direkt) enerji kullanımının belirlenmesi	44
3.2.10. Su kullanım ve sulama suyu kullanım etkinliğinin belirlenmesi	47
3.2.11. İstatistiksel analizler	47

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	48
4.1. Toprak ve Su Örnekleri Analiz Sonuçları.....	48
4.1.1. Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	48
4.1.2. Sulama suyunun kimyasal özellikleri.....	49
4.2. Sulama Suyu Miktarları ve Bitki Su Tüketimi Sonuçları.....	49
4.2.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimleri.....	49
4.2.2. Damla sulama uygulamalarında sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimleri.....	54
4.3. Verim ve Verim Unsurlarına İlişkin Sonuçlar.....	59
4.3.1. Yumru verimi.....	59
4.3.1.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde yumru verimleri.....	59
4.3.1.2. Damla sulama uygulamalarında yumru verimleri.....	61
4.3.2. Tek yumru ağırlığı.....	64
4.3.2.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde tek yumru ağırlıkları.....	64
4.3.2.2. Damla sulama uygulamalarında tek yumru ağırlıkları.....	66
4.3.3. Bitki başına yumru sayısı.....	68
4.3.3.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde bitki başına yumru sayıları.....	68
4.3.3.2. Damla sulama uygulamalarında bitki başına yumru sayıları.....	70
4.3.4. Yumru çapı.....	72
4.3.4.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde yumru çapları..	72
4.3.4.2. Damla sulama uygulamalarında yumru çapları.....	73
4.3.5. Yumru boyu.....	76
4.3.5.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde yumru boyları..	76
4.3.5.2. Damla sulama uygulamalarında yumru boyları.....	77
4.3.6. Pazarlanabilir yumru verimi.....	79
4.3.6.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde pazarlanabilir yumru verimleri.....	79
4.3.6.2. Damla sulama uygulamalarında pazarlanabilir yumru verimleri.....	80
4.3.7. Yumru kuru madde oranı.....	83
4.3.7.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde yumru kuru madde oranları.....	83
4.3.7.2. Damla sulama uygulamalarında yumru kuru madde oranları.....	84
4.3.8. Yumru nişasta oranı.....	85
4.3.8.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde yumru nişasta oranları.....	85
4.3.8.2. Damla sulama uygulamalarında yumru nişasta oranları.....	87
4.3.9. Yumru protein oranı.....	89
4.3.9.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde yumru protein oranları.....	89
4.3.9.2. Damla sulama uygulamalarında yumru protein oranları.....	90
4.4. Sulama Suyu-Verim İlişkileri.....	91
4.4.1. Sulama yöntemlerinde sulama suyu-verim ilişkileri.....	91
4.4.2. Damla sulama uygulamalarında sulama suyu-verim ilişkileri.....	94
4.5. Sulama Suyu ve Su Kullanım Etkinliklerine İlişkin Sonuçlar.....	96
4.5.1. Sulama yöntemlerinde sulama suyu ve su kullanım etkinlikleri.....	96

4.5.2. Damla sulama uygulamalarında sulama suyu ve su kullanım etkinlikleri	97
4.6. Sulama Sistemlerinin Doğrudan (Direkt) Enerji Tüketimleri.....	98
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	101
5.1. Sonuçlar	101
5.1.1. Sulama yöntemlerine ilişkin sonuçlar	101
5.1.2. Damla sulama uygulamalarına ilişkin sonuçlar	103
5.2. Sonuçların Değerlendirilmesi ve Öneriler	104
6. KAYNAKLAR	107
ÖZGEÇMİŞ	118

SİMGELER VE KISALTMALAR

Ca ⁺⁺	: Kalsiyum
Cl ⁻	: Klor
CO ₃ ⁼	: Karbonat
HCO ₃ ⁻	: Bikarbonat
K ⁺	: Potasyum
Mg ⁺⁺	: Magnezyum
Na ⁺	: Sodyum
N	: Azot
P	: Fosfor
CaCO ₃	: Kalsiyum Karbonat
EC	: Elektriksel İletkenlik
dS	: Desisimens
SAR	: Sodyum Adsorbsiyon Oranı
C ₂ S ₁	: İkinci Sınıf Tuzluluk Birinci Sınıf Sodiklik
pH	: Hidrojen İyon Konsantrasyonunun Negatif Logaritması
%	: Yüzde
°C	: Santigratderece
atm	: Atmosfer basıncı
BG	: Beygircü
mg	: Miligram
g	: Gram
kg	: Kilogram
t	: Ton
cal	: Kalori
j	: Joule
kj	: Kilojoule
Mj:	Megajoule
PE	: Polietilen
l	: Litre
m ³	: Metreküp
s	: Saniye
h	: Saat
m ²	: Metrekare
ha	: Hektar
da	: Dekar
mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
m	: Metre
DSİ	: Devlet Su İşleri
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
KOP	: Konya Ovaları Projesi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

1. GİRİŞ

İnsan beslenmesinde önemli bir besin kaynağı olan patatesin anavatanı Güney Amerika' daki And dağlarının yüksek yaylalarıdır. Amerika kıtasının keşfinden sonra dünyanın diğer bölgelerine yayılmaya başlamıştır. Önce Kuzey Amerika ve yaklaşık dört asır önce İspanyol denizciler tarafından Avrupa' ya getirilmiştir. Avrupa' da önce “*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*” ve daha sonra ise “*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*” alt türü yetiştirilmeye başlanmıştır. İkincisi giderek yayılmış ve geniş alanlarda yetiştirilmeye başlanmıştır. Bugün tarımı yapılan verimli patates çeşitleri *Tuberosum* alt türünün kendi arasında yine bu alt türün yabancı türlerle yapılmış çeşitli melezlemelerinden elde edilmiştir (Çaylak, 2002).

Birçok ülkede tarımı yapılan patates, üretilen miktar olarak dünyada buğday, mısır ve çeltikten sonra 4. sırada yer almakta olup, bünyesindeki karbonhidrat, protein, mineral maddeler ve vitaminleriyle insan beslenmesinde önemli bir gıda haline gelmiştir. Genellikle haşlanarak veya kızartılarak taze tüketildiği gibi, gelişmiş ülkelerde; sanayide konserve, dondurulmuş parmak patates, cips, püre, granül ve toz gibi formlarda işlenmekte ve pazarlanmaktadır. Ayrıca yan ürün olarak hayvan yemi, nişasta, un ve alkol yapımında da değerlendirilmektedir (Onaran ve ark., 2000).

Türkiye' ye 18. asrın sonlarında Kafkaslar üzerinden önce Doğu Anadolu Bölgesi' ne giren patates bitkisi, daha sonra batı yörelerine yayılmıştır.

Patates yumrusu, önemli bir nişasta kaynağı olmasının yanı sıra, protein, mineral madde, A, B, C vitamin kompleksleri ve karbonhidrat bakımından oldukça zengin olup düşük yağ içeriğiyle dengeli beslenmeye uygun bir besin kaynağıdır.

Patates yumrusunun yaklaşık % 80' i sudur. Bu nedenle yumruların muhafazası ve uzun süreli saklanması çok büyük özen ve iyi bir teknik gerektirmektedir. Patates yumrusunda su dışındaki unsurlar kuru maddeyi oluşturmaktadır. Kuru madde oranı patates çeşitlerine, ekolojik koşullara ve yetiştirme tekniğine göre değişiklik göstermektedir.

Yumruda nişasta oranı, kuru madde oranı ile çok yakın ilişki içerisindedir. Kuru maddenin yaklaşık % 80' i nişastadır. Özetle belirtmek gerekirse; patates yumrusu, besin değeri yüksek proteine, önemli miktarda B grubu vitaminlere ve C vitaminine, demir, magnezyum, potasyum ve fosfor gibi mineral maddelere ve bazı iz elementlere sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı insan beslenmesinde sindirim sistemini ve iyon dengesini rahatlatan ve hatta düzenleyen faydalı bir besin kaynağıdır (Çaylak, 2002).

100 g çiğ patateste; 75 kcal (318 kJ) enerji, 13-20 mg C vitamini, 1.3 g lif, 2.1 g protein, 17.2 g karbonhidrat, 0.2 g yağ bulunmaktadır. Ayrıca, B vitaminleri (özellikle B6), kalsiyum (7 mg), fosfor (53 mg), demir ve potasyum bulunur. Patates elma, armut ve ayvadan daha fazla C vitamini içerir. Proteince fakir bir besin olmasına karşın, patates proteinlerinin yumurta proteinleri kadar kaliteli olduğu bilinmektedir. (Ayas, 2007)

Patates, iklim istekleri açısından toleranslı oluşu, değişik şekillerde değerlendirilebilmesi ve yüksek besleyici değeri nedeniyle birçok ülkede yetiştirilmekte ve tüketilmektedir. Patates birim alandan buğdaya nazaran daha fazla kalori ve protein üretir. Patates bir karbonhidrat kaynağı olup, yumruda nişasta halinde depo edilmiştir. Patates nişasta ve ispiroto endüstrisinin önemli hammaddesi olmakla birlikte daha çok yemeklik olarak üretilir. Patates püresi, jipsi ve patates unu, çok tüketilen önemli besin maddeleri arasında yer alır. Patates insan gıdası, sanayi hammaddesi olmasının yanında kısmen hayvan yemi olarak da kullanılmaktadır (İncekara, 1973).

Patates, kullanma şekline ve gelişme sürelerine göre 2 şekilde sınıflandırılır (Bayraktar, 1981).

Kullanma şekillerine göre:

- Yemeklik çeşitler,
- Sanayide kullanılan çeşitler,
- Hayvan yemi olarak kullanılan çeşitler.

Yetiştirme sürelerine göre:

- Erkenci çeşitler (65-80 gün)
- Orta-erkenci çeşitler (90-120 gün)
- Geççi çeşitler (120-150 gün).

Patates yumrularının kabuk rengi açık sarı, sarı, kahverengi, mor, kırmızı veya mavi olabilir. Rengin oluşumuna çeşit özelliği, toprak yapısı ve sıcaklığının etkisi vardır. Et rengi ise beyaz, kirli beyaz, açık sarı, sarı ve koyu sarı olabilir. Kırmızı ve mor renkli olan patates çeşitleri de vardır. Beyaz etli patateslerde nişasta, sarı renklilerde ise protein oranı yüksektir. Beyaz etli patatesler pişerken dağılırlar. Sarı etli patatesler daha çok yemeklik olarak kullanılırlar. Sarı etli patateslerin lezzetleri beyaz etli patateslere göre daha iyidir. Beyaz etli patatesler püre ve jips üretimi amacıyla sanayide kullanılırlar.

TÜİK' in 2009 yılı verilerine göre Türkiye' de yaklaşık 1 428 738 dekar alandan 4 397 711 ton patates üretimi sağlanmaktadır (Anonim, 2011a). En fazla patates yetiştirilen iller sırasıyla; Niğde, Nevşehir, Ordu, İzmir, Erzurum, Bolu, Trabzon, Afyon ve Konya' dır (Çaylak, 2002).

Kurak ve yarı kurak alanlarda optimum bitki gelişimi için, yağışın bitki yetiştirme süresi içinde hem miktar hem de dağılım açısından yetersiz kalması nedeniyle, patates tarımında sulama, en önemli etken olmaktadır. Bu tip alanlarda sulama, tarımsal üretimde çeşitlilik, verim artışı ve ürün kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir.

Tarımsal gelişmede sulama, en önemli girdilerden biri olup, toprakta bitki için gerekli olan nemi temin ederek verimi artırmanın yanı sıra, sektörü iklim şartlarından (kuraklık) önemli ölçüde bağımsız kılmakta, ilave istihdam yaratmakta, kırsal alanda gelir dağılımını düzeltmekte, gübre kullanımına imkan sağlamakta, üretimin çeşitlenmesine ve bitki yetiştirme süresinin uzunluğuna bağlı olarak birim alandan birden fazla ürün alınmasına imkan vermektedir.

Sulamada amaç, yalnızca tarımsal üretimde verimin artırılması değildir. Uzun dönemde suyun randımanlı kullanılıp, çevreye ve dolayısıyla su kaynaklarına olumsuz etkiler yapmadan, üretimi artırarak, net gelirin en fazla kılınmasıdır. Burada önemli olan, suyun kaynaktan itibaren en az kayıpla iletimi, dağıtımı ve topraktaki miktarının denetimidir (Korukçu ve ark., 2007).

Son yıllarda mevcut su kaynaklarının azalması, suyun sulama dışında çeşitli maksatlar için kullanımı ve bunlar için mevcut talebin devamlı artışı, suyun sulama maksadıyla kullanımında tasarrufa gidilmesini zorunlu hale getirmektedir. Ayrıca bitkinin su ihtiyacını karşılamak için, sulama suyunun sulama sahalarına iletilmesinde çok uzun sulama kanallarına, yüksek irtifalı pompalara ihtiyaç duyulması nedeniyle suyun daha tasarruflu (etkin) kullanılması zorunlu hale gelmektedir. Suyun gelecekte daha da önem kazanacağı düşünüldüğünde, mevcut suyun ne kadar tasarruflu kullanılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Tarımda suyun etkin kullanımının asıl amacı, kaynağından alınan suyun en az kayıpla bitki kök bölgesine ulaştırılıp yine en az kayıpla bitki kök bölgesinde depolanmasının sağlanmasıdır. Bu amaçla, yöre veya bölgeye uygun bitki çeşidi seçilmesi, uygun sulama programlarının yapılması, suyun iletimi, dağıtımı ve toprağa uygulanmasında su kaybı az olan sulama yöntemlerinin seçilmesi suyun etkin kullanılmasında önemli faktörlerdir.

Türkiye’ de, kullanılmakta olan su kaynaklarının %70’ ine yakın bölümü sulama amacıyla tarımda kullanılmaktadır. Son yıllarda ülkemizin önemli bir bölümünde çok büyük boyutlara ulaşan kuraklık, hem yeraltı hem de yerüstü su kaynaklarını olumsuz yönde etkilemiştir. Diğer taraftan bu bölgelerde endüstriyel kullanım ve kentsel içme kullanma suyu gereksinimleri, sulama suyu kaynakları üzerinde büyük bir rekabete yol açmıştır. Tüm bunlara ek olarak, sürekli artış gösteren enerji ve işçilik giderleri de su kaynaklarının, tarımda daha etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Belirtilen nedenlerle tarım, su tasarrufu sağlamak bakımından yüksek bir potansiyele sahiptir.

Aşırı su kullanımı, hem kıt olan su kaynaklarının israfına neden olmakta hem de suyun sulanacak araziye iletilmesi ve araziye uygulanmasında daha fazla enerji kullanılmasına sebep olmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgelerde tarımda sulama faaliyeti enerjinin en çok kullanıldığı alandır.

Sulamanın vazgeçilemez bir zorunluluk olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerdeki tarımsal üretimde sulama ile enerji tüketimi, enerji verimliliğini (enerji çıktı-girdi oranı) olumsuz yönde etkilemektedir. Tarımsal işlemlerin enerji kullanımına ilişkin olarak yapılan bazı araştırma sonuçları, sulamanın diğer tarımsal işlemlerle karşılaştırıldığında enerjinin büyük bir kısmını tükettiğini göstermektedir (Mittal ve ark., 1985; Mrini ve ark., 2001; Topak ve ark., 2005).

Sulama şebekesi iletim ve dağıtım elemanları ile tarla veya parselde getirilen sulama suyunun bitki kök bölgesine verilmiş tarz ve şekline sulama yöntemi denir (Kara, 2005; 2009). Türkiye’ de sulanan alanların %92’ si yüzey sulama yöntemleriyle (karık, tava ve salma) sulanmaktadır. Sulanan alanın %7’ inde yağmurlama sulama yöntemi, %1’ inde ise damla sulama yöntemi uygulanmaktadır (Çakmak ve ark., 2008).

Kurak ve yarı kurak alanlarda tarımsal üretim için vazgeçilemez bir üretim faktörü olan su, yeraltı ve yerüstü kaynaklardan temin edilebilmektedir. Sulama işleminde çeşitli enerji kaynaklarına gereksinim duyulmaktadır. Uygulanan sulama yöntemine göre bu enerjinin kaynakları farklılık göstermektedir. Salma sulama yönteminde, tarla hazırlığı esnasında yerine göre insan işgücüne, yerine göre de diğer fosil enerji kaynaklarına ihtiyaç vardır. Basıncılı sulama yöntemlerinde ise genelde fosil enerji kaynaklarına, elektrik enerjisine ve insan işgücüne ihtiyaç duyulur.

Yüzey sulama yöntemlerinin uygulanmasında kullanılan enerjinin büyük bölümü arazinin sulamaya hazırlanmasında tüketilir. Örneğin, yapılacak arazi tesviyesinde ve yöntemine bağlı olarak yapılacak tarla hazırlığında (tavalanın oluşturulması, karık

açılması v.b) ekipman enerjisine büyük oranda ihtiyaç duyulur. Dolayısı ile hem kullanılan ekipmanın (traktör, arazi tesviye makinesi, pulluk) üretiminde harcanan enerji yani “ekipman üretim enerjisi” (dolaylı enerji), hem de ekipmanın (traktör) yukarıda bahsedilen işlemleri (arazinin sulamaya hazırlanması) gerçekleştirmek için tüketeceği dizel enerji (doğrudan enerji) önemli bir paya sahiptir. Yine yüzey sulama yöntemlerinde kullanılacak iş gücü enerjisi diğer yöntemlere (yağmurlama ve damla sulama yöntemleri) göre daha fazladır.

Yağmurlama sulama yönteminde kullanılan enerji doğrudan ve dolaylı enerji olmak üzere iki grupta sınıflandırılabilir. Doğrudan enerji, sistemin işletilmesi için gerekli basıncı sağlayan pompaj ünitesinin kuvvet kaynağınca dizel veya elektrik normunda tüketilen enerjidir. Dolaylı enerji ise; yağmurlama sulama sistemini oluşturan ekipmanların (pompa, borular, yağmurlama başlıkları ve ek parçaları v.b) üretiminde kullanılan enerjiyi “ekipman üretim enerjisi” ifade eder. Yağmurlama sulamada kullanılan enerjinin büyük bir bölümü doğrudan enerji şeklindedir (Yavuz, 2006). Damla sulama yönteminde kullanılan enerji, aynen yağmurlama sulamada olduğu gibi doğrudan ve dolaylı enerji olmak üzere iki grupta sınıflandırılabilir. Damla sulamanın doğrudan enerji tüketimi, gerek işletme basıncının düşük olması, gerekse alanın tamamının sulanmaması (damlatıcı aralığı ve lateral aralığına bağlı olarak) nedeniyle yağmurlama sulamaya göre daha azdır.

Sulamada kullanılan doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin sınıflandırılmasında farklı yaklaşımlar söz konusudur. Özellikle dolaylı enerjinin anlaşılmasında bir çok konu net değildir. Şimdiye kadar yapılan çalışmaların bir bütünlük göstermeyişi, bulunan çoğu veri ve değerlerin zamana bağlı olarak değişmesi nedeniyle, bu konu ile ilgili görüş birliğine varılan standart bir yöntem/yöntemler yoktur. Aynı durum iş gücü için de geçerlidir. Örneğin, Ortiz-Canavate ve Hernanz (1999), iş gücünü dolaylı enerji girdilerinde göstermişlerdir. Tarımda bir çok uygulamada artık insan ve hayvan iş gücü enerji girdisi hesaplamalarında ihmal edilmektedir (Acaroğlu, 2001). Enerji ile ilgili çalışma ve hesaplamalarda her iki enerjinin (doğrudan ve dolaylı) birlikte değerlendirilmesinin doğru yol olduğu kabul edilmekle birlikte, bu yaklaşım bilimsel çalışmalarda sınırlı kalmıştır. Pratikte ve enerji ile ilgili istatistiki verilerde gösterilen değerler daha çok doğrudan enerji değerleridir.

Türkiye’ nin tarım yapılabilir arazi varlığının yaklaşık %10’ unu oluşturan ve kurak bir iklime sahip olan Konya Ovası’ nda su kaynakları oldukça sınırlıdır. Konya Ovası’ nin uzun yıllar ortalamasına göre yıllık yağış toplamı 323 mm’ dir ve bunun da

sadece 100-110 mm kadarı bitki yetiştirme döneminde düşmektedir. Dolayısı ile Ovada, bitkisel üretimde çeşitlilik, verim ve kalite artışının sağlanabilmesi sulamaya bağlıdır. Diğer bir ifade ile Ovada bitkisel üretim için sulama, vazgeçilmez bir zorunluluktur. Konya Ovası'nda, günümüzde sulamaya açılmış arazi yaklaşık 500 bin ha kadardır (Kara ve ark., 2008). Su kaynaklarının sınırlı, buna karşılık sulanabilir arazi varlığının çok fazla olduğu Konya Ovası'nda, mevcut su kaynakları ile yeni ek alanların sulamaya açılabilmesi için; bitki su tüketimi, su-verim ilişkileri, sulama zamanı planlaması ile uygun sulama yöntemi seçimi, planlaması ve işletilmesine ilişkin araştırmalar yapılarak, bitkisel üretimde verim, kalite ve su kullanım randımanlarını artıran sulama programlarının geliştirilmesi gereklidir.

Türkiye'nin genelinde olduğu gibi Konya Ovası'nda da patates tarımı sulanarak yapılmaktadır. Patates ekim alanı Konya'da her geçen yıl artmakta olup, 2009 yılında patates ekim alanı 87470 dekar, üretim miktarı 315825 ton ve ortalama verim 3611 kg/da'dır (Anonim, 2011a). Konya Ovası'nda, patates tarımında yaygın şekilde kullanılan sulama yöntemleri, yağmurlama ve karık sulama yöntemleridir. Türkiye genelinde mevcut bulunan yağmurlama tesisleri 216130 adet olup, bunun 30098 adeti (yaklaşık % 14'ü) Konya Ovası'nda bulunmaktadır. Konya sahip olduğu yağmurlama tesisi sayısı bakımından Türkiye'de birinci sırada bulunmaktadır (Anonim, 2011a).

Konya Ovası'nda, tarımda yapılan sulama uygulamaları bir programa bağlı olmayıp, tamamen geleneksel alışkanlıklara göre yapılmaktadır. Bu durum kıt olan su kaynaklarının etkili şekilde kullanımını ve dolayısı ile yeni alanların sulamaya açılmasını engellemekte ve daha fazla enerji kullanımına sebep olmaktadır. Sulama uygulamalarının herhangi bir program dahilinde gerçekleştirilememesinin en önemli nedenleri; Konya Ovası şartlarında, su-verim ilişkileri, sulama zamanı planlaması ve sulama yöntemlerinin bitkisel verim, su kullanımı ve enerji kullanımı açısından etkilerinin belirlenmesi ile ilgili tarla şartlarında yapılmış araştırmaların yok denecek kadar az olması ve uygulamaya aktarılabilir sonuçların üreticilere ve sulama organizasyonlarına aktarılamamasıdır.

Bu çalışma ile, Konya Ovası'nda, tarımı yapılan bitkilerde yaygın bir şekilde uygulanan yağmurlama ve karık sulama yöntemleri ile bölgede kullanım alanı hızlı bir şekilde artan damla sulama yönteminin, patatesin verim ve kalite özelliklerine, su ve enerji kullanımına etkileri araştırılmıştır. Ayrıca, damla sulama yönteminde farklı lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdelilerinin patatesin verim ve verim unsurları üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde patatesten su-verim ilişkileri, sulama yöntemlerinin karşılaştırılması, damla sulamada lateral aralığı-ıslatılan alan yüzdeleri ve sulamada enerji kullanımı ile ilgili daha önce yapılmış bazı çalışmalar özet halinde verilmiştir.

2.1. Patatesten Su-Verim İlişkileri

Doorenbos ve Kassam (1979), patatesin toprak nem açığına duyarlı bir bitki olduğunu ve yumru veriminin düşmemesi için kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30-50' den fazla tüketilmemesi gerektiğini bildirmişlerdir. Bitki büyüme mevsimi boyunca toprakta kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50'den fazlasının tüketilmesi durumunda verimin azalabileceğini ve patatesin su tüketiminin iklime ve yetiştirme şartlarına bağlı olarak 500-700 mm arasında değişebileceğini belirtmişlerdir.

Kaya ve Adıgüzel (1999), Erzurum koşullarında patatesten sulama zamanı ve verilecek su miktarını Cropwat bitki su tüketimi tahmin eşitliği ile belirledikleri çalışmalarında, patatesin mevsimlik su tüketiminin 670.8 mm olduğunu bulmuşlar ve iklim şartlarına bağlı olarak 418.6 mm ile 582.5 mm arasında sulama suyu verilmesi gerektiğini rapor etmişlerdir.

Fabeiro ve ark. (2001) İspanya' da yaptıkları çalışmalarında patatesin ortalama günlük bitki su tüketimini 7.4 mm, Kashyap ve Panda (2001), Hindistan' da yaptıkları çalışmalarında patates bitkisinden ölçülen günlük maksimum bitki su tüketimini lizimetre ile belirlemişler ve 4.24 mm olarak bulmuşlardır.

Yuan ve ark. (2003), Japonya' da damla sulama yöntemiyle sulanan patatesten farklı sulama suyu uygulamalarının verim ve verim parametrelerine etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. A sınıfı kaptan buharlaşan suyun % 25, % 50, %75, % 100 ve % 125' ini uyguladıkları deneme konularında, en yüksek verimi A sınıfı kaptan buharlaşan suyun % 125 ini uyguladıkları konudan almışlar ve verilecek sulama suyunun, pandan buharlaşan suyun % 75' inden az olmaması gerektiğini bildirmişlerdir.

Kashyap ve Panda (2003), Hindistan' da, patatesten su verim ilişkilerini inceledikleri çalışmalarında, toprakta kullanılabilir suyun % 10, % 30, % 45, % 60 ve % 75' i tüketildiğinde sulama yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, faydalı suyun % 60 ve % 75' i tüketildiğinde yapılan sulamalarda verimde önemli düşüşler olmuştur.

Ayas ve Korukçu (2010), patatesin farklı bitki gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntılarının verim ve kalite parametreleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla, Bursa-Yenişehir' de iki yıllık bir çalışma yürütmüşlerdir. Konulara bağlı olarak, sulama suyu miktarları ilk yıl 344.6 ile 584.5 mm, ikinci yıl 285.6 ile 484.5 mm arasında, bitki su tüketimleri ise, ilk yıl 398.5 ile 655.2 mm, ikinci yıl 370.4 ile 646.4 mm arasında değişmiştir. Yumru veriminin her iki yılda sırayla 32.29 t/ha ve 35.00 t/ha ile tüm gelişme dönemlerinde tam sulamanın yapıldığı uygulamadan alınmıştır. En yüksek su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanım etkinliği değerleri sırasıyla 5.23 ve 4.35 kg/m³ ile yalnızca olgunlaşma döneminde su kısıntısının yapıldığı ve diğer dönemlerde tam suyun uygulandığı konudan elde edilmiştir.

2.2. Sulama Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Demir ve ark. (1995) tarafından Bursa ve yöresinde yetiştirilen çilekte, karık ve damla sulama yöntemlerinin verim ve su kullanımına etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütülmüştür. Deneme parsel boyutları, damla sulamada 3.6 m x 40 m =144 m², karık sulamada ise 4.2 m x 40 m =168 m² olarak planlanmıştır. İki yıllık olarak planlanan araştırmada; ilk yıl sulamalar 10-15 günde bir yapılmış ve sulama ile mevcut nem tarla kapasitesine ulaştırılmıştır. İkinci yıl ise, bitki kök bölgesi derinliğindeki faydalı su kapasitesinin damla ve karık sulamada sırasıyla % 40 ve % 60 tüketilince sulama yapılmış ve mevcut nem tarla kapasitesine ulaştırılmıştır. Damla sulama yönteminde, karık sulama yöntemine göre % 18.5 su tasarrufu sağlanmış ve yine damla sulama ile % 34.8 daha fazla verim elde edilmiştir.

Orta (1997), Ankara koşullarında, farklı sulama yöntemleri altında (karık, yağmurlama ve damla sulama yöntemleri) biberin su tüketiminin belirlenmesi amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Ayrıca bu araştırma ile ölçülen su tüketimi değerleri, bazı bitki su tüketimi tahmin yöntemleriyle hesaplanan su tüketimleri ile karşılaştırılarak Ankara koşullarında, biberin sulama zamanının planlanmasında kullanılabilecek uygun su tüketimi tahmin eşitliği belirlenmesi de hedeflenmiştir. Çalışmada, sulama zamanının belirlenmesinde, bitki kök bölgesi derinliğindeki faydalı su kapasitesinin % 40' ı tüketildiğinde sulamaya başlanmış ve mevcut nemi tarla kapasitesine çıkartacak kadar sulama suyu uygulaması planlanmıştır. Tahmin eşitlikleri, alanın tümünün ıslatıldığı koşullar için geliştirilmiştir. Bu nedenle eşitliklerden elde edilen tahmini su tüketim değerleri, alanın tamamen ıslatıldığı, karık ve yağmurlama yöntemleri ile belirlenen su

tüketimleri ile karşılaştırılmıştır. Araştırmada, 3 farklı sulama yöntemi tesadüf blokları deneme deseninde, 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Mevsimlik toplam bitki su tüketimi değerleri dikkate alındığında, yağmurlama ve karık sulama yöntemlerinin su tüketim değerleri birbirine oldukça yakın olmasına karşın, damla sulama yönteminde diğer yöntemlere oranla yaklaşık % 50 daha düşük gerçekleşmiştir.

Baştuğ ve ark. (1998), Antalya şartlarında karık, mikro yağmurlama ve damla sulama yöntemlerinin asmalarda verim, kalite özellikleri ve su kullanımına etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada, damla ve mikro yağmurlama sulama yöntemlerinde A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan 3 günlük yığılımlı su miktarının % 60' ı, karık sulamada ise kaptan her 100 mm' lik buharlaşma gerçekleştiğinde 60 mm sulama suyu uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, damla sulama yönteminin mikro yağmurlamaya göre % 56, karık sulama yöntemine göre ise % 60 daha az su tükettiği, buna karşılık verim yönünden sulama yöntemleri arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Orta ve ark. (2000) tarafından Tekirdağ koşullarında yürütülen bir çalışmada, damla ve yüzey (çanak usulü) sulama yöntemleri ile sulanan elma ağaçlarının su tüketimlerinin belirlenmesi ve sulama zamanının planlanması amaçlanmıştır. Ölçülen su tüketim değerleri ile su tüketiminin kestiriminde kullanılan bazı yöntemlerle hesaplanan değerler karşılaştırılarak, elma ağaçlarının sulama zamanı planlamasında kullanılacak su tüketimi kestirim yönteminin belirlenmesi de planlanmıştır. Araştırmada her iki yöntem için de, kök bölgesi derinliğindeki kullanılabilir su kapasitesinin % 40' ı ve % 70' i tüketildiğinde sulamaya başlanması planlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, verim ve kalite açısından yöntemler arasında fark bulunmamıştır. Ancak mevsimlik su tüketim değerleri damla sulamada, yüzey sulamaya (çanak) göre ortalama % 60 daha az olmuştur. Tekirdağ koşullarında elma ağaçları sulama zamanının planlanmasında Penman-FAO modifikasyonu kestirim yönteminin kullanılabileceği belirlenmiştir.

Al-Jamal ve ark. (2001), Meksika' da yapmış oldukları bir araştırmada, soğan üretiminde yağmurlama, damla ve karık sulamada randımanları karşılaştırmışlardır. Yağmurlama sulama için tekil lateral deneme tekniğinden yararlanılarak, farklı sulama seviyeleri oluşturulmuş ve haftada bir sulama yapılmıştır. Damla sulama için, modifiye Penman eşitliğinden yararlanılarak tahmin edilen su tüketiminin % 40-60-80-100 ve % 120' sinden oluşan sulama konuları 2 gün ara ile uygulanmıştır. Karık sulamada ise uygulamalar çiftçi uygulamaları şeklinde yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre; damla sulamada, sulama randımanı % 45-77 arasında, sulama suyu kullanma etkinliği

0.04-0.059 t/ha.mm arasında, yağmurlama sulamada, sulama randımanı % 88-100 arasında, sulama suyu kullanma etkinliği, 0.020 ile 0.084 t/ha.mm, karık sulamada ise sulama randımanı, % 78-82 arasında, sulama suyu kullanma etkinliği ise, ortalama 0.05 t/ha.mm arasında bulunmuştur.

Karaca ve Selenay (2001) tarafından yapılan bir araştırmada, Harran Ovası koşullarında Fırat Sulama Birliği alanında tarımı yapılan domates, biber, patlıcan ve pamuk bitkilerinde kullanılan damla ve karık sulama yöntemleri su kullanımı ve ekonomiklik yönünden (masraf unsurları) karşılaştırılmıştır. Araştırmadan elde edilen verilere göre, sulama suyu ihtiyacı damla sulamada karık sulamaya göre % 40 daha az gerçekleşmiş ve toplam giderler açısından damla sulama daha ekonomik bulunmuştur. Su kaynaklarının kısıtlı olduğu koşullarda damla sulama yönteminin uygulanması önerilmiştir.

Şimşek ve ark. (2001), Harran Ovası koşullarında farklı sulama ve bitki sıra aralıklarında yağmurlama ve damla yöntemleriyle sulanan soya fasulyesinin su-verim ilişkisinin belirlenmesi amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, damla ve yağmurlama sulama yöntemleri verim ve su tüketimi bakımından farklılık göstermemiştir.

Çetin ve Bilgel (2002), Harran Ovası'nda yaptıkları bir araştırmada, pamuk üretimi için karık, yağmurlama ve damla sulama yöntemlerini verim ve su kullanımı açısından karşılaştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, damla sulama yöntemi, kütlü pamuk verimini, karık sulamaya göre % 21, yağmurlama sulamaya göre % 30 arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca, su kullanma randımanları, damla sulamada 4.87, karık sulamada 3.87 ve yağmurlama sulamada 3.36 kg/ha.mm olarak belirlenmiştir.

Home ve ark. (2002), Hindistan' da yaptıkları araştırmada farklı azot ve sulama suyu seviyelerinin uygulandığı bamyada, yağmurlama, karık ve kontrollü tava sulama yöntemini verim, azot kullanımı ve derine sızma kayıpları açısından karşılaştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, en fazla derine sızma kaybı bütün sulama yöntemlerinde, toprakta kullanılabilir suyun % 15' inin tüketildiğinde sulama yapılan konudan meydana geldiği ifade edilmiş ve en yüksek bamyaya veriminin topraktaki yarayırlı suyun % 30' u tüketildiğinde sulama yapılan yağmurlama sulama yönteminde elde edildiği rapor edilmiştir.

Gençoğlan ve ark. (2003), Kahramanmaraş koşullarında farklı sulama yöntemlerinin kırmızı biber verimine, ürün ve su kullanım randımanına olan etkilerini araştırmak amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada tava, karık, yağmurlama

ve damla sulama yöntemleri kullanılmıştır. 7 günlük sulama aralığına göre yürütülen araştırmada her sulama yönteminde sulama ile mevcut nem tarla kapasitesine çıkarılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, su tüketimi bakımından yöntemler arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Kırmızı biber verimi ve su kullanım etkinliği en yüksek damla sulama yönteminde elde edilmiştir.

Tognetti ve ark. (2003), Güney İtalya' da şeker pancarında yaptıkları çalışmada, amprık formülle tahmin ettikleri bitki su tüketiminin % 100' ü, % 75' i ve % 50' sini hem damla hem de yağmurlama yöntemi ile uygulamışlardır. Araştırmanın sonuçları, tahmin edilen bitki su tüketiminin % 100' ünün uygulandığı deneme parsellerinde her iki sulama yönteminde de en yüksek verim elde edildiğini, damla sulamada, tahmin edilen bitki su tüketiminin % 75' inin uygulandığı parsel ile yağmurlama sulamada % 100' nün uygulandığı parsel verimlerinin eşit olduğunu göstermiştir.

Önder ve ark. (2005), Hatay bölgesi koşullarında, yüzey damla sulama ve toprak altı damla sulama yönteminin, patatesin verim ve su kullanım randımanına etkisini araştırdıkları çalışmalarında, 9 gün sulama aralığında, 60 cm toprak derinliğinde tüketilen nemi tarla kapasitesine getirdikleri sulama konusunu, tam sulanan konu (I_{100}) olarak dikkate almışlar ve tam sulanan konuya verdikleri sulama suyunun % 66' sı (I_{66}), % 33' ü (I_{33}) ve sulamasız konu (I_0) olmak üzere toplamda 4 farklı sulama suyu seviyesi uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, yüzey damla sulama yöntemi ile toprak altı damla sulama yöntemi arasında yumru verimi açısından önemli bir fark bulunmadığını, her iki sulama yönteminde, tam sulanan konudan (I_{100}) en yüksek yumru verimi elde edildiğini, sulama suyu kullanım randımanının 309 kg/ha.mm ile I_{33} sulama konusundan elde edildiğini bildirmişlerdir. Toprak üstü damla sulama yönteminin, toprak altı damla sulamaya göre maliyetinin daha az olması sebebiyle, patates tarımında lateral boruların toprak üstüne döşenmesinin daha uygun olacağını ifade etmişlerdir.

Erdem ve ark. (2006), Trakya bölgesinde, damla ve karık sulama metodlarının patatesin verim ve su kullanımına etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmalarında, toprağın 60 cm derinliğindeki kullanılabilir suyun (faydalı su kapasitesinin) % 30, % 50 ve % 70' i tüketildiğinde sulama yapmışlar ve her defasında eksik nemi tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulamışlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, yumru verimi açısından sulama yöntemleri arasında önemli bir farkın olmadığı, her iki sulama yönteminde de topraktaki faydalı suyun % 30' u tüketildiğinde sulama yapılan deneme konusunda en yüksek verimin elde edildiği belirtilmiştir. Su kullanım randımanı karık sulama yöntemi ile sulanan deneme

konularında 4.70 – 6.63 kg/m³, damla sulama yöntemi ile sulanan deneme konularında ise 5.19 ile 9.47 kg/m³ arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Ünlü ve ark. (2006), Orta Anadolu şartlarında (Niğde-Nevşehir) yaptıkları bir araştırmada, farklı azot seviyelerinin uygulandığı patatesten farklı sulama seviyeleri, yağmurlama ve damla sulama yöntemleriyle uygulanarak yöntemler verim, su ve azot kullanımları açısından karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, yağmurlama sulama yöntemiyle, damla sulama yöntemine göre, yaklaşık % 17 daha az su kullanılarak en yüksek verim değeri elde edilmiştir.

Talmaç (2006), farklı sulama yöntemlerinin sabit ve işletme masraflarını belirlemek amacıyla Harran Ovası şartlarında bir çalışma yapmıştır. Araştırmacı bu amaçla 10, 50 ve 100 dekar büyüklüklerindeki pamuk arazilerinde damla, yağmurlama ve yüzey sulama sistemlerinin maliyetini belirlemiş ve yüzey sulamanın, yağmurlama ve damla sulamaya göre ekonomik yönden daha avantajlı olduğunu rapor etmiştir.

Aujla ve ark. (2007), Hindistan’ da yapmış oldukları çalışmada, damla ve karık sulama yöntemleriyle uygulanan farklı azot ve su seviyelerinin, patlıcanın verim ve su kullanma randımanına etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla A sınıfı kaptan olan buharlaşma esas alınarak, sulama suyu miktarları belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek verim, damla sulama yönteminde kap buharlaşmasının % 75’ inin uygulandığı deneme konusunda, en yüksek su kullanım randımanı ise 109.9 kg/ha.mm ile damla sulama yönteminde kap buharlaşmasının % 50’ sinin uygulandığı konudan elde edilmiştir.

Gültaş ve Erdem (2007), Trakya bölgesinde yapmış oldukları çalışmada, kiraz bahçelerinde damla ve mikro yağmurlama sulama yöntemlerini su kullanımı ve ekonomiklik yönünden karşılaştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, kirazın mevsimlik toplam sulama suyu ihtiyacı damla sulama yönteminde 397 mm, mikro yağmurlama sulama yönteminde ise 482 mm olarak bulunmuş, yıllık yatırım masrafı ve yıllık toplam masraflar damla sulama yönteminde, mikro yağmurlama sulama yöntemine göre sırasıyla % 17 ve % 13 daha fazla olduğu belirtilmiştir.

İbragimov ve ark. (2007), damla ve karık sulama yöntemlerinin, pamuk lif verimi ve su kullanım randımanına etkisini araştırmak amacıyla Özbekistan’ da bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, damla sulama, yüzey sulamaya kıyasla % 18-42 arasında su tasarrufu sağlamış, sulama suyu kullanım randımanı % 35-103 daha fazla bulunmuştur.

Sakellariou-Makrantonaki ve ark. (2007), yüzey damla sulama yöntemi ile toprakaltı damla sulama yönteminin, sorgumun verim ve kalite parametrelerine etkisini araştırmak amacıyla Yunanistan’ da bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada, A sınıfı buharlaşma kabı yüzeyinden meydana gelen buharlaşmanın % 100’ ü ve % 80’ inin sulama suyu olarak uygulandığı farklı deneme konuları oluşturmuşlardır. Araştırmacılar, toprakaltı damla sulama yönteminin, sorgumun bitki uzunluğu, yaprak alan indeksi, taze ve kuru biomas üretimi gibi parametrelerde yüzey sulamaya göre daha üstün olduğunu bildirmişlerdir.

Şenyiğit (2008), Isparta koşullarında, 2006 – 2008 yıllarında yürüttüğü çalışmada, farklı sulama yöntemlerinin (toprak üstü damla, toprak altı damla, yüzey, ve ağaç altı mikro yağmurlama), M9 anaçları üzerine aşılı Jersey Mac ve Williams Pride elma çeşitlerinde bazı ağaç ve meyve özellikleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Sulamalarda, 5 günlük sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabında ölçülen toplam buharlaşma miktarının tamamı (% 100) sulama suyu olarak uygulanmış, deneme yıllarında, sulama yöntemlerine bağlı olarak 348.3 – 1186 mm arasında sulama suyu verilmiştir. Bitki su tüketimleri deneme yılları boyunca, konulara göre farklı değerler almış, en düşük ve en yüksek bitki su tüketimleri sırasıyla, 426.1 mm ile toprak üstü damla sulama yönteminde, 1334.7 mm ile ağaç altı mikro yağmurlama sulama yönteminde bulunmuştur.

Okursoy (2009), Tekirdağ koşullarında 2007-2008 yıllarında ikinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinde sulama yöntemlerinin ve farklı düzeylerdeki sulama suyu uygulamalarının verim, verim öğeleri, su – üretim fonksiyonları ve ekonomik faktörler üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada; sulama yöntemi olarak karık ve damla, sulama düzeyi olarak su ihtiyacının % 0, % 33, % 66 ve % 100’ ünün karşılandığı deneme konuları oluşturmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, mevsimlik su tüketimi değeri, 2007 yılında, karık sulama yönteminde 601.48 mm, damla sulama yönteminde 468.95 mm, 2008 yılında ise karık sulamada 581.15 mm damla sulamada 464.93 mm olarak bulunmuştur. Yeşil ot verimleri 2007 yılında, karık sulama yönteminde 8504.47 kg/da, damla sulama yönteminde 7590.40 kg/da, 2008 yılında ise sırasıyla 8255.30 kg/da, 7361.7 kg/da olarak elde edilmiştir.

Kesmez (2009), Ankara koşullarında, 2005 ve 2006 yıllarında yürüttüğü çalışmada, aşılı ve aşısız fide kullanılan domatestede, damla ve karık sulama yöntemlerinin verim ve kalite parametrelerine etkisini karşılaştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, karık sulama yöntemine kıyasla damla sulama yönteminde, toplam

sulama suyu miktarı % 17-18, bitki su tüketimi % 15.4-21.5 daha düşük olmuştur. Damla sulama yöntemi, bitki başına verimi arttırmış, karık sulama yöntemine oranla bu artış 2005 yılında % 35.2 ve 2006 yılında % 8.5 olmuştur.

Hassanlı ve ark. (2010), İran’ da yapmış oldukları çalışmada, toprak üstü damla, toprakaltı damla ve karık sulama yöntemleri ile sulama suyu kalitesinin şeker pancarında verim ve verim unsurlarına etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre konulara bağlı olarak, en yüksek kök verimi 79.7 ton/ha ile toprak üstü damla sulama yöntemiyle sulanan konudan, en düşük kök verimi ise 41.4 ton/ha ile karık sulama yöntemiyle sulanan konudan elde edilmiştir. En yüksek sulama suyu kullanım etkinliği 9 kg/m³ ile toprak üstü damla sulama yönteminde, en düşük sulama suyu kullanım etkinliği ise 3.8 kg/m³ ile karık sulama yöntemiyle sulanan konuda bulunmuştur.

2.3. Damla Sulamada Lateral Aralığı ve Islatılan Alan Yüzdesi

Damla sulamada normal olarak tüm alan ıslatılmaz. Toprakta su hareketi ve ıslanmanın şekli yatay ve düşey mesafede elips seklindedir. Islatılan alan yüzdesi, damlatıcı debisi, uygulanan toplam sulama suyu, damlatıcı aralığı ve toprak cinsine bağlı olarak değişir. Islatma çapı, genel olarak, damlatıcı altındaki toprağın 30 cm derinliğinde oluşan ıslak alanın genişliğidir (Keller ve Bliesner, 1990).

Keller ve Bliesner (1990)’ in bildirdiğine göre, ıslatılan alan yüzdesi (P_w) için tek ve tam bir doğru yol olmadığı gibi, minimum bir değer de yoktur. Geniş sıra aralıklarına sahip bağ ve meyve bahçelerinde ıslatılan alan toplam alanın en az 1/3’ ü, ya da P_w % 33-67 değerleri arasında olmalıdır. Yağışlı bölgelerde, minimum P_w daha düşük bir değer olarak göz önüne alınabilir. Geniş sıra aralıklarına sahip bitkilerde kültürel faaliyetler için P_w % 67’ den fazla olmamalıdır. Düşük P_w aynı zamanda buharlaşma nedeniyle kaybolan su miktarını ve maliyeti azaltır. Çünkü daha düşük kapasiteli boru ve damlatıcı gerektirir. Buna karşın dar sıralı ve lateral aralığı 1.8 m’ den daha az olduğunda, P_w genellikle % 100’ e kadar yaklaşabilir. Doğada toprak özelliklerinin çok değişken olması nedeniyle, üniversal matematiksel ilişkilerden bulunan ıslatılan alan yüzdesi her zaman çok güvenilir değildir. Ayrıca hidrolik iletkenliği ve diğer parametreleri tespit etmek daha zordur. Basit tarla testleri yapmak hem daha kolay hem de daha gerçekçi sonuçlar verir.

Fulzele (1995), yaptığı çalışmada, damla sulamada toprakta su dağılım desenlerini incelemek amacıyla, toprak cinsi ve su uygulamalarının etkilerini araştırmıştır. Denemeler killi bir toprakta 3, 4.5, 6 l/h debi ve 2.5 ile 3 saat süreli uygulama şeklinde olmuştur. Toprak örnekleme damlatıcıdan itibaren 10 ile 50 cm arasında yapılmıştır. Toprak nem içeriği, damlatıcıdan uzaklaştıkça hem yatay hem de düşey yönde giderek azalmıştır. Suyun düşey yöndeki ilerlemesi yatay yöndekinden daha fazla olmuştur.

Zur (1996), damla sulama sistemlerinde, ıslatılan toprak hacminin belirlenmesinde; maksimum günlük bitki su tüketimi, sulama aralığı, su tutma kapasitesi ve tüketilmesine izin verilen su miktarının bir fonksiyonu olarak hesaplanabilen bir eşitlik geliştirmiştir. Tespit edilen ıslatılan toprak hacmine göre, yine geliştirilen başka bir eşitlik ile uygun ıslanma genişliği-ıslanma derinliği kombinasyonları tespit edildikten sonra en uygun damlatıcı debisi ve damlatıcı aralığını tespit edebilen eşitlikler geliştirmiştir.

Damla sulamada temel prensip, bitki sıraları boyunca döşenen lateral boru hattı boyunca, toprak içersinde kabul edilebilir düzeyde eş nem dağılımı sağlayan ıslak bir şerit elde etmektir. Bunu sağlamak için, her bir damlatıcıya ilişkin ıslak hacmin birbirini belirli oranda örtmesi gerekir. Uygulamada, bu örtmenin damlatıcı ıslatma çapının $1/5-1/3$ ü kadar olması istenir (Yıldırım ve Korukçu, 1999).

Şahin ve ark. (1999), perlit ve pomzada 2, 4, 6 ve 8 l/h debi ile 5 ve 10 saat su uygulamasında yatay ve düşey su hareketini incelemişlerdir. Debi, uygulanan su miktarı ve ortamın partikül büyüklüğü, ıslatma cephesini önemli düzeyde etkilemiştir. Düşey ve yatay su hareketi pomzada, perlitten daha fazla olmuştur. Her iki ortam materyalinde ıslatma cephesi 10 saat su uygulamasında daha fazla olmuştur. Ayrıca ıslanma sekli, uygulanan debi ve materyalin parçacık büyüklüğüne göre değişmiştir.

Ertek ve Kanber (2001), damla sulama ile killi bir toprakta pamukla yaptıkları çalışmada, uyguladıkları farklı sulama aralıkları ve farklı kap katsayılarına göre iki farklı ıslatma alanı yüzdesini esas almışlardır. Bunlardan birisinde sabit olarak % 70, diğesinde ise bitki gelişimine bağlı olarak örtü yüzdesini esas almışlardır. Sistemde damlatıcı aralığı 0.60 m lateral aralığı ise 0.70 m olarak alınmıştır. Yapılan değerlendirmede ıslatma alanı yüzdesinin % 70 olarak sabit uygulandığı konuda su kullanım etkinliği daha yüksek gerçekleşmiştir.

Basıncılı sulama sistemlerinde lateral boruların toplam sistem maliyeti içindeki payı %40-45 arasında değişmektedir. Dolayısı ile sıra bitkilerinin sulanmasında damla

sulama sisteminde laterallerin geniş aralıkta yerleştirilmesi sistem maliyetini önemli ölçüde azaltacaktır (Phocaides, 2000; Yazar ve ark., 2003).

Bozkurt (2005), Çukurova koşullarında damla sulama yöntemiyle sulanan ikinci ürün mısır bitkisinde, su kısıntısının ve farklı lateral aralıklarının verime ve verim unsurlarına etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada, üç farklı lateral aralığı (0.70, 1.40 ve 2.10 m) ve A tipi buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarının % 100' ü (I_{100}) ve % 67' sinin (I_{67}) uygulandığı iki farklı sulama düzeyi konuları ele alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek koçan verimi, iki bitki sırasına bir lateral hat planlanan (lateral arası 1.40 m) deneme konusundan elde edilmiş ve bu lateral aralığı mısır bitkisi için tavsiye edilmiştir.

Çetin ve ark (2006), Eskişehir koşullarında, damla sulama ile sulanan tarla domatesinde, farklı bitki sıra ve lateral aralığı ile sulama suyu hesabında kullanılan farklı ıslatma alanı ve örtü yüzdesi değerlerinin, domatesin verim ve kalite parametreleri ile su kullanım randımanına etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, damla sulama ile sulanan domates bitkisinde, sulama suyu hesabında, sulama mevsimi boyunca sabit bir ıslatma alanı yüzdesi yerine, bitkinin gelişimine bağlı olarak değişen örtü yüzdesinin esas alınması, hem her bitki sırasına bir lateral ve hem de iki bitki sırasına bir lateral uygulamasında en yüksek verim değerleri elde edilmiştir.

2.4. Sulamada Enerji Kullanımı

Tarımsal üretimde verimlilik, üretimde kullanılan kaynakların kullanımındaki etkinlik derecesidir. Verimlilik, bir üretim biçiminde üretim faktörlerinin ne ölçüde başarıyla kullanıldığını ortaya koyan genel bir kavramdır. Tarımsal üretimde verimlilik analizi, üretim süreci sonunda elde edilen çıktının miktar ya da değerlerinin, bu üretimi gerçekleştirmek amacıyla kullanılan girdilerin miktar veya değerine bölünmesiyle gerçekleştirilebilir (İçöz, 2004).

Tarımsal üretimde verimliliği analiz etme yöntemlerinden biri de enerji bilançosu yöntemidir. Bu yöntemde, üretimdeki tüm girdi ve çıktılar enerji birimine dönüştürülerek ekonomik analiz yapılmaktadır. Yani üretim için kullanılan enerji miktarı ile üretilen enerji miktarı arasındaki ilişkinin analiz edilmesidir. Çünkü tarım hem enerjinin tüketicisi hem de üreticisi olan bir sistemdir (Singh ve ark, 2002). Tarımda toprak işleme, ekim, gübreleme, sulama ve diğer kültürel işlemler ile hasat ve harman işlemlerinde dizel yakıtı veya elektrik normundaki enerji kaynağı doğrudan

kullanılırken, gübre, kimyasal ilaçlar, makine-teçhizat ve sulama ekipmanları üretiminde gerekli olan enerji de dolaylı olarak kullanılır.

Tarımsal üretim işlemlerinde kullanılan girdilerin toplam enerji değerinin, elde edilen ürünün enerji değeri ile karşılaştırılması, üretim verimliliğinin değerlendirilmesi için daha gerçekçi bir yaklaşımdır (Öztürk ve Ören, 2005). Türkiye tarım sektöründe bölgesel ve ülke genelinde, üretim sistemleri ile ürün bazında ve toplam enerji kullanımına ilişkin ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır (Uzmay, 1984; Arın ve Akdemir, 1987; Yıldız ve ark., 1990; Özkan ve ark., 2004; Barut ve Öztürk, 2004; Çanakcı ve ark., 2005; Hatırlı ve ark., 2005; Karkacığer ve Göktolga, 2005; Öztürk ve Barut, 2005; Öztürk ve Ören, 2005; Yılmaz ve ark., 2005).

Tarımsal üretimde kullanılan enerji girdileri, doğrudan (direkt) ve dolaylı (indirekt) enerji girdileri şeklinde iki grupta sınıflandırılabilir. Doğrudan enerji girdileri; toprak hazırlığı, ekim, sulama, gübreleme, çapalama, ilaçlama, hasat – harman ve kurutma gibi çeşitli çalışmaları icra etmek için kullanılan enerjiyi ifade etmektedir. Tarımda bu amaçlarla kullanılan doğrudan enerji, fosil yakıtlar ve elektrik enerjisinden oluşur. Dolaylı enerji girdileri ise tohum, gübre, kimyasal maddeler, makine – ekipman gibi girdilerin üretiminde kullanılan enerjiyi ifade etmektedir (Singh ve ark., 2002). Örneğin, bir makina tarafından kullanılan yakıt direkt enerji ve bu makinanın (sistem) üretiminde kullanılan enerji indirekt enerji olarak tanımlanmaktadır.

Sulama işleminde kullanılan enerji girdileri, dizel yakıtı (yağlar dahil), elektrik, insan işgücü ve sistem ekipman girdilerinden oluşmaktadır. Bunlardan dizel yakıtı ve elektrik girdilerine direkt enerji (doğrudan enerji), ekipman girdisine indirekt enerji (dolaylı enerji) girdisi ismi verilmektedir (Dalgaard ve ark, 2001; Hülsbergen ve ark, 2001; Mrini ve ark, 2001).

Her türlü çalışma ile yapılan iş, günlük hayatımızda ve tarımsal üretimde oldukça önemlidir. Enerji birimleri de iş birimleri ile belirlenmektedir. Çünkü enerji bir sistemin iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanır. O halde enerji büyüklüğü, yapabildiği iş cinsinden belirlenir. Dolayısı ile enerji ve iş birimi aynıdır. Uluslararası sistemde iş, enerji ve aynı zamanda ısı birimi olarak joule kullanılmaktadır (Dinçer, 1981).

Bazı iş, enerji ve ısı birimlerinin tanımı ve birbirlerine dönüşümleri aşağıda verilmiştir.

1 Joule : 1 Newton' luk bir kuvvetin etki ettiği cisme 1 m yol aldığında yapılan iştir (N x m); bu işi yapmak için gerekli enerji 1 joule' dur.

1 Newton (N) : Bir kg kütleyle etki ettiği zaman, ona 1 m/s² lik ivme kazandıran büyüklüktür (1 N = 1 kg·m/s²).

Diğer bir enerji ve iş birimi olan kilowatt saat (kWh) ise, 1 saat boyunca 1 kWh güç harcayarak elde edilen enerjiye denir. 1kWh = 3.6 Megajoule' dur.

$$\text{Watt} = \frac{N \times m}{s} \quad N \times m: \text{joule} \quad s: \text{saniye}$$

$$1kW = 1000W$$

$$1kW = \frac{1000 \text{joule}}{s} \quad \text{ise} \quad 1kWh = 3,600,000 \text{joule}' \text{ dur.}$$

$$1 \text{ Megajoule}: 1 \times 10^6 \text{joule olduğuna göre} \quad 1kWh = 3.6 \text{ Megajoule olur.}$$

Kalori (cal) : Normal atmosfer basıncında 1 cm³' lük suyun sıcaklığını 14.5°C' den 15.5°C' ye çıkarmak için gerekli ısı miktarıdır ve 1 cal = 4.1868 Joule' dur. Enerji birimi olan joule' un katları Çizelge 2.1' de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Enerji Birimi Joule' un Katları

İsim	Sembol	Dönüşüm
Joule	J	1 Joule
Kilojoule	Kj	10 ³ Joule = 1000 joule
Megajoule	Mj	10 ⁶ Joule = 1000 kilojoule
Gigajoule	Gj	10 ⁹ Joule = 1000 megajoule
Terajoule	Tj	10 ¹² Joule = 1000 gigajoule
Petajoule	Pj	10 ¹⁵ Joule = 1000 terajoule
Exajoule	Ej	10 ¹⁸ Joule = 1000 petajoule

Tarımda enerji kullanımına ilişkin olarak yapılan pek çok araştırmada, tarımsal faaliyetlerde kullanılan enerji miktarı birim alana (1 ha) megajoule (Mj) (Mj/ha) olarak hesaplanmıştır (Mittal ve Dhawan, 1989; Refsgaard ve ark., 1998; Ercoli ve ark., 1999; Dalgaard ve ark., 2001; Bailey ve ark., 2003; Singh ve ark., 2002; Tzilivakis ve ark., 2004; Kuesters ve Lammel, 1999; Hülsbergen ve ark., 2001; Mrini ve ark. 2001).

Son yıllarda tarımsal üretimin çevreye etkisi üzerine yaygın bir tartışma vardır. Tartışmanın ana konusu tarımda enerji kullanımınıdır. Tarımsal üretim, büyük ölçüde yenilenemeyen fosil yakıt enerjisi tüketimine dayanmaktadır. Fosil yakıtların tüketimi, açığa çıkardığı CO₂ ve diğer gazlar yüzünden çevre üzerine doğrudan negatif etki yapmaktadır (Pimentel ve ark., 1973).

Çeşitli tarımsal işlemlerin enerji kullanımları birbirleri ile karşılaştırıldığında, kurak ve yarı kurak alanlarda sulama işlemi, toplam enerji tüketimi içinde en büyük

paya sahiptir. Sulamada tüketilen enerjinin büyük bir kısmı fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. (Larson ve Fergmeir, 1978).

Bölgesel gelişmede anahtar faktörlerden biri, tarımsal üretimde sulama işleminde önemli ölçüde kullanılan enerjidir. Basınçlı sulama sisteminin işletilmesi için gerekli yıllık enerji miktarı, bu sistemlerin üretimi için gerekli olan enerji miktarından yaklaşık olarak beş kat daha fazladır (Stout ve ark., 1979).

Yağmurlama sulamada, suyun pompalanması ve araziye uygulanması yaklaşık olarak 3.82 Mj/m^3 elektrik enerjisine ihtiyaç gösterir. Ayrıca kısa ömürlü olan boru ve başlıklar gibi yağmurlama tesisi ekipmanlarının üretimi de büyük bir enerjiye ihtiyaç duymaktadır (Batty ve Keller, 1980).

Schön ve Sourell (1981), basınçlı sulama sistemlerinde su ve enerji tasarrufu imkanlarını araştırdıkları bir çalışmada, birim alana enerji kullanımını, tüketilen elektriğin enerji eşdeğeri olarak geleneksel yağmurlama sisteminde 10548 Mj/ha , damla sulamada 1860 Mj/ha olarak belirlemişlerdir.

Bauer (1983), bazı basınçlı sulama sistemlerini enerji kullanımları açısından analiz ettiği araştırmasında, elektrik eşdeğeri olarak enerji tüketimini, bir başlıklı yağmurlama sisteminde 56.1 Mj/ha.mm , geleneksel yağmurlama sistemlerinde 34.82 Mj/ha.mm ve damla sulamada 23.3 Mj/ha.mm şeklinde bulmuştur.

Barth (1984), Avustralya' da yapmış olduğu bir araştırmada damla sulama yöntemi ile geleneksel yağmurlama sisteminin işgücü, su kullanımı, işletme masrafları, bitkisel verim ve enerji kullanımı açısından değerlendirmiştir. Araştırmacıya göre, sistemlerin enerji tüketimleri elektrik eşdeğeri olarak yağmurlama sulamada 37.23 Mj/ha.mm , damla sulamada 18.61 Mj/ha.mm olarak hesaplamıştır.

Collins (1984), tarımsal üretimde enerji kullanımına ilişkin olarak gerçekleştirdiği bir araştırmada, tarımda enerji kullanımı ve üretim unsurlarının enerji paylarını inceleyerek sulama işleminin enerji kullanım payının en yüksek olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca araştırmacı, su kaynağının arazi yüzeyinde olması hali ile derin kuyu olması halinde yağmurlama, salma ve damla sulama sistemlerinin karşılaştırmasını yapmıştır. Buna göre; su kaynağının yüzeyde olması halinde, enerji tüketimlerini, salma sulamada, 3.72 Mj/ha.mm , geleneksel yağmurlama sisteminde 21.1 Mj/ha mm ve damla sulama sisteminde 6.2 Mj/ha.mm olarak belirlemiştir. Su seviyesinin yüzeyden 50 m derinde olması halinde ise enerji tüketimlerini yağmurlama sulamada $49,64 \text{ Mj/ha.mm}$ ve damla sulamada 31.02 Mj/ha.mm olarak tespit etmiştir.

Mittal ve Dhawan (1989), değişik yüzey sulama uygulamaları altında yetiştirilen bitkilerin enerji parametrelerini inceledikleri bir araştırmada; sulama, tohum yatağı hazırlığı, hasat ve harman işlemlerinde enerji yoğunluğunun fazla olduğunu, farklı yüzey sulama yöntemleri altında bitkisel üretim için toplam enerji gereksiniminin %60' dan fazlasının sulama işleminde tüketildiğini, tüketilen enerjinin büyük bir kısmının yenilenemeyen fosil enerji kaynaklarından olduğunu, farklı yüzey sulama metodları arasında enerji kullanımı bakımından bir farklılık bulunmadığını bu nedenle de araştırmanın yürütüldüğü Hindistan' da enerji tüketim yönünden yüzey sulama metodlarının herhangi birinin uygulanabileceğini bildirmişlerdir.

Refsgaard ve ark. (1998), organik ve geleneksel hayvancılık üretim sistemlerinde mandıracılık ve bitkisel üretimde enerji kullanımını karşılaştırmışlardır. Araştırmada bitkisel üretimde sulu şartlarda toplam direkt enerji tüketiminin %32' sinin sulama işleminde tüketildiğini, 1 hektara 1 mm sulama suyu uygulanmasında elektrik eşdeğeri olarak 43.8 Mj enerjiye ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir.

Dalgaard ve ark. (2001), organik ve geleneksel tarımda fosil enerji kullanımını karşılaştırdıkları araştırmalarında; tarımda enerji kullanımını direkt ve indirekt olarak iki grupta incelemişlerdir. Direkt enerji kullanımını, direkt enerji birimlerine dönüştürülebilen (dizel yakıtı, yağlar ve elektrik gibi) üretimde kullanılan enerji girdisi olarak, indirekt enerji kullanımını ise doğrudan enerji birimlerine dönüştürülemeyen üretimde kullanılan girdilerin (ekipman, gübreler ve kimyasal ilaçlar gibi) üretiminde kullanılan enerji girdisi olarak tanımlayarak, birim alana (1 ha) 1 mm sulama suyu uygulanması için elektrik karşılığı olarak 52 Mj' luk enerji harcandığını bildirmişlerdir.

Mrini ve ark. (2001) Fas' ta şeker kamışı üretiminde enerji kullanımını değerlendirmek amacı ile yaptıkları araştırmada, şeker kamışı üretiminde kullanılan toplam enerjinin %50' sinden fazlasının sulama işleminde tüketildiğini ve yağmurlama sulama ile 1 m³ suyu pompalamak ve uygulamak için elektrik eşdeğeri olarak 4.2 MJ, salma sulamanın ise 0.61 MJ enerjiye ihtiyaç duyduğunu belirtmişlerdir.

Singh ve ark. (2002), Hindistan' da farklı bitki üretim sistemlerinde enerji kullanım düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapmış olduğu bir araştırmada; işletme büyüklüğüne göre değişmekle birlikte, sulama işleminin enerji tüketimini ortalama olarak, tarımsal işlemlerde tüketilen toplam enerjinin içinde buğdayda %38, sorgumda %23, çeltikte %76, hardal yetiştiriciliğinde ise %18' ine tekabül etmekte olduğu bildirilmektedir.

Yavuz (2006), Konya-Çumra Ovası'nda yağmurlama sulama yönteminin enerji tüketimini tespit etmek amacıyla bir araştırma yapmıştır. Buna göre, bölgede uygulanan yağmurlama sistemlerinin su kaynağı ve basınç ünitesi dikkate alındığında, planlama ve işletme yönünden 5 farklı grupta toplanabileceği tespit edilmiştir. Bunlar;

- Sulama kanalından su alan motopomplu sistemler,
- Sulama kanalından kuyruk mili tahrikli santrifüj pompa ile su alan sistemler,
- Yer altı suyundan kuyruk mili tahrikli düşey milli pompa ile su alan sistemler,
- Yer altı suyundan elektrik motoru-düşey milli pompa ile su alan sistemler,
- Yer altı suyundan elektrik motoru-dalgıç pompa ile su alan yağmurlama sistemlerinden oluşmaktadır.

Yapılan bu araştırmanın sonuçlarına göre, yüzey su kaynaklarından sulama yapan yağmurlama sulama sistemlerinde birim alana yıllık enerji tüketimi; dizel veya elektrik enerjisi, ekipman üretim enerjisi ve insan işgücü enerjisi olarak sırasıyla motopomplu sistemlerde ortalama 14107, 923 ve 44 Mj/ha-yıl, kuyruk mili ile tahrik edilen santrifüj pompalı sistemlerde 21458, 3700 ve 41 Mj/ha-yıl olduğu tespit edilmiştir. Aynı değerler yer altı su kaynaklarından sulama yapan yağmurlama sistemlerinden kuyruk mili ile tahrik edilen düşey milli pompalı sistemlerde; 35748, 3873 ve 40 Mj/ha-yıl, elektrik motoru ile tahrik edilen düşey milli pompalı sistemlerde; 35491, 1164 ve 42 Mj/ha-yıl, dalgıç pompalı sistemlerde ise 47152, 1321 ve 37 MJ/ha-yıl olarak belirlenmiştir.

Çalışır (2009), değişik pompaj tesislerinde ortalama özgül enerji tüketimlerini; dalgıç derin kuyu pompalarda 2.93 Mj/m^3 , düşey milli derin kuyu pompalarda 6.33 Mj/m^3 , yatay eksenli santrifüj pompalarda 1.01 Mj/m^3 ve motopomplarda 2.85 Mj/m^3 olarak bulmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırmanın yapıldığı yer

Araştırma, 2008 ve 2009 yıllarında, Konya Şeker A.Ş.' nin Konya-Alakova' daki deneme arazisinde yürütülmüştür. Araştırma arazisi Konya il merkezi sınırları içerisinde olup il merkezinin yaklaşık 15 km uzağındadır. İç Anadolu bölgesinde yer alan Konya ili $36^{\circ} 41'$ ve $39^{\circ} 16'$ kuzey enlemleri ile $31^{\circ} 14'$ ve $34^{\circ} 26'$ doğu boylamları arasında yer almaktadır ve denizden ortalama yüksekliği 1016 m' dir (Anonim, 2011b). Araştırmanın yapıldığı arazinin genel bir görünüşü Şekil 3.1' de verilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırmanın yapıldığı arazinin genel görünüşü

3.1.2. Toprak özellikleri

Konya Ovası, jeolojik devirlere ait formasyonların ayrışmasıyla teşekkül etmiş bir birikme alanıdır. Bu birikme alanındaki alüvyal materyalin büyük bir kısmı 4.

Zamana aittir. Genç bir yapıya sahip olan alüvyal toprakların horizonları yoktur ve genellikle derin topraklardır. Ova toprakları genelde ağır bünyeli olup, orta ve hafif bünyeye sahip topraklar da mevcuttur (Ertaş, 1979). Ova toprakları yaygın olarak orta ve yüksek infiltrasyon hızına sahiptir (Ertaş, 1979; Kara ve ark., 1992; Süheri, 2007).

Araştırmanın yürütüldüğü deneme arazisi toprakları, büyük toprak gruplarından olan alüvyal topraklardır (Ertaş, 1979). Toprakların pH değerleri 7.7 – 7.8 arasında, kireç oranı yüksek, organik maddece fakir olup eğim % 0-1 arasındadır.

3.1.3. İklim özellikleri

Araştırma sahasını da içine alan Konya Bölgesi'nde karasal iklim görülür. Konya il merkezi, Türkiye'de en az yağış alan merkezlerden birisidir. Yağışın önemli bir kısmını ilkbahar mevsiminde alır. İlkbaharda kuzey kutbu etkili karasal hava kütlelerinin doğuya çekilmesi ile Konya ve çevresi yağış almaktadır. Yaz mevsiminde ise, kutbi hava kütlelerinin kuzeye kayması sonucu sahaya tropikal hava kütleleri hakim olur. Bu hava kütlelerinin etkisi ile yaz mevsimi sıcak ve kurak geçer.

Araştırmanın yürütüldüğü 2008 ve 2009 yıllarına ait bazı iklimsel parametreler deneme alanına kurulan portatif meteoroloji istasyonundan (Şekil 3.2), çok yıllık iklim verileri ise Konya Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınmış ve Çizelge 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Deneme arazisine kurulan portatif meteoroloji istasyonu

Çizelge 3.1. Deneme arazisi ve Konya’ da 2008-2009 yılları ve uzun yıllık bazı iklim verileri

Yıllar	İklim elemanları	Aylar											
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2008	*Ortalama sıcaklık (°C)	-3.5	-2.7	9.8	14.1	15.6	21.6	23.3	23.9	18.8	12.9	7.5	0.5
	*Ortalama bağıl nem (%)	83.0	81.9	56.5	51.4	51.4	42.6	39.1	41.7	54.1	66.5	77.8	86.0
	*Toplam yağış (mm)	23.0	21.2	38.1	20.5	28.2	5.2	14.8	0.0	73.4	23.6	24.9	51.4
	*Ort. rüzgar hızı (m/s)	1.2	1.4	1.9	1.7	1.4	1.3	1.2	1.0	0.7	0.7	0.6	0.4
	Toplam buharlaşma (mm)	-	-	-	-	152.2	235.1	279.2	261.1	156.7	86.8	-	-
	Güneşlenme süresi (saat/gün)	5.5	6.6	7.2	7.7	8.5	10.1	10.8	10.0	7.3	6.5	5.0	3.9
2009	*Ortalama sıcaklık (°C)	1.3	3.0	4.6	10.1	14.6	20.4	22.6	21.2	16.8	14.8	5.8	4.5
	*Ortalama bağıl nem (%)	81.34	78.90	67.44	66.49	59.48	46.87	49.10	41.55	55.95	61.04	77.47	81.88
	*Toplam yağış (mm)	65.4	44.6	21.4	57.8	47.2	11.8	17.4	0	25.6	24.2	58.2	64.8
	*Ort. rüzgar hızı (m/s)	0.6	1.4	1.7	1.0	0.9	1.1	1.2	0.9	0.6	0.7	0.5	0.6
	Toplam buharlaşma (mm)	-	-	-	-	149.8	236.1	245.5	223.1	134.1	105.2	-	-
	Güneşlenme süresi (saat/gün)	4.3	4.3	6.1	7.4	8.4	9.9	9.2	9.5	7.3	6.6	5.2	3.5
1978-2010 (ort.)	Ortalama sıcaklık(°C)	-0.3	0.6	5.2	10.9	15.5	20.1	23.4	23	18.6	12.4	5.5	1.3
	Ortalama bağıl nem (%)	76	70.3	62.7	57.7	55.4	47.2	42.3	42.7	46.1	58.5	70.1	76.5
	Toplam yağış (mm)	30.8	23.2	25.5	35.9	38.6	20.5	7.8	5.6	11.3	29.7	39	43.9
	Ort. rüzgar hızı (m/s)	1.9	2.5	2.6	2.3	2.2	2.5	2.8	2.5	2.1	1.8	1.7	1.9
	Toplam buharlaşma (mm)	-	-	-	96.4	170.7	230.4	289.3	269.4	190.5	111.7	14.6	0.4
	Güneşlenme süresi (saat/gün)	3.16	4.4	6.11	7.04	8.38	10.18	11.08	10.55	9.36	7.15	4.48	3.1

(*) Bu değerler arazideki portatif iklim istasyonundan alınmıştır

Çizelge 3.1 incelendiğinde, 2008 ve 2009 yıllarında aylık ortalama sıcaklık en düşük sırasıyla -3.5 ve 1.3 °C ile Ocak ayında ölçülmüştür. Çok yıllık ortalamalara göre aylık ortalama sıcaklık en düşük -0.3 °C ile yine Ocak ayında gerçekleşmiş olup, bitki yetiştirme döneminde (Nisan-Eylül) düşen toplam yağış 119.7 mm, yıllık toplam yağış ise 311.8 mm' dir. Araştırmanın yürütüldüğü 2008 ve 2009 yıllarında düşen toplam yağış sırasıyla 324.3 mm ve 438.4 mm olarak ölçülmüştür.

3.1.4. Toprak, bitki ve su kaynakları potansiyeli

Konya ili 4,169,400 hektar yüzölçümü ile yurdumuzun en geniş arazi varlığına sahip İli' dir (Anonim, 2011b). Çok geniş alana sahip olması ve deniz seviyesinden yükseklikteki farklılıklar, ilin ekolojik yapısında farklılıkların oluşmasına sebep olmuştur. Yıllık yağış miktarı bölgeden bölgeye 300-760 mm arasında değişmektedir. Topoğrafik açıdan; doğu-kuzey ve batı bölgelerinde oldukça düz ve büyük ovalar yer alırken güney bölgesinde oldukça engebeli araziler bulunmaktadır.

İlin doğu ve kuzeyinde yer alan ve “Konya Ovası” diye adlandırılan geniş alanlarda yağışın 400 mm' nin altında, hatta bazı lokal bölgelerde 300 mm' nin altında seyretmesi kuru ziraat sistemini mecbur kılmıştır. Diğer bir ifadeyle “hububat-nadas” münavebesi bu alanların en yaygın tarım sistemidir. Konya İli' nde yetiştirilen önemli tarla ürünlerinin ekim alanları ve üretim miktarları Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.2' den görüleceği gibi en fazla ekimi yapılan bitkiler buğday, arpa ve şekerpancarıdır. Konya Ovası' nda, patatesin ekim alanı her geçen yıl artmakta olup, 2008 yılına kıyasla 2009 yılında ekim alanı yaklaşık % 25 artarak 8,747 ha olmuştur.

Çizelge 3.2. Konya İlinde 2009 yılında tarımı yapılan önemli tarla ürünlerinin ekiliş alanları ile üretim miktarları (Anonim, 2011a)

Bitki türü	2008		Bitki türü	2009	
	Ekilen alan (ha)	Üretim (ton)		Ekilen alan (ha)	Üretim (ton)
Buğday	627425	1696165	Patates	8747	315825
Arpa	307465	838468	Yeşil Mercimek	1954	2687
Şeker Pancarı	85992	5284787	Yonca (Yeşil ot)	22300	215266
Çavdar	16892	36178	Fasulye (kuru)	16268	51477
Yulaf	6878	13940	Mısır (Dane)	13138	104129
Ayçiçeği (Y+Ç)	17260	40207	Mısır (Slaj)	10021	449230
Nohut	24464	34807	Haşhaş	7455	7495

Konya Ovası'nda tarıma elverişli 1,815,000 hektar arazinin 1,704,000 hektarı (% 94) sulanabilir niteliktedir. Sulama ile verim artışının yüksek olması, çiftçiyi ne pahasına olursa olsun sulama yapmaya zorlamaktadır. Resmi olarak sulamaya açılan saha (DSİ, İl Özel İdaresi, Halk Sulamaları) 377,000 ha' dır. Ancak, ruhsatsız kuyulardan kayıt dışı sulanan alan tahmini en az 140,000 ha olup, fiili olarak toplam sulanan alan yaklaşık 517,000 ha' dır (Kara ve ark., 2008; Şahin ve ark., 2010).

Konya Ovası'nın kullanılabilir su potansiyeli yıllık 4.082 milyar m³ olup, bunun %72' sini (2.932 milyar m³/yıl) yerüstü, %28' ini (1.150 milyar m³/yıl) ise yeraltı su kaynakları oluşturmaktadır. Ancak, yeraltı suyundan çekilen su miktarı yaklaşık 1.840 milyar m³/yıl olduğu tahmin edilmektedir. Yeraltı rezervlerinden izin verilen miktarın üzerinde bir su çekildiğinden dolayı, yeraltı su seviyesi hızlı bir şekilde düşmekte ve su kalitesi de bozulmaktadır. Konya için önemli bir sulama projesi olan Mavi Tünel tümüyle devreye girdiğinde sağlayacağı su miktarı 414 milyon m³/yıl' dır. Bu projeye gelecek suyun, bir kısmı içme ve kullanmada bir kısmı da tarımsal sulamada kullanılacaktır. Oysa, sulanabilir alanların tamamının sulanabilmesi için gerekli su miktarı yaklaşık 8.2 milyar m³/yıl' dır (Anonim, 2009).

Konya Ovası'nda su kaynakları sınırlı, buna karşılık toprak kaynakları oldukça geniştir. Bu geniş tarım arazilerinin sulanabilmesi amacıyla DSİ tarafından kısa adı "KOP" olan Konya Ovaları Projesi yürütülmektedir. KOP' un toplam su potansiyeli 6.02 milyar m³/yıl olup, bunun ekonomik olarak kullanılabilir miktarı 3.82 milyar m³/yıl' dır. KOP dokuz adet büyük su projesi, bir adet içme suyu projesi, bir adet Göksu Havzası enerji projeleri ve diğerleri de çok sayıda müstakil küçük yerüstü ve yer altı suyu sulamaları olmak üzere on iki adet projeden oluşan bir projeler demetidir. Bu projelerin tamamının hayata geçirilmesi ile 620 bin hektar alanın sulanması gerçekleşecektir (Çiftçi ve Yaylalı, 2007).

3.1.5. Sulama suyunun sağlanması

Su kaynağı olarak araştırma arazisinde bulunan derin kuyu kullanılmıştır. Kuyudan su, yaklaşık 30 m derinde bulunan 3" lik dalgıç pompa ile alınmış ve kapalı boru sistemi ile deneme parsellerine iletilmiştir. Her 3 sulama yöntemine (yağmurlama, karık ve damla), sulama suyu temininde aynı dalgıç pompa kullanılmıştır. Farklı sulama yöntemlerinin yüzey ve yer altı su kaynakları ile sulamada enerji kullanımına etkisini araştırmak için, son iki sulamada, dalgıç pompa ile derin kuyudan çıkartılan sulama

suyu önce beton kaplamalı sulama kanalına aktarılmış, oradan da 9 BG' lik bir motopomla alınarak sulama sistemlerine verilmiştir.

3.1.6. Sulama sistemi

Araştırmada, yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinin uygulanmasını sağlayacak sistemler kullanılmıştır.

3.1.7. Bitki özellikleri

Araştırmada patates bitkisinin Russet Burbank çeşidi kullanılmıştır. Russet Burbank çeşidi çoğunlukla, sanayide dondurulmuş parmak patates olarak kullanılmaktadır. 1874 yılında Amerika' da tescil edilmiştir. Çeşidin yumru kabuk rengi koyu sarı, et rengi beyaz olup yumru şekli ise uzundur. Suda pişirilme durumunda önemli oranda çatlama görülmektedir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak ve sulama suyu analizlerinin yapılması

Deneme öncesi, arazide profil çukuru açılarak 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm toprak derinliklerinden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmış, bozulmuş toprak örneklerinde toprak bünyesi, tarla kapasitesi, solma noktası, kireç, tuzluluk, PH, organik madde vb, bozulmamış toprak örneklerinde ise hacim ağırlığı değerleri belirlenmiştir.

Tarla kapasitesi ve solma noktası; basınçlı plaka aleti kullanılarak, toprak örneklerinin sırasıyla 1/3 ve 15 atmosferde tuttıkları nem miktarının ölçülmesi ile bulunmuştur. pH; cam elektrotlu Beckman pH metresi ile toprağın doymuşluk çamurunda belirlenmiştir. Tuz içeriği; iletkenlik ölçer ile doymuşluk çamur süzüğünün elektriksel iletkenliği ölçülerek saptanmıştır. Anılan analizlerde, U.S. Salinity Laboratory Staff (1954)' te verilen esaslardan yararlanılmıştır. Toprak bünyesi; Bouyoucos (1951) tarafından verilen Hidrometre yöntemi ile saptanmıştır. Organik madde, Walkley Black yöntemine göre; yarıyıllı fosfor, Olsen metoduyla kolorimetrik olarak; yararlı potasyum ise amonyum asetat çözeltisinden geçen potasyum miktarı alev

fotometresinde okunarak, Tüzüner (1990)' da verilen esaslardan yararlanılarak ölçülmüştür.

Sulama yöntemlerinin planlanması ve uygulamasında önemli bir kriter olan toprağın infiltrasyon hızı, Güngör ve Yıldırım (1989)' a göre değişken seviyeli çift silindirik infiltrometre testleri ile belirlenmiştir. Yapılan infiltrasyon testlerinin sonuçlarına göre toprağın kararlı (sabitleşmiş) infiltrasyon hızı 25 mm/h bulunmuştur. Karık sulama yönteminde infiltrasyon testleri Yıldırım (2003)' da verilen esaslar dikkate alınarak yapılmış ve eklemeli su alma eşitliği " $D=1.443xT^{0.776}+7$ " olarak hesaplanmıştır (D= Toprağın eklemeli su alma miktarı, mm ve T= Eklemeli zaman, dakika' dır).

Kuyudan alınan su örneklerinin, sulamaya uygunluk yönünden sınıfını belirlemek için Ayyıldız (1990)' da verilen esaslara göre analizler yapılmış ve ABD tuzluluk laboratuvarı grafik sistemine göre sulama suyu kalite sınıfı C₂S₁ olarak belirlenmiştir. Şener (1983) ve Mass (1990)' a göre, patates yetiştiriciliğini sulama suyu kalitesi yönünden sınırlayan her hangi bir etmen yoktur.

3.2.2. Deneme deseni ve araştırma konuları

Araştırma konuları damla, yağmurlama ve karık sulama yöntemlerinden oluşturulmuş ve bu nedenle de araştırma alanında her bir sulama yöntemi için ayrı deneme kurulmuştur.

Damla sulama yönteminde, 4 farklı deneme konusu Faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada, ana konuları farklı lateral aralıkları, alt konuları ise; sulama suyu hesabında kullanılacak olan farklı ıslatılan alan yüzdeleri oluşturmuştur (Çizelge 3.3). DS, DS₁, DS₂ ve DS₃ simgeleri ile gösterilen sulama konularına 7 gün sulama aralığında, 90 cm kök derinliğinde eksilen toprak nemini tarla kapasitesine çıkartacak kadar sulama suyu uygulanmıştır.

Yağmurlama (YS) ve karık (KS) sulama yöntemlerinde tek deneme konusu tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Çizelge 3.3. Damla sulama yönteminde deneme konuları

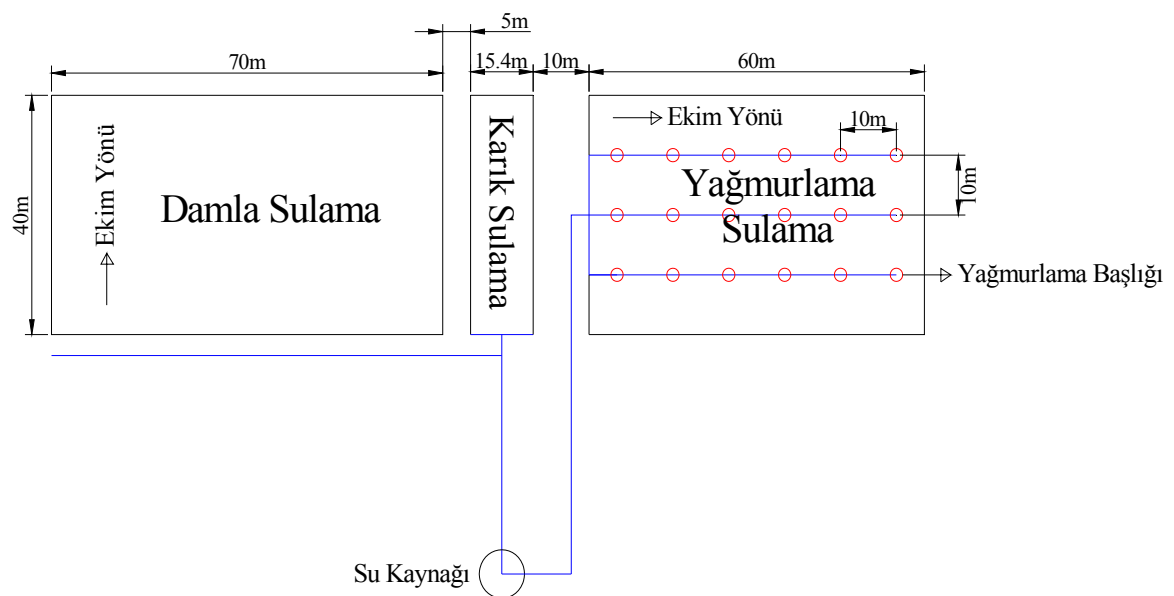
Deneme konuları	Ana Konular (Lateral Aralıkları)	Alt Konular (Islatma Alanı Yüzdesi)
DS	Her bitki sırasına bir lateral hat planlaması (Lateral aralığı 0.70 m)	Islatılan alan yüzdesini %100 olarak uygulamak
*DS ₁	Her bitki sırasına bir lateral hat planlaması (Lateral aralığı 0.70 m)	Islatılan alan yüzdesini %75 olarak Uygulamak (gerçek ıslatma yüzdesi)
DS ₂	İki bitki sırasına bir lateral hat planlaması (Lateral aralığı 1.40 m)	Islatılan alan yüzdesini %100 olarak uygulamak
DS ₃	İki bitki sırasına bir lateral hat planlaması (Lateral aralığı 1.40 m)	Islatılan alan yüzdesini %75 olarak uygulamak

* Islatılan alan yüzdesi, arazide deneme testleri sonucunda belirlenmiştir

YS: Yağmurlama sulama yöntemi ile, 7 gün sulama aralığında 90 cm kök derinliğinde eksilen toprak nemini tarla kapasitesine çıkartacak kadar sulama suyu uygulama.

KS: Karık sulama yöntemi ile, 7 gün sulama aralığında 90 cm kök derinliğinde eksilen toprak nemini tarla kapasitesine çıkartacak kadar sulama suyu uygulama.

Deneme konularından elde edilen sonuçlar değerlendirilirken; sulama yöntemlerinin karşılaştırılmasında YS, KS ve DS deneme konuları, farklı lateral aralık ve ıslatılan alan yüzdelere göre gerçekleştirilen damla sulama uygulamalarının karşılaştırılmasında ise DS, DS₁, DS₂ ve DS₃ konuları dikkate alınmıştır. Sulama yöntemlerinin araziye yerleşim düzeni Şekil 3.3' de verilmiştir.

**Şekil 3.3.** Sulama yöntemlerinin arazide tertibi

3.2.3. Sulama sistemlerinin tasarlanması ve parsel boyutları

3.2.3.1. Damla sulama sisteminin tasarlanması ve parsel boyutları

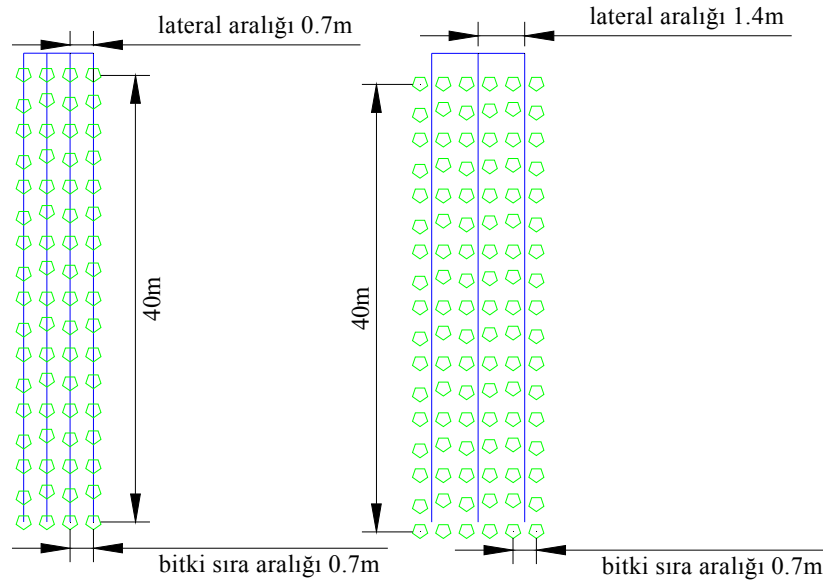
Damla sulama yönteminde damlatıcı aralığının ve ıslatılan alan yüzdesinin belirlenmesi amacıyla, toprak özellikleri de dikkate alınarak, deneme arazisinde lateral hat ve 1 atm işletme basıncında 4 l/h debili damlatıcılar ile deneme testleri yapılmış ve yapılan testler sonucunda, toprağın yüzeyden itibaren 30 cm altındaki ıslak çap genişliği 52 cm olarak ölçülmüştür. Damlatıcı aralığı, ölçülen ıslak çapın yaklaşık % 66' sını (33 cm) olarak alınmıştır (Yıldırım, 2003). Islatılan alan yüzdesi, bir damlatıcı altında, toprağın yaklaşık 30 cm altındaki ıslatma şeridi genişliğinin, lateral aralığına bölünmesiyle bulunabilir (Keller ve Bliesner, 1990; Çetin ve ark, 2006; Yıldırım ve Korukçu, 1999). Islak çapın (52 cm), lateral hat aralığına (70 cm) bölünmesiyle (DS_1 konusu için) ıslatılan alan yüzdesi yaklaşık % 75 olarak hesaplanmıştır.

Damla sulama sistemi; kontrol ünitesi (hidrosiklon, gübre tankı, disk filtre, kontrol vanaları ve basınç ölçer) (Şekil 3.4), 16 mm çapında ve 1 atm. basınçta damlatıcı debisi 4 l/h olan lateral borular ile ana ve manifold boru hatlarında çapı sırasıyla 90 ve 63 mm olan PE borular ile eklenti parçalarından oluşturulmuştur. Parsellere verilecek sulama suyunun miktarını kontrol etmek için, her parselin girişinde 3/4" su sayaçları kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Damla sulama sistemine ait kontrol ünitesi

Damla sulama yönteminde, 70 cm sıra arası ve 35 cm sıra üzeri olmak üzere 70x40 m boyutlarında bir alanın tamamına patates ekimi yapılmıştır. Homojen çıkış sağlandıktan sonra deneme parselleri oluşturulmuştur. Her bitki sırasına bir lateral hat planlanan deneme konularında; her parselde 4 bitki sırası olacak şekilde parsel eni 2.8 m parsel boyu 40 m olarak planlanmıştır. İki bitki sırasına bir lateral hat planlanan deneme konularında; her parsel 6 bitki sırasından yani parsel eni 4.2 m parsel boyu 40 m olarak parseller tasarlanmıştır (Ertek ve Kanber, 2001; Ünlü ve ark., 2006). Parseller ve bloklar arasında kalan bitkiler elle sökülmüş ve daha sonra damla sulama sistemi parsellere yerleştirilmiştir (Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7).



Şekil 3.5. Damla sulamada parsel boyutları ve lateral aralıkları

Hasatta, 4 bitki sırasından oluşan parsellerde her bir parselin en dıştaki birer bitki sırası, 6 bitki sırasından oluşan deneme parsellerinde ise her bir parselin en dıştaki ikişer bitki sırası kenar tesir etkisi nedeniyle çıkartılmıştır. Ayrıca her parselin başından ve sonundan 2' şer metrelik kısım da dikkate alınmamıştır. Böylece her parselde kenar tesir payları çıkartıldıktan sonra geriye kalan 36 x 1.4 m boyutlarındaki 50.4 m²' lik bir alan değerlendirmeye alınmıştır.



Şekil 3.6. Dört bitki sırası ve her bitki sırasına bir lateral hat planlanan deneme parseli



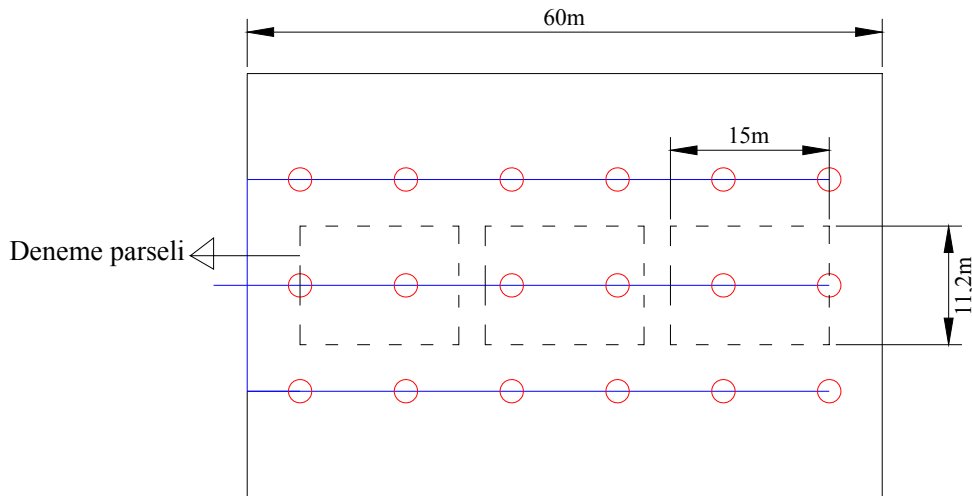
Şekil 3.7. Altı bitki sırası ve her iki bitki sırasına bir lateral hat planlanan deneme parseli

3.2.3.2. Yağmurlama sulama sisteminin tasarlanması ve parsel boyutları

Yağmurlama sulama yönteminde sıra arası 70 cm sıra üzeri 35 cm olmak üzere 60 x 40 m boyutlarında bir alanın tamamına patates dikilmiştir.

Yağmurlama sulama sisteminde, ana ve lateral hatlarda çapı sırasıyla 90 ve 75 mm olan PE borular ile meme çapı 5/4.2 mm ve 2 atm işletme basıncında işletildiğinde debisi 0.55-0.60 l/sn arasında, ıslatma çapı 20 m olan yağmurlama başlıkları kullanılmıştır. Yağmurlama sisteminin ortalama başlık basıncı ve başlık debisi Pereira (1990), Merriam ve Keller (1978) ile Keller ve Bliesner (1990)' da verilen esaslara göre belirlenmiştir. Yağmurlama sulama yönteminde her biri 60 m uzunluğunda ve üzerinde 10 m aralıklarla 6 adet yağmurlama başlığı bulunan üç farklı lateral hat planlanmış olup üç lateral, araları 10 m ve birbirine paralel olacak şekilde konumlandırılmıştır. Deneme parselleri bu üç lateralin arasına yerleştirilmiştir. Her bir parsel 16 bitki sırasından oluşturulmuş olup parsel eni 11.2 m, parsel boyu 15 m olacak şekilde tasarım yapılmıştır (Şekil 3.8).

Sistemin ortalama yağmurlama hızını belirlemek amacıyla, ortadaki lateralin her iki yanına, ilki lateralden 1.5 m uzakta olmak üzere, laterale dik doğrultuda 2' şer metre arayla su toplama kapları yerleştirilmiş ve belirli zaman aralığında (1 saat) kaplarda biriken su miktarları ölçülerek birim zamanda uygulanan su miktarı (ortalama yağmurlama hızı) mm/h olarak hesaplanmıştır. Su toplama kapları, ortadaki lateralin yaklaşık ortasına denk gelecek şekilde ve denemeyi temsil edecek büyüklükte bir alana yerleştirilmiştir. Kapların yerleştirilmesinde Korukçu ve Yıldırım (1981), Topak (1996) ile Bahçeci ve Aydın (2008) tarafından verilen esas ve usuller dikkate alınmıştır.



Şekil 3.8. Yağmurlama sulama yönteminde başlık tertibi ve deneme parsel boyutları



Şekil 3.9 Yağmurlama sulama yönteminden görüşler

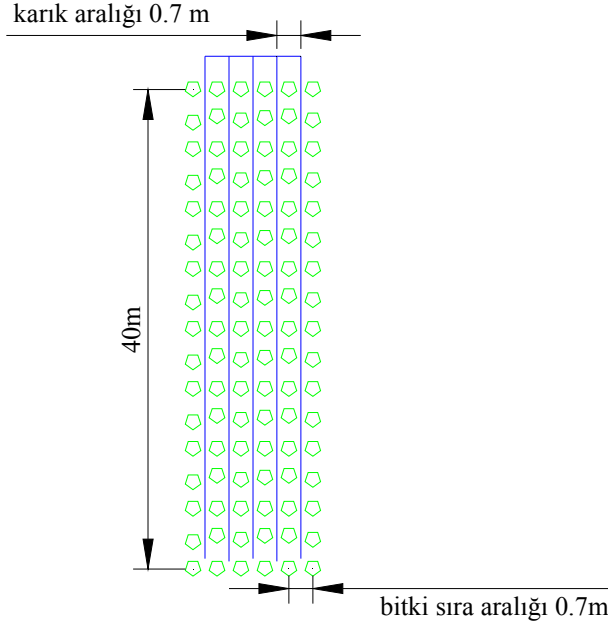
Hasatta, parsellerin kenar tesir payları çıkartılmış ve 8 bitki sırası yani 5.6 m parsel eni, 10 m parsel boyu olmak üzere toplam 56 m² lik bir alanda değerlendirme yapılmıştır.

3.2.3.3. Karık sulama sisteminin tasarlanması ve parsel boyutları

Karık sulama yönteminde de, yağmurlama ve damla sulama yönteminde olduğu gibi sıra arası 70 cm sıra üzeri 35 cm olmak üzere 40 x 15.4 m boyutlarında bir alanın tamamına patates dikilmiştir. Homojen bitki çıkışı sağlandıktan sonra parseller oluşturulmuştur. Her parsel 6 bitki sırasından meydana gelmiş, parsel eni 4.2 m parsel boyu 40 m olarak planlanmıştır (Şekil 3.10).

Karık sulama sisteminde, her bitki sıra arasına bir adet sonu kapalı karık açılmıştır. Böylece aralıkları 0.7 m uzunlukları 40 m olan ucu kapalı karıklar oluşturulmuştur. Karık sulama yönteminde karık testleri Yıldırım (2003)' da verilen esaslara göre, arazide 3 deneme karığı dikkate alınarak yapılmıştır. Ortadaki karıkta ölçümler yapılmış kenardaki karıklar tampon görevi görmüşlerdir. Yapılan testler sonucunda elde edilen infiltrasyon değerleriyle, sulama öncesi toprak nem açığı değerleri de dikkate alınarak, her sulamada karığa verilecek toplam sulama suyu miktarı ve karık sulama süresi belirlenmiştir. Karıklara sulama suyu, yaklaşık 0.50-0.60 l/s' lik debi ile verilmiştir.

Sulama suyu 63 mm' lik PE boru ile karık başlarına kadar getirilmiş, her karığın başlangıcında boru delinerek üzerine priz kolyeler takılmış, debiyi kontrol etmek için küresel vanalar, suyun hacmini ölçmek için su sayaçlarından oluşturulan bir sistem kurulmuştur (Şekil 3.11 ve 3.12).



Şekil 3.10. Karık sulama yönteminde karık planı ve parsel boyutları

Hasatta her parselde kenar tesir payları çıkartıldıktan sonra 36 x 1.4 m boyutlarında toplam 50.4 m² lik bir alanda değerlendirme yapılmıştır.

3.2.4. Tarımsal Uygulamalar

Deneme yeri 2007 yılı Sonbahar' ında pullukla sürülmüştür. İlkbaharda Nisan ayının ilk haftasında, denemenin yürütüleceği alana 15.15.15 (N.P.K) gübresi, dekara saf madde olarak 7.5 kg N, 7.5 kg P ve 7.5 kg K olacak şekilde gübre serpm makinesi ile atılıp, rotatiller ile toprağa karıştırılarak arazi ekime hazır hale getirilmiştir.

Patates tohumları 2008 yılında 22 Nisan' da, 2009 yılında ise 28 Nisan' da, 2 sıralı mekanik patates ekim makinesi ile ekilmiştir (Şekil 3.13). Patates tohumlarının 15 cm derinliğe ekimi yapılmış, dekara yaklaşık 300 kg tohum kullanılmıştır. Ekimden sonra çimlenme ve çıkış sağlanabilmesi için, deneme alanının tamamına yağmurlama sulama yöntemi ile 2008 yılında 45 mm, 2009 yılında ise 40 mm sulama suyu uygulanmıştır. Her iki deneme yılında da Mayıs ayının ikinci yarısından itibaren ilk çıkışlar görülmüş, homojen bitki çıkışı ise Mayıs ayının son haftasında gözlenmiştir.



Şekil 3.11. Karık sulama yönteminde karıklara sulama suyunun iletimi



Şekil 3.12. Karıklara sulama suyunun uygulanması



Şekil 3.13. Patates ekiminden bir görünüş

Çapayla birlikte üst gübresi olarak Amonyum Sülfat, dekara 60 kg (% 21 azot, % 24 kükürt) olacak şekilde 2008 yılında 16 Haziran' da, 2009 yılında ise 20 Haziran' da verilmiştir. Hastalık ve zararlılar ile mücadele, her iki deneme yılında ihtiyaç duyulduğu zamanlarda yapılmıştır. Sulama konularına, 2008 yılında 25 Haziran' da başlanarak 27 Ağustos' ta, 2009 yılında ise 1 Temmuz' da başlanarak 2 Eylül' de son verilmiştir.

Hasattan hemen önce, sulama yöntemlerine bağlı deneme parsellerinin kenar tesir payları çıkarılmış ve hasat, ilk deneme yılında 15 Eylül 2008, ikinci deneme yılında 23 Eylül 2009 tarihinde tek sıralı patates söküm makinesiyle yapılmıştır. Her parselden elde edilen patates yumruları ayrı ayrı çuvallanarak etiketlenmiş ve daha sonra 100 g hassasiyetli dijital tartı ile tartılmıştır. Parsellerden alınan bir kısım numune kimyasal kalite analizlerinin yapılması için Konya Şeker A.Ş' nin Seydişehir' deki patates fabrikası ile Konya Ticaret Borsası laboratuvarlarına gönderilmiştir.



Şekil 3.14. Çapa ve boğaz doldurmadan bir görünüş

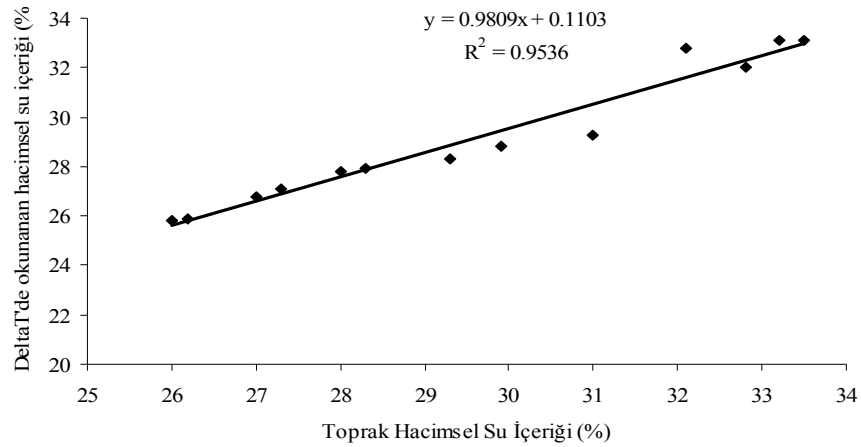
3.2.5. Toprak nem içeriğinin ölçülmesi

Bitki kök bölgesindeki nem değişimi; Delta-T Profil-Probe nem ölçme cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Bu amaçla her deneme konusuna 0-100 cm toprak derinliğinde Delta-T Profil-Probe tüpleri çakılmıştır. Konu parsellerine öngörülen derinliğe kadar burgu ile delikler açılmış, bu deliklere Profil-Probe tüpleri (Access tüp) yerleştirilmiş, tüplerin kenarları toprakla iyice sıkıştırıldıktan sonra tüp ağzları özel tapaları ile kapatılmıştır (Şekil 3.15). Access tüpler, damla sulama yöntemi ile sulanan DS ve DS₁ konularına ikişer adet, DS₂ ve DS₃ konularına üçer adet, yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan YS konusuna 1 adet yerleştirilmiştir. Karık sulama yöntemi ile sulanan KS deneme konusuna karık başlangıcına, karık ortasına ve karık sonuna olmak üzere 3 adet Access tüp yerleştirilmiştir. Delta T nem ölçme aleti ile 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-100 cm katmanlardaki toprak nemi hacim yüzdesi olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.15. Delta T profil cihazı ile nem ölçümünden bir görünüş

Delta T nem ölçme aletinin deneme alanı toprağı için kalibrasyonu yapılmıştır. Bu maksatla Delta T Profil-Probe tüpleri toprağına yerleştirildikten sonra, toprak neminin farklı olduğı zamanlarda okumalar yapılmış ve aynı zamanda ölçüm yapılan toprak katmanlarından burgu ile alınan toprak örneklerinde James (1988) ve Tüzüner (1990) tarafından verilen esaslar kullanılarak toprak nemi saptanmıştır. Elde edilen değerlerden yararlanılarak ΔT Profil-Probe kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur (Şekil 3.16). Okunan cihaz değerleri, hazırlanan kalibrasyon eğrisinden yararlanarak gerçek toprak nem değerlerine dönüştürülmüştür.



Şekil 3.16. Delta T aleti kalibrasyon eğrisi

3.2.6. Sulama suyunun hesaplanması ve sulama

Bütün sulama yöntemlerinde sulama aralığı 7 gün olup, bu aralıkta bitki kök bölgesi derinliğinde (90 cm) eksilen toprak nemini tarla kapasitesine ulaştıracak kadar sulama suyu verilmiştir. Çimlenme ve çıkışın sağlanması için, yağmurlama sulama yöntemiyle bütün parsellere 2008 yılında 45 mm, 2009 yılında 40 mm sulama suyu uygulanmıştır. Konulu sulama uygulamalarına faydalı suyun yaklaşık % 50-55' i tüketildiğinde başlanmıştır.

Damla sulama yöntemi ile sulanan DS, DS₁, DS₂ ve DS₃ deneme konularında; 7 gün sulama aralığında bitki kök bölgesi derinliğinde (90 cm) eksilen toprak nemi, derinlik olarak (mm) ifade edilmiş olup (Eşitlik 3.1), bu derinlik parsel alanı ve ıslatılan alan yüzdesi ile çarpılarak hacim cinsinden verilecek sulama suyu miktarı (toplam sulama suyu miktarı) hesaplanmıştır (Eşitlik 3.2). Net sulama suyu miktarı; sulama sonrası 90 cm toprak derinliği altına sızan sulama suyu miktarının, toplam sulama suyu miktarından çıkarılması ile hesaplanmıştır. Damla sulama sisteminde her parsel verilecek sulama suyu miktarı parsel başlangıcındaki su sayaçlarından ölçülmüştür.

$$d_n = \frac{(TK_v - MN_v) \times D}{10} \quad (3.1)$$

d_n =Derinlik olarak sulama suyu (mm),

TK_v = Hacim %' si olarak tarla kapasitesindeki toprak nemi (cm^3/cm^3),

MN_v =Anılan sulama programında (7 gün sulama aralığında) hacim %' si olarak mevcut toprak nemi (cm^3/cm^3),

D =Kök bölgesi derinliği (90 cm) dir.

$$I = d_n \times A \times P \quad (3.2)$$

I =Hacim olarak sulama suyu miktarı (litre),

d_n =Derinlik olarak sulama suyu (mm),

A =Parsel alanı (m^2),

P =Deneme konularına bağlı olarak ıslatılan alan yüzdesi (%) dir.

Yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan YS konusunda 7 gün sulama aralığında bitki kök bölgesi derinliğinde (90 cm) eksilen toprak nemi, derinlik olarak (mm) ifade edilmiştir (Eşitlik 3.1). Derinlik olarak ifade edilen su miktarı, sistemin ortalama yağmurlama hızına bölünerek sulama süresi hesaplanmıştır (Eşitlik 3.3).

$$T_y = \frac{d_n}{I_y} \quad (3.3)$$

T_y = Yağmurlama süresi (saat),

d_n = Derinlik olarak sulama suyu (mm),

I_y = Sistemin ortalama yağmurlama hızı (mm/saat) dır.

Yağmurlama sulama yönteminde toplam sulama suyu miktarı; lateral ve başlık aralığı, başlık debisi ve sulama süresi (yağmurlama süresi) dikkate alınarak hesaplanmıştır. Net sulama suyu miktarı; hem sulama esnasında meydana gelen kayıpların hem de sulama sonrası 90 cm toprak derinliği altına sızan sulama suyu miktarının, toplam sulama suyu miktarından çıkarılması ile hesaplanmıştır.

Karık sulama yöntemi ile sulanan KS konusunda 7 gün sulama aralığında bitki kök bölgesi derinliğinde (90 cm) eksilen toprak nemi, derinlik olarak (mm) ifade edilmiştir (Eşitlik 3.1). Karık sulama sisteminde bir karığa verilecek akış süresi yani sulama süresi aşağıda verilen Eşitlik 3.4 yardımı ile hesaplanmıştır (Yıldırım, 2003; Balçın, 2004)

$$T_a = \frac{PxL}{60xQ} [ax(T_o)^b + c] \quad (3.4)$$

T_a =Sulama Süresi (dak),

P =Islak çevre (m),

L =Karık uzunluğu (m),

Q =Karık debisi (l/s),

T_o =Ortalama infiltrasyon süresi (dak),

a,b,c = Toprağın İnfiltrasyon özelliklerine ilişkin katsayılardır.

Karık sulama yönteminde toplam sulama suyu miktarı; Eşitlik 3.4 ile hesaplanan sulama süresi, karık aralığı ve karık boyu dikkate alınarak hesaplanmıştır. Net sulama suyu miktarı; sulama sonrası 90 cm toprak derinliği altına sızan sulama suyu miktarının, toplam sulama suyu miktarından çıkarılması ile hesaplanmıştır.

3.2.7. Bitki su tüketiminin hesaplanması

Deneme konuları için bitki su tüketimi, ΔT Profil-Probe yardımıyla ölçülen toprak nemi değerleri göz önüne alınarak su bütçesi esasına göre (James, 1988) hesaplanmıştır (Eşitlik 3.5).

$$ET = I + R - D_p + C_p - R_f \pm \Delta S \quad (3.5)$$

ET = Bitki su tüketimi (mm),

I = Uygulanan sulama suyu miktarı (mm),

R = Etkili yağış (mm),

D_p = Kök bölgesi altına derine sızma kayıpları (mm),

C_p = Kök bölgesi altından kapilar yükselme (mm),

R_f = Yüzey akış kayıpları (mm),

ΔS = Toprak profilindeki su içeriği değişimi (mm) dir.

Eşitlikteki I değeri, uygulanan sulama suyu miktarlarından; R değeri, deneme alanına yerleştirilen portatif iklim istasyonundan; D_p değeri, sulama öncesi ve sonrası 90 ve 120 cm derinliklerde, burgu ile alınan toprak örneklerinden gravimetrik metotla hesaplanmıştır. Deneme alanı derin, drenaj ve tuzluluk bakımından sorunsuz topraklardan oluşmaktadır. Bu nedenle taban suyundan kaynaklanan bir kapilar su yükselmesi olmadığı için C_p değeri hesaplamalarda dikkate alınmamıştır. ΔS , patates ekimi ve hasattaki toprak nem ölçümlerinden elde edilmiştir. Damla, yağmurlama ve karık sulama sistemleri uygun bir şekilde planlanıp işletildiği için yüzey akış kayıpları oluşmamış dolayısı ile R_f değeri hesaplamalarda ihmal edilmiştir.

3.2.8. Verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi

Kalite parametrelerinin belirlenmesi için her deneme parselinden 10 adet örnek bitki rastgele bir şekilde seçilerek işaretlenmiştir. Fiziksel ve kimyasal kalite unsurları, seçilen 10 adet patates bitkisi baz alınarak belirlenmiştir (Anonim, 2001; Önder ve ark., 2005). Birim alana yumru verimleri hesaplanırken, deneme parsellerinde kenar tesir etkileri çıkartıldıktan sonra geriye kalan parsel alanındaki yumruların hepsi tartılarak değerlendirme yapılmıştır.

Kalite parametrelerinin belirlenmesinde, yumru verimi, tek yumru ağırlığı, bitki başına yumru sayısı, yumru çapı, yumru boyu, pazarlanabilir yumru verimi, yumru kuru madde, nişasta ve protein oranları Yılmaz (1993), Tunçtürk ve ark. (2003)' ile Ayas (2007)' de belirtilen esaslar dikkate alınmıştır.

Yumru kuru madde, nişasta ve protein oranı gibi kimyasal analizler Konya Şeker A.Ş' nin Seydişehir' deki patates fabrikası ile Konya Ticaret Borsası laboratuvarlarında yapılmıştır.

3.2.8.1. Yumru verimi

Her parselden elde edilen patates yumruları ayrı ayrı çuvallanmış ve daha sonra 100 g hassasiyetli dijital tartı ile tartılarak parsel başına yumru verimleri hesaplanmıştır. Hesaplanan yumru verimleri 1000 m²' ye oranlanarak dekara yumru verimleri bulunmuştur.

3.2.8.2. Tek yumru ağırlığı

Hasat sonrası, seçilen bitkilerden (10 bitki) elde edilen yumrular tartılmış ve toplam ağırlık yumru sayısına bölünerek, ortalama tek yumru ağırlığı hesaplanmıştır.

3.2.8.3. Bitki başına yumru sayısı

Hasat sonrası seçilen 10 bitkiden elde edilen yumrular sayılmış ve toplam yumru sayısı bitki sayısına bölünerek bitki başına yumru sayısı belirlenmiştir.

3.2.8.4. Yumru çapı

Yumrunun dar kesiti çap kabul edilerek bir kumpas yardımıyla ölçülmüş ve seçilen yumruların çap ortalaması, ortalama yumru çapı olarak kabul edilmiştir.

3.2.8.5. Yumru boyu

Yumrunun geniş kesiti boy kabul edilerek bir kumpas yardımıyla ölçülmüş ve seçilen yumruların boy ortalaması, ortalama yumru boyu olarak kabul edilmiştir.

3.2.8.6. Pazarlanabilir yumru verimi

Seçilen 10 bitkiden elde edilen yumruların çapları kumpas yardımıyla ölçülmüş, çapları 4.5 cm' den büyük yumrular pazarlanabilir yumru olarak kabul edilmiştir. Çapı 4.5 cm' den büyük olan yumrular tartılmış ve bu değer incelenen toplam yumru ağırlığına bölünerek pazarlanabilir yumru verimi % olarak saptanmıştır (Yılmaz, 1993 ve 1999). Yüzde olarak hesaplanan pazarlanabilir yumru verimi ile birim alandan elde edilen yumru verimi (kg/da) çarpılmış ve pazarlanabilir yumru verimi kg/da olarak hesaplanmıştır.

3.2.9. Sulama yöntemlerinde doğrudan (direkt) enerji kullanımının belirlenmesi

Sulama yöntemlerinin doğrudan enerji (dizel yakıtı veya elektrik enerjisi) kullanımı, birim alana (1 ha) megajoule (Mj) biriminden hesaplanmıştır. Yani, 1 ha' lık alanın sezon boyunca sulanması için kullanılan dizel yakıtı ve elektriğin enerji eşdeğerleri megajoule biriminde ifade edilmiştir. Tarımda ve sulamada enerji kullanımına ilişkin olarak yapılan pek çok araştırmada tarımsal aktivitelerde kullanılan enerji miktarı birim alana (1 ha) megajoule (Mj) (Mj/ha) olarak hesaplanmıştır (Mittal ve Dhawan, 1989; Refsgaard ve ark., 1998; Ercoli ve ark., 1999; Dalgaard ve ark., 2001; Bailey ve ark., 2003; Singh ve ark., 2002; Tzivilakis ve ark., 2004; Kuesters ve Lammel, 1999; Hülsbergen ve ark., 2001; Mrini ve ark. 2001).

Ayrıca tarımsal sulamada enerji kullanımının değerlendirilmesine ilişkin hesaplamalar da birim alan (1 ha) üzerinden yapılmıştır. (Batty ve Keller, 1980, Larson ve Fergmeir, 1978, Mittal ve Dhawan, 1989; Mrini ve ark., 2001).

Bu hususlar dikkate alınarak sulama yöntemlerinde kullanılan direkt (doğrudan) enerji, aşağıda verilen eşitlikler (Eşitlik 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 ve 3.10) yardımı ile hesaplanmıştır.

$$E_d = \frac{E_n \times E_e}{Q_e} \quad (3.6)$$

E_d =Dalgıç pompanın özgül enerji tüketimi (Mj/m³)

E_n =Pompanın saatlik elektrik tüketimi (kWh/h)

E_e =Bir birim elektriğin enerji eşdeğeri (Mj/kWh)

Q_e =Pompa debisi (m³/h)

$$E_D = E_d \times I \quad (3.7)$$

E_D =Dalgıç pompanın birim alana direkt enerji kullanımı (Mj/ha)

I = Uygulanan sulama suyu miktarı (m³/ha)

E_d =Dalgıç pompanın özgül enerji tüketimi (Mj/m³)

$$E_m = \frac{D_n \times D_e}{Q_d} \quad (3.8)$$

E_m =Motopomplu sistemin özgül enerji tüketimi (Mj/m³)

D_n =Sistemin saatlik dizel yakıtı tüketimi (l/h)

D_e =Birim hacim dizel yakıtının (yağlar dahil) enerji eşdeğeri (Mj/l)

Q_d =Sistemin debisi (m³/h)

$$E_M = E_m \times I \quad (3.9)$$

E_M =Motopomplu sistemin birim alana direkt enerji kullanımı (Mj/ha)

I = Uygulanan sulama suyu miktarı (m³/ha)

E_m =Motopomplu sistemin özgül enerji tüketimi (Mj/m³)

Birim zamanda tüketilen dizel yakıtı, motopomptaki yakıt tankının dizel yakıtı ile tam doldurulması ve birim zaman sonunda tekrar tam doldurularak eksilen yakıtın hesaplanması yoluyla l/h cinsinden, elektrik motorlu pompaj ünitesinde ise, birim zamanda harcanan elektriğin elektrik panosundan okunması sureti ile kWh/h cinsinden belirlenmiştir.

E_D ve E_M , her bir sulama yöntemi için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Araştırmada, motopomp veya dalgıç pompa her 3 sulama yöntemi için ayrı ayrı çalıştırılarak denemeler yapılmıştır.

Karık sulama yönteminde, karıkların oluşturulması için iş makinası tarafından tüketilen direkt enerji hesaplanırken, traktörün saatlik yakıt tüketimi, birim alana iş yapabilme becerisi ve dizel yakıtının enerji eşdeğeri dikkate alınmıştır (Eşitlik 3.10)

$$E_t = \frac{D_t}{S} \times D_e \quad (3.10)$$

E_t =Traktörün birim alana direkt enerji kullanımı (Mj/ha)

D_t =Saatlik yakıt tüketimi (l/h)

D_e =Birim hacim dizel yakıtının (yağlar dahil) enerji eşdeğeri (Mj/l)

S =Birim alan için iş yapabilme becerisi (ha/h)

Dizel yakıtı ve elektriğin, bir biriminin enerji eşdeğerleri literatürlerden elde edilerek Çizelge 3.4' de verilmiştir ve bu literatür değerlerin ortalaması alınarak elde edilen değer enerji tüketim hesaplamalarında kullanılmıştır.

Çizelge 3.4. Hesaplamalarda kullanılan enerji eşdeğerleri (Mj/l, MJ/kWh)

Girdiler	Birimi	Enerji Eşdeğeri	Referanslar
Dizel yakıtı	Litre	56.31	Singh ve ark., 2002
		37.0	Bailey ve ark, 2003
		35.9	Dalgaard ve ark, 2001
		45.8	Ercoli ve ark, 1999
		47.7	Cervinka, 1980
		39.6	Hulsbergen ve ark., 2001
		41.0	Kuesters ve Lammel, 1999
		47.8	Ortiz-Canavate ve Hernanz (1999)
		39.5	Reinhardt (1993)
		Ort. = 43.40	
Elektrik	kWh	11.93	Singh ve ark., 2002
		12.70	Fluck, 1992
		12.70	Bonnie, 1987
		10.75	Reinhardt, 1993
		12.00	Ortiz-Canavate ve Hernanz (1999)
		11.62	Acaroğlu (2001)
		Ort. = 11.95	

3.2.10. Su kullanım ve sulama suyu kullanım etkinliğinin belirlenmesi

Birim sudan yararlanma oranı olarak da ifade edilebilen ve sulama yöntemlerinin karşılaştırılmasında veya herhangi bir sulama programının değerlendirilmesinde temel bir kriter olan su kullanım etkinliği (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) Tanner ve Sinclair (1983)' e göre Eşitlik 3.11 ve 3.12 dikkate alınarak hesaplanmıştır

$$WUE = \frac{E_y}{ET} \quad (3.11)$$

WUE =Su kullanım etkinliği (kg/m³)

E_y =Pazarlanabilir verim (kg/da)

ET =Mevsimlik bitki su tüketimi (mm)

$$IWUE = \frac{E_y}{I} \quad (3.12)$$

IWUE =Sulama suyu kullanım etkinliği (kg/m³)

I =Mevsimlik Sulama suyu miktarı (mm)

3.2.11. İstatistiksel analizler

Deneme konularından elde edilen yumru verimi, tek yumru ağırlığı, yumru çapı, yumru boyu, pazarlanabilir yumru verimi, bitki başına yumru sayısı, yumru kuru madde oranı, yumru nişasta oranı ve protein oranları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, istatistiki açıdan önemli farklılık tespit edilen özelliklerde sonuçlar %1 veya %5 önem düzeyine göre Duncan testi esas alınarak gruplandırılmıştır (Yurtsever, 1984; Düzgüneş ve ark., 1987). Varyans analizi ve Duncan testleri SPSS 13.0 bilgisayar paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Toprak ve Su Örnekleri Analiz Sonuçları

4.1.1. Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri

Deneme alanı topraklarına ilişkin bünye sınıfı, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalı su tutma kapasitesi değerleri Çizelge 4.1’ de, pH, su ile doygunluk, toplam tuz, kireç, fosfor, potasyum ve organik madde içerikleri gibi kimyasal analiz sonuçları ise Çizelge 4.2’ de verilmiştir. Çizelge 4.1’ den görüleceği üzere, 2008 ve 2009 yıllarında, tüm toprak katmanlarının bünye sınıfı killi-tın’ dır. 2008 yılında, hacim ağırlığı değerleri 1.30 - 1.37 g/cm³, tarla kapasitesindeki nem değerleri ağırlık yüzdesi olarak % 22.9 - % 30.1 arasında değişmekte ve deneme arazisi topraklarının 0-90 cm’ deki faydalı su tutma kapasitesi 135.6 mm’ dir. 2009 yılında, toprakların hacim ağırlığı değerleri 1.26 -1.35 g/cm³, tarla kapasitesindeki nem içerikleri ağırlık yüzdesi olarak % 24.3 - % 29.2 arasında değişmekte olup, deneme alanı topraklarının 90 cm’ deki faydalı su tutma kapasitesi 132.3 mm’ dir.

Çizelge 4.2 incelenip, her iki deneme yılı birlikte değerlendirildiğinde, 0-120 cm toprak katmanında PH 7.68 – 7.86, toplam tuz % 0.030 – % 0.054 ve kireç değerleri % 5.27 – % 11.58 arasında değiştiği görülmektedir. Deneme arazisi toprakları, hem fiziksel hem de kimyasal özellikleri açısından, patates tarımında, her hangi bir kısıt oluşturmamaktadır.

Çizelge 4.1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Yıllar	Profil derinliği (cm)	Bünye sınıfı	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Tarla kapasitesi (TK)		Solma noktası (SN)		Faydalı su tutma kapasitesi		
				%	mm	%	mm	%	mm	
2008	0-30	Killi-tın	1.30	22.9	89.4	12.1	47,1	10,8	42,3	
	30-60	Killi-tın	1.34	26.3	105.9	15.7	63,0	10,7	42,9	
	60-90	Killi-tın	1.33	27.9	111.3	15.3	60,9	12,6	50,4	
	90-120	Killi-tın	1.37	30.1	123.6	18.8	77,4	11,2	46,2	
	Toplam (0-90 cm)					306,6		171.0		135.6
	Toplam (0-120 cm)					430,2		248.4		181.8
2009	0-30	Killi-tın	1.26	24.3	91.8	12.2	46,2	12,1	45,6	
	30-60	Killi-tın	1.31	26.1	102.6	15.3	60,0	10,8	42,6	
	60-90	Killi-tın	1.32	27.3	108.0	16.1	63,9	11,1	44,1	
	90-120	Killi-tın	1.35	29.2	118.2	18.7	75,6	10,5	42,6	
	Toplam (0-90 cm)					302,4		170.1		132.3
	Toplam (90-120 cm)					420.6		245.7		174.9

Çizelge 4.2. Deneme alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri

Yıllar	Derinlik (cm)	pH	Toplam Tuz (%)	Kireç CaCO ₃ (%)	Fosfor P ₂ O ₅ (kg/da)	Potasyum K ₂ O (kg/da)	Organik madde (%)
2008	0-30	7.74	0.032	6.51	9.36	222	1.94
	30-60	7.76	0.030	6.52	6.82	138	1.27
	60-90	7.70	0.042	9.78	4.63	144	0.52
	90-120	7.84	0.054	11.58	4.87	153	0.44
2009	0-30	7.68	0.040	5.27	10.92	235	1.88
	30-60	7.72	0.038	6.32	8.78	168	1.37
	60-90	7.71	0.039	8.84	5.22	176	0.72
	90-120	7.86	0.046	10.22	4.90	141	0.56

4.1.2. Sulama suyunun kimyasal özellikleri

Araştırmada kullanılan sulama suyunun kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.3’ de verilmiştir.

ABD Tuzluluk Laboratuvarı sınıflamasına göre EC değeri 0.250-0.750 dS/m arasındaki sular tuzluluk yönünden 2. sınıf (C₂)’ a girer. Tuzluluk değeri 0.625 dS/m olan sulama suyu 2. sınıftır. Sodyumluk yönünden SAR değeri 0.61 hesaplanmış olup, bu bakımdan 1. sınıf (S₁)’ tır. Sonuç olarak sulama suyu kalite sınıfı C₂S₁’ dir.

Çizelge 4.3. Araştırmada kullanılan sulama suyunun analiz sonuçları

pH	EC (dS/m)	Kasyonlar (me/l)					Anyonlar (me/l)					Sınıfı
		Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Toplam	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	Toplam	
7.82	0.625	0.98	0.01	1.51	3.64	6.14	-	4.27	0.69	1.18	6.14	C ₂ S ₁

4.2. Sulama Suyu Miktarları ve Bitki Su Tüketimi Sonuçları

4.2.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimleri

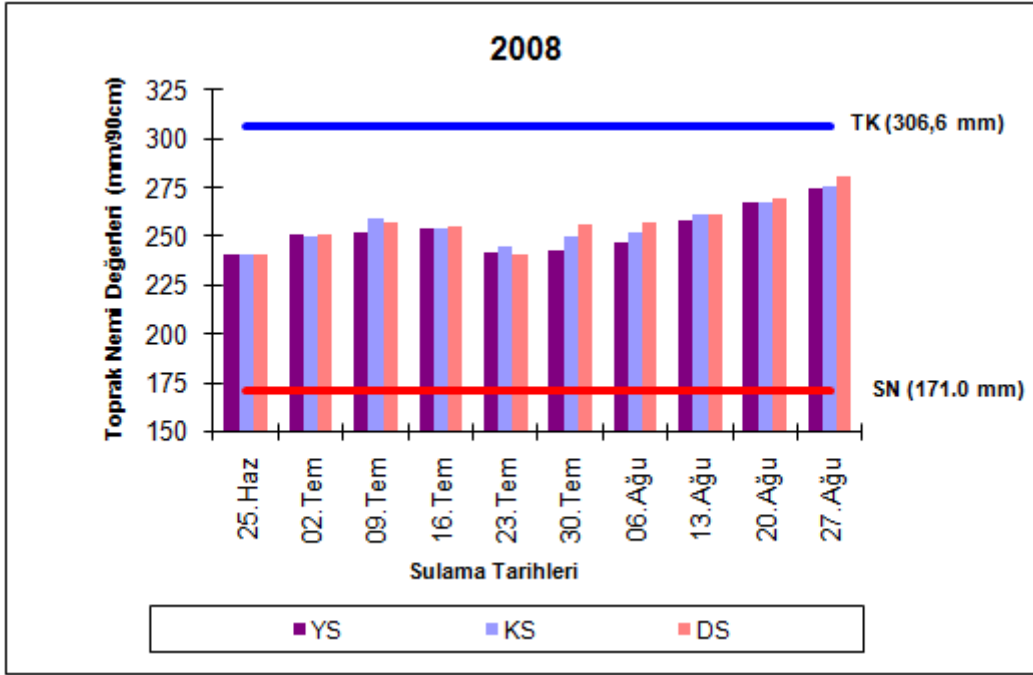
Deneme konularına ilişkin 0-90 cm derinlikteki sulama öncesi toprak nem açığı (TK-MN) değerleri ve sulama tarihleri Çizelge 4.4’ de, uygulanan toplam ve net sulama suyu miktarları Çizelge 4.5’ de, mevsimlik bitki su tüketim değerleri ise Çizelge 4.6’ da verilmiş ve bu değerler Şekil 4.1, 4.2, 4.3, ve 4.4’ de grafiksel olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Deneme konularına ilişkin sulama tarihleri ve sulama öncesi toprak nem açığı değerleri (mm/90cm)

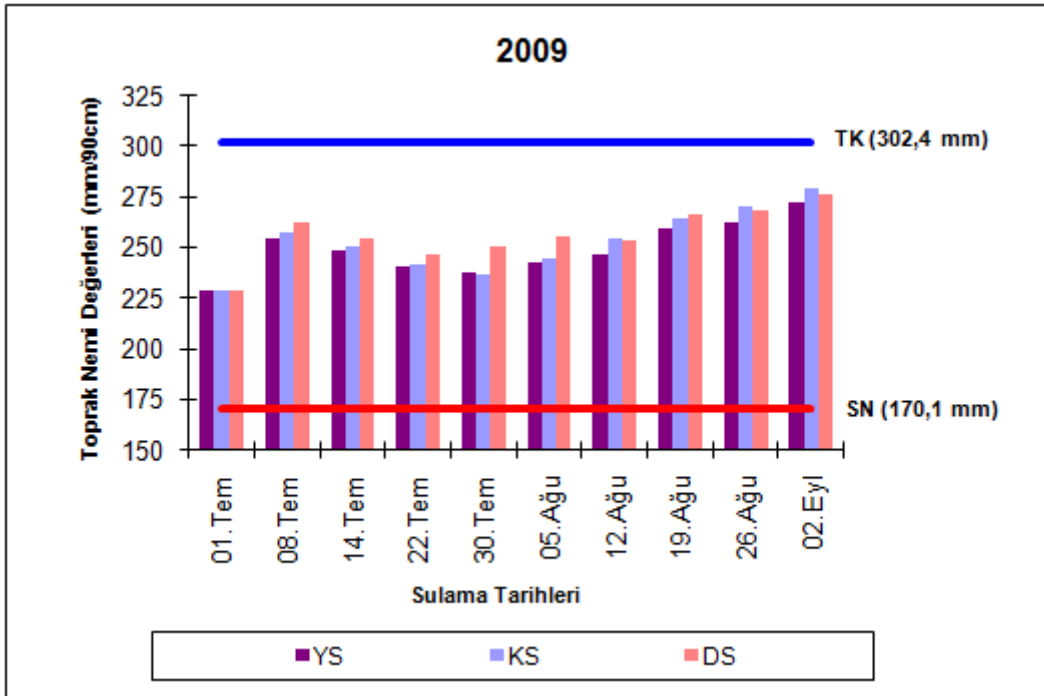
Sulama tarihleri	2008			Sulama tarihleri	2009		
	Deneme konuları				Deneme konuları		
	YS	KS	DS		YS	KS	DS
Çiml. ve çıkış	45.00	45.00	45.00	Çiml. ve çıkış	40	40	40
25 Haziran	65.71	65.71	65.71	1 Temmuz	73.18	73.18	73.18
2 Temmuz	55.92	56.37	54.09	8 Temmuz	48.24	45.36	40.25
9 Temmuz	54.38	47.24	49.11	14 Temmuz	54.3	52.2	47.32
16 Temmuz	52.66	52.30	51.11	22 Temmuz	62.2	60.34	54.74
23 Temmuz	64.33	61.83	64.37	30 Temmuz	64.33	65.45	52.2
30 Ağustos	63.47	56.85	49.92	5 Ağustos	60.24	58.28	47.07
6 Ağustos	59.31	55.02	48.86	12 Ağustos	56.12	48.24	48.13
13 Ağustos	48.47	45.22	45.39	19 Ağustos	43.25	38.15	35.54
20 Ağustos	39.64	39.00	35.89	26 Ağustos	40.15	32.2	33.44
27 Ağustos	31.77	30.86	25.39	2 Eylül	30.21	23.3	26.22
Sulamalar önc. nem açığı topl. (mm)	580.66	555.40	534.84	Sulamalar önc. nem açığı topl. (mm)	572.22	536.7	498.09

Çizelge 4.4 incelendiğinde, yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemleriyle sulanan deneme konularında, sulama uygulamalarına 2008 yılında 25 Haziranda başlanmış, 27 Ağustos' ta son verilmiştir. Denemeye başladıktan sonra toplam 10 kez sulama yapılmıştır. Toplamda en fazla toprak nem açığı (0-90 cm' deki) 580.66 mm ile yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan YS deneme konusunda, en az toprak nem açığı ise 534.84 mm ile damla sulama yöntemiyle sulanan DS deneme konusunda gerçekleşmiştir. 2009 yılında, deneme konularına 1 Temmuz' da başlanmış, 2 Eylül' de son verilmiş ve toplam 10 kez sulama yapılmıştır. En fazla toprak nem açığı 572.22 mm ile yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan YS deneme konusunda, en az toprak nem açığı ise 498.09 mm ile damla sulama yöntemiyle sulanan DS deneme konusunda gerçekleşmiştir.

Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde sulamalar 7 gün ara ile yapılmış, yalnızca 2009 yılında, 15 Temmuz' da yapılması planlanan sulama 14 Temmuz' da, 29 Temmuz' da planlanan sulama ise 30 Temmuz' da yapılmıştır. Sulama suyu uygulamaları, sistemlerinin kendine özgü planlama kriterleri de dikkate alınarak Bölüm 3.2.6' da ifade edildiği gibi yapılmıştır.



Şekil 4.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde sulama öncesi toprak nem değerleri (2008)



Şekil 4.2. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde sulama öncesi toprak nem değerleri (2009)

Çizelge 4.5. Deneme konularına uygulanan toplam ve net sulama suyu miktarları ile su uygulama randımanları

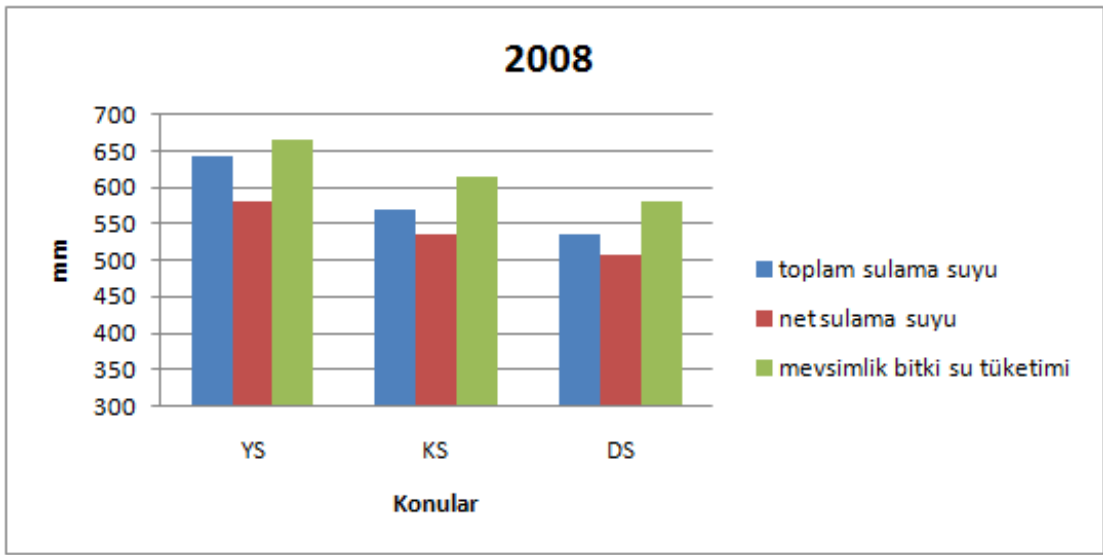
Yıllar	Deneme konuları	Toplam sulama suyu miktarları (mm)	Net sulama suyu miktarları (mm)	Sulama suyu kayıpları (mm)	Su uygulama randımanları (%)
2008	YS	643.06	580.66	62.40	89.6
	KS	570.11	534.86	35.25	93.3
	DS	534.84	508.53	26.31	94.6
2009	YS	625.20	572.22	52.98	90.9
	KS	544.72	518.30	26.42	94.8
	DS	498.09	464.35	33.74	92.6

Çizelge 4.5 incelendiğinde, 2008 yılında, yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemiyle uygulanan toplam sulama suyu miktarları sırasıyla 643.06, 570.11 ve 534.84 mm, net sulama suyu miktarları sırasıyla 580.66, 534.86 ve 508.53 mm olarak hesaplanmıştır. 2009 yılında, yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemiyle uygulanan toplam sulama suyu miktarları sırasıyla 625.20, 544.72 ve 498.09 mm, net sulama suyu miktarları sırasıyla 572.22, 518.30 ve 464.35 mm' dir. Su uygulama randımanları ve sulama suyu kayıpları hesaplanırken, çimlenme ve çıkış için verilen sulama suyu dikkate alınmamıştır. Bir örnekle açıklamak gerekirse; 2008 yılında karık sulama yöntemine uygulanan toplam sulama suyu 570.11 mm, net sulama suyu miktarı 534.86 mm olup su uygulama randımanı % 93.3 $((534.86-45) / (570.11-45)*100)$ olarak hesaplanmıştır. Bu durumda, su uygulama randımanı 2008 yılında % 94.6 ile en yüksek damla sulama yönteminde, 2009 yılında ise % 94.8 ile karık sulama yönteminde bulunmuştur. Uygulanan toplam sulama suyu miktarları açısından bir karşılaştırma yapılırsa, yağmurlama ve karık sulama yöntemlerine kıyasla damla sulama yöntemine 2008 yılında sırasıyla %16.8 ve % 6.2, 2009 yılında sırasıyla % 20.3 ve % 8.6, her iki yılın ortalamaları dikkate alındığında ise sırasıyla % 18.6 ve % 7.4 daha az sulama suyu uygulanmıştır.

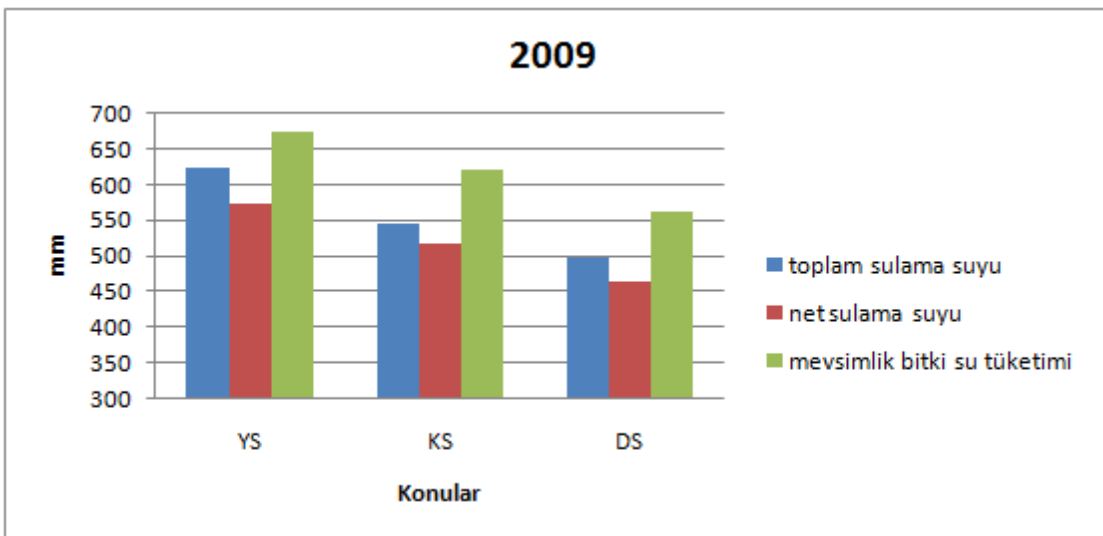
Çizelge 4.6. Deneme konularına ilişkin mevsimlik bitki su tüketimleri

Yıllar	Deneme konuları	Net sulama suyu miktarları (mm)	Etkili yağış (mm)	Ekimde toprak nemi (mm/90cm)	Hasatta toprak nemi (mm/90cm)	Mevsimlik bitki su tük. (mm)
2008	YS	580.66	62.9	274.24	252.11	665.69
	KS	534.86	62.9	274.24	257.36	614.64
	DS	508.53	62.9	274.24	264.13	581.54
2009	YS	572.22	104.6	265.18	267.24	674.76
	KS	518.30	104.6	265.18	266.12	621.96
	DS	464.35	104.6	265.18	271.34	562.79

Çizelge 4.6' dan izleneceği gibi, mevsimlik bitki su tüketimi 2008 yılında yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde sırasıyla, 665.69, 614.64 ve 581.54 mm olarak gerçekleşmiştir. En fazla bitki su tüketimi 665.69 mm ile yağmurlama sulama yönteminde, en az bitki su tüketimi ise 581.54 mm ile damla sulama yönteminde bulunmuştur. 2009 yılında, mevsimlik bitki su tüketimi yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde sırasıyla, 674.76, 621.96 ve 562.79 mm olarak hesaplanmıştır. En fazla bitki su tüketimi 674.76 mm ile yağmurlama sulama yönteminde, en az bitki su tüketimi ise 562.79 mm ile damla sulama yönteminde hesaplanmıştır.



Şekil 4.3. Toplam ve net sulama suyu miktarları ile bitki su tüketimleri (2008)



Şekil 4.4. Toplam ve net sulama suyu miktarları ile bitki su tüketimleri (2009)

Erdem ve ark. (2006), Trakya bölgesinde, damla ve karık sulama metodlarını, patatesin verim ve su kullanımına etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmalarında, toprağın 60 cm derinliğindeki kullanılabilir suyun (faydalı su kapasitesinin) %30, %50 ve %70' i tüketildiğinde sulama yapmışlar ve her defasında eksik nemli tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulamışlardır. Mevsimlik bitki su tüketimini, araştırmanın ilk yılında karık sulamada 683 mm, damla sulamada 583 mm, ikinci yılında karık sulamada 647 mm, damla sulamada 488 mm olarak bulmuşlardır.

Ünlü ve ark. (2006), Orta Anadolu şartlarında (Niğde-Nevşehir) yaptıkları bir araştırmada, farklı azot seviyelerinin uygulandığı patatesten farklı sulama seviyeleri, yağmurlama ve damla sulama yöntemleriyle uygulanarak yöntemler verim, su ve azot kullanımları açısından karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, patatesin mevsimlik su tüketimini konulara bağlı olarak yağmurlama sulamada 490-760 mm, damla sulamada 565-830 mm arasında gerçekleşmiştir.

Yapılan birçok araştırmada, patatesin mevsimlik su tüketimi iklim ve yetiştirme şartlarına bağlı olarak 350-800 mm arasında değişmiştir (Doorenbos ve Kassam, 1979; Fabeiro ve ark., 2001; Panigrahi ve ark., 2001; Ferreira ve Carr, 2002; Shock ve ark., 2003).

Çalışmadan elde edilen bitki su tüketim değerleri, yukarıda özetlenen araştırmalarda verilen değerler ile benzerlik göstermektedir.

4.2.2. Damla sulama uygulamalarında sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimleri

Damla sulama yönteminde farklı lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdelere sahip deneme konularına ilişkin sulama öncesi toprak nem açığı değerleri ve sulama tarihleri Çizelge 4.7' de, uygulanan net ve toplam sulama suyu miktarları Çizelge 4.8' de ve mevsimlik bitki su tüketim değerleri Çizelge 4.9' da verilmiş ve bu değerler Şekil 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8' de grafiksel olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.7' den izleneceği gibi, damla sulama konularında sulama uygulamalarına, 2008 yılında 25 Haziranda başlanmış, 27 Ağustos' ta son verilmiştir. Denemeye başlandıktan sonra toplam 10 kez sulama yapılmıştır. Toplamda en fazla toprak nem açığı 554.14 mm ile lateral aralığının 140 cm, ıslatılan alan yüzdesinin %100 olduğu DS₂ konusunda, en az toprak nem açığı ise 502.42 mm ile lateral

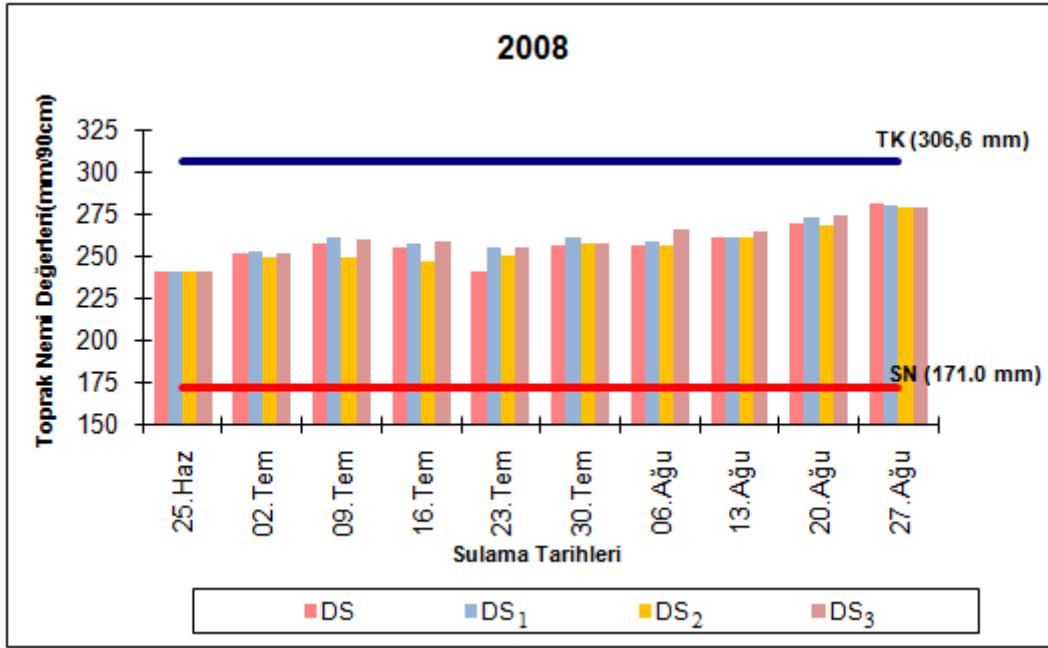
aralığının 140 cm, ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu DS₃ konusunda gerçekleşmiştir. 2009 yılında ise deneme konularına 1 Temmuz' da başlanmış, 2 Eylül' de son verilmiş ve toplam 10 kez sulama yapılmıştır. Toplamda en fazla toprak nem açığı 536.76 mm ile lateral aralığının 140 cm, ıslatılan alan yüzdesinin %100 olduğu DS₂ konusunda, en az toprak nem açığı ise 494.89 mm ile lateral aralığının 70 cm, ıslatılan alan yüzdesinin %75 olduğu DS₁ konusunda gerçekleşmiştir.

Sulama suyu uygulamaları, sulama öncesi toprak nem açığı değerleri ve ıslatılan alan yüzdeleri dikkate alınarak Bölüm 3.2.6' da ifade edildiği gibi yapılmıştır.

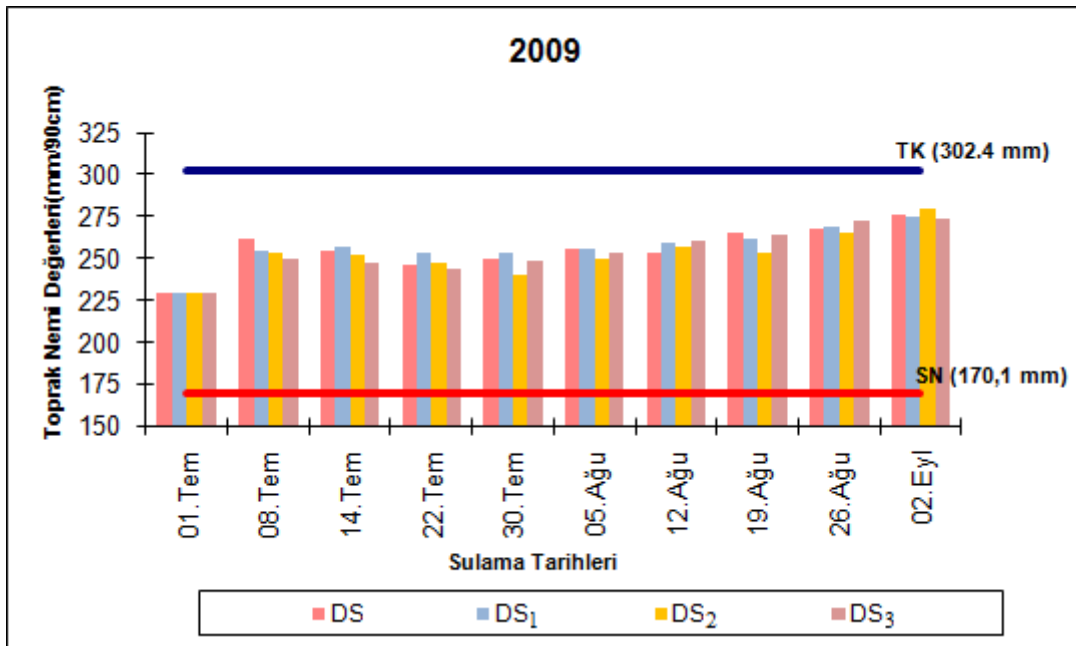
Bitki kök bölgesi derinliğinde en fazla toplam toprak nem açığı 2008 ve 2009 yılında sırasıyla 554.14 mm ve 536.76 mm ile lateral aralığının 140 cm, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS₂ konusunda olmuştur. Toprak nem açığı değerleri hem yıllar arasında (2008-2009) hem de deneme konuları arasında fazla bir değişiklik göstermemiştir.

Çizelge 4.7. Deneme konularına ilişkin sulama tarihleri ve sulama öncesi toprak nem açığı değerleri (mm/90cm)

Sulama tarihleri	2008				Sulama tarihleri	2009			
	DS	DS ₁	DS ₂	DS ₃		DS	DS ₁	DS ₂	DS ₃
Çim.ve çık	45.00	45.00	45.00	45.00	Çim ve çık	40.00	40.00	40.00	40.00
25 Haz.	65.71	65.71	65.71	65.71	1 Tem.	73.18	73.18	73.18	73.18
2 Tem.	55.09	54.51	58.16	54.67	8 Tem.	40.25	48.45	49.48	52.17
9 Tem.	49.11	45.81	57.20	46.30	14 Tem.	48.32	45.81	50.1	55.30
16 Tem.	51.11	48.82	59.50	47.77	22 Tem.	55.74	48.82	55.6	58.60
23 Tem.	65.37	51.78	56.70	51.88	30 Tem.	52.20	48.60	62.4	53.53
30 Ağus.	50.92	46.21	49.51	48.80	5 Ağus.	47.07	46.21	52.52	48.69
6 Ağus.	49.86	47.76	50.16	40.77	12 Ağus.	49.13	42.70	45.2	42.41
13 Ağus.	45.39	45.94	45.35	41.78	19 Ağus.	36.54	40.17	48.48	38.58
20 Ağus.	36.89	33.85	38.83	32.39	26 Ağus.	34.44	33.85	37.6	30.42
27 Ağus.	25.39	27.10	28.02	27.35	2 Eyl.	26.22	27.10	22.2	28.90
Sul. öncesi nem açığı topl. (mm)	539.84	512.49	554.14	502.42	Sul. öncesi nem açığı topl. (mm)	503.09	494.89	536.76	521.78



Şekil 4.5. Damla sulamada farklı lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdelere sahip deneme konularına ilişkin sulama öncesi toprak nem değerleri (2008)



Şekil 4.6. Damla sulamada farklı lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdelere sahip deneme konularına ilişkin sulama öncesi toprak nem değerleri (2009)

Çizelge 4.8 incelendiğinde, 2008 yılında, DS, DS₁, DS₂ ve DS₃ konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarları sırasıyla 534.84, 412.05, 554.14 ve 404.49 mm, net sulama suyu miktarları sırasıyla 508.53, 400.17, 419.86 ve 357.60 mm' dir. 2009 yılında, DS, DS₁, DS₂ ve DS₃ konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarları

Çizelge 4.8. Deneme konularına uygulanan toplam ve net sulama suyu miktarları ile su uygulama randımanları

Yıllar	Deneme konuları	Toplam sulama suyu miktarları (mm)	Net sulama suyu miktarları (mm)	*Derine sızma (mm)	Su uygulama randımanları (%)
2008	DS	534.84	508.53	26.31	94.6
	DS ₁	412.05	400.17	11.88	96.8
	DS ₂	554.14	419.86	134.28	73.6
	DS ₃	404.49	357.60	46.89	87.0
2009	DS	498.09	464.35	33.74	92.6
	DS ₁	399.46	385.88	13.58	96.2
	DS ₂	536.76	398.87	137.89	72.2
	DS ₃	419.63	369.69	49.94	86.8

*: 90 cm' nin altına sızan sulama suyu

sırasıyla 498.09, 399.46, 536.76 ve 419.63 mm, net sulama suyu miktarları sırasıyla 464.35, 385.88, 398.87 ve 369.69 mm' dir. DS₁ ve DS₃ deneme konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarının düşük olmasının nedeni, sulama öncesi 90 cm kök bölgesinde ölçülen toprak nem açığının ıslatılan alan yüzdesi (% 75) ile çarpılarak sulama suyunun verilmiş olmasıdır.

Uygulanan toplam sulama suyu miktarları açısından bir karşılaştırma yapılırsa; lateral aralığının 70 cm, ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu DS₁ konusuna, lateral aralığının 70 cm, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusuna göre 2008 yılında %23.0, 2009 yılında ise % 19.8 daha az sulama suyu uygulanmıştır. Lateral aralığının 140 cm, ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu DS₃ konusuna, Lateral aralığının 140 cm, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS₂ konusuna göre 2008 yılında % 27.0, 2009 yılında ise % 21.8 daha az sulama suyu uygulanmıştır.

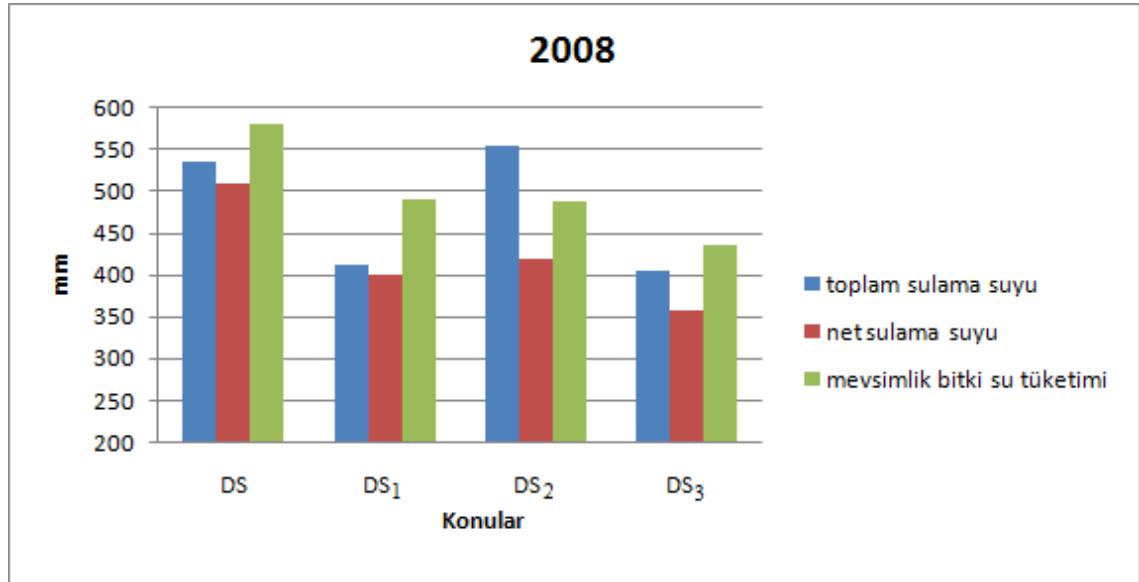
En fazla derine sızma, 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla 134.28 ve 137. 89 mm ile lateral aralığının 140 cm, ıslatılan alan yüzdesinin %100 olduğu DS₂ konusunda olmuştur. Çünkü, 140 cm gibi geniş lateral aralığında ıslatılan alan yüzdesi % 100 alınarak sulama suyu verildiği zaman, lateraller arasında kalan toprak hacminin nem değerleri hem lateralin hemen altındaki toprak hacmi nem değerlerinden daha düşük olmakta hem de tarla kapasitesi seviyesine çıkamamaktadır. Bu durumda, bitki kök bölgesi altına sızma kayıpları artmaktadır.

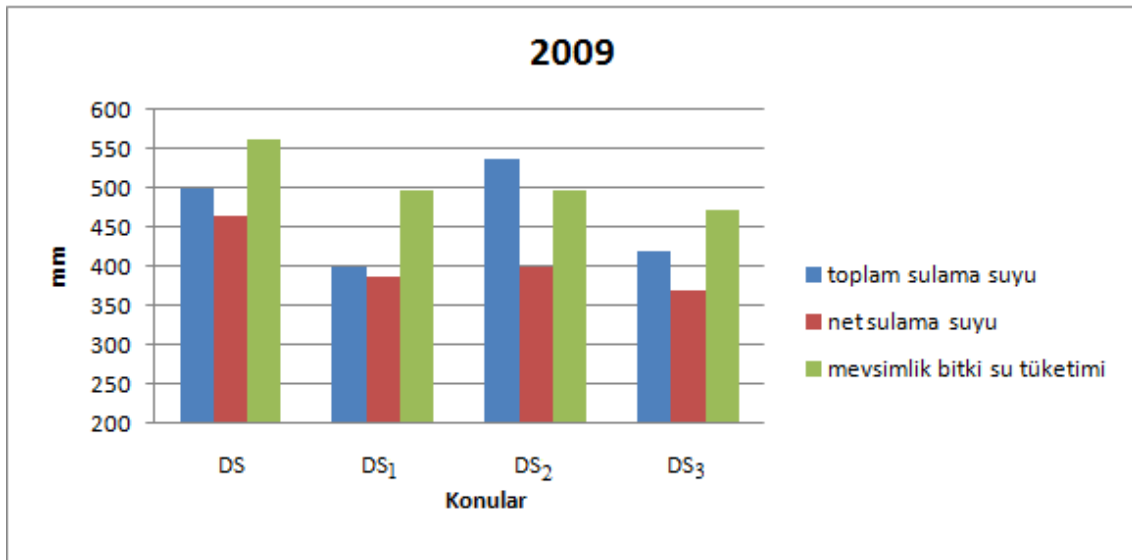
Su uygulama randımanları 2008 yılında % 73.6 - 96.8, 2009 yılında ise % 72.2 - % 96.2 arasında değişmiş, en yüksek su uygulama randımanı 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla % 96.8 ve % 96.2 ile lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu DS₁ konusunda hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9. Deneme konularına ilişkin mevsimlik bitki su tüketimleri

Yıllar	Deneme konuları	Net sulama suyu miktarları (mm)	Etkili yağış (mm)	Ekimde toprak nemi (mm/90cm)	Hasatta toprak nemi (mm/90cm)	Mevsimlik bitki su tük. (mm)
2008	DS	508.53	62.9	274.24	264.13	581.54
	DS ₁	400.17	62.9	274.24	247.22	490.09
	DS ₂	419.86	62.9	274.24	269.25	487.75
	DS ₃	357.60	62.9	274.24	258.11	436.63
2009	DS	464.35	104.6	265.18	271.34	562.79
	DS ₁	385.88	104.6	265.18	259.22	496.44
	DS ₂	398.87	104.6	265.18	272.36	496.29
	DS ₃	369.69	104.6	265.18	267.34	472.13

Çizelge 4.9' dan izleneceği gibi, mevsimlik bitki su tüketimi 2008 yılında DS, DS₁, DS₂ ve DS₃ deneme konularında sırasıyla, 581.54, 490.09, 487.75 ve 436.63 mm olarak hesaplanmıştır. En fazla bitki su tüketimi 581.54 mm ile DS deneme konusunda, en az bitki su tüketimi ise 436.63 mm ile DS₃ konusundadır. 2009 yılında mevsimlik bitki su tüketimi DS, DS₁, DS₂ ve DS₃ deneme konularında sırasıyla, 562.79 mm, 496.44 mm, 496.29 mm ve 472.13 mm olarak hesaplanmıştır. En fazla bitki su tüketimi 562.79 mm ile DS deneme konusunda, en az bitki su tüketiminin ise 472.13 mm ile DS₃ konusunda gerçekleşmiştir.

**Şekil 4.7.** Deneme konularına ilişkin toplam ve net sulama suyu miktarları ile mevsimlik bitki su tüketimleri (2008)



Şekil 4.8. Deneme konularına ilişkin toplam ve net sulama suyu miktarları ile mevsimlik bitki su tüketimleri (2009)

4.3. Verim ve Verim Unsurlarına İlişkin Sonuçlar

4.3.1. Yumru verimi

4.3.1.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde yumru verimleri

Deneme konularından elde edilen yumru verimleri Çizelge 4.10' da, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.11' de verilmiştir.

Çizelge 4.10' dan anlaşılacağı üzere, 2008 yılında ortalama yumru verimi, en yüksek 5065.7 kg/da ile damla sulama yöntemiyle sulanan DS konusunda, en düşük 4620.5 kg/da ile yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan YS konusunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.10. Deneme konularına ilişkin yumru verimleri (kg/da)

Yıl	Deneme konusu	Bloklar			Ortalama	% Değişim
		I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	YS	4400.7	4930.6	4530.3	4620.5	91.2
	KS	4875.0	4703.2	4927.6	4835.3	95.5
	DS	5107.4	4643.2	5446.6	5065.7	100.0
2009	YS	4216.5	4282.4	4672.5	4390.5	100.0
	KS	4367.1	4225.1	4302.8	4298.3	97.9
	DS	3939.6	4328.5	4417.9	4228.7	83.5

Ortalama yumru verimi, yağmurlama sulama yönteminde, damla sulama yöntemine göre % 8.8 azalmıştır. 2009 yılında ortalama yumru verimi, en yüksek 4390.5 kg/da ile yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan YS konusunda, en düşük 4228.7 kg/da ile damla sulama yöntemiyle sulanan DS konusunda bulunmuştur. Ortalama yumru verimi, damla sulama yönteminde, yağmurlama sulama yöntemine göre % 16.5 azalmıştır. 2008 yılı ortalama yumru verim değerleri 2009 yılı değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Bu sonucun, hem iklim faktörlerinden hem de tohumlukta kullanılan yumru kalitesinin yıllar bazında farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Konulardan elde edilen yumru verimleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, her iki deneme yılında da, sulama yöntemleri arasında % 1 ve % 5 önem seviyesinde bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Deneme konularından elde edilen yumru verimlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	75207.936	37603.968	.350 ns	.725
	Konular	2	297428.329	148714.164	1.382 ns	.350
	Hata	4	430277.884	107569.471		
	Genel	8	802914.149			
2009	Bloklar	2	129468.409	64734.204	1.970 ns	.254
	Konular	2	39521.236	19760.618	.601 ns	.591
	Hata	4	131464.611	32866.153		
	Genel	8	300454.256			

ns: önemsiz

Şimşek ve ark (2001), Harran Ovası koşullarında farklı sulama ve sıra aralıklarında yağmurlama-damla yöntemleriyle sulanan soya fasulyesinin su-verim ilişkisinin belirlenmesi amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Bu araştırma, yağmurlama ve damla sulama yöntemlerinin, soya fasulyesinde dört farklı sulama aralığı (3, 6, 9 ve 12 gün) ve farklı sıra aralıklarında su-verim ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Sulama aralıklarında uygulanacak sulama suyu miktarlarının belirlenmesinde kap buharlaşmasının ölçümünden yararlanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, damla ve yağmurlama sulama yöntemleri verim ve su tüketimi bakımından önemli farklılık göstermemiştir.

Önder ve ark. (2005), Hatay bölgesi koşullarında, yüzey damla sulama ve toprak altı damla sulama yönteminin, patatesin verim ve su kullanım randımanına etkisini

araştırdıkları çalışmalarında, 9 gün sulama aralığında, 60 cm toprak derinliğindeki tüketilen nemi tarla kapasitesine getirdikleri sulama konusunu tam sulanan konu I_{100} olarak dikkate almışlar ve tam sulanan konuya verdikleri sulama suyunun % 66' sı (I_{66}), %33' ü (I_{33}) ve sulamasız konu (I_0) olmak üzere toplamda 4 farklı sulama suyu seviyesi uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, yumru verimi açısından yüzey damla sulama yöntemi ile toprak altı damla sulama yöntemi arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Erdem ve ark. (2006), Trakya bölgesinde, damla ve karık sulama metodlarını, patatesin verim ve su kullanımına etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmalarında, yumru verimi açısından sulama yöntemleri arasında önemli bir farkın olmadığı, her iki sulama yönteminde de topraktaki faydalı suyun %30' unun tüketildiği deneme konusunda en yüksek verimin elde edildiğini belirtmişlerdir.

Ünlü ve ark. (2006), Orta Anadolu şartlarında (Niğde-Nevşehir) yaptıkları bir araştırmada, farklı azot seviyelerinin uygulandığı patatesten farklı sulama seviyeleri, yağmurlama ve damla sulama yöntemleriyle uygulanarak yöntemler verim, su ve azot kullanımları açısından karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, yumru verimi bakımından yağmurlama sulama yöntemi ile damla sulama yöntemi arasında istatistiki bir fark bulunmamıştır.

Ayas (2007), Bursa-Yenişehir' de, patatesin su-verim ilişkilerini belirlemek amacıyla iki yıllık olarak yürüttüğü çalışmada, ortalama yumru verimini su ihtiyacının tam karşılandığı konudan denemenin ilk yılında 3228 kg/da, ikinci yılında 5000 kg/da olarak bulmuştur.

Okursoy (2009), Trakya koşullarında farklı sulama yöntemleri altında ikinci ürün silajlık mısırın su üretim fonksiyonlarının belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada, silajlık mısırın yeşil ot veriminde, karık ve damla sulama yöntemleri arasında istatistiki olarak bir farkın olmadığını belirtmiştir.

4.3.1.2. Damla sulama uygulamalarında yumru verimleri

Damla sulama yönteminde, farklı lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdelere sahip deneme konularından elde edilen yumru verimleri Çizelge 4.12' de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13' de, ortalama değerler ve önemlilik grupları ise Çizelge 4.14' de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Damla sulama yöntemiyle sulanan deneme konularına ilişkin yumru verimleri (kg/da)

Yıllar	Konular	Lateral aralığı(m)	Isl. alan yüz. (%)	Bloklar			Ortalama	% Değişim
				I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	DS	0.70 m	100	5107.4	4643.2	5446.6	5065.7	100.0
	DS ₁	0.70 m	75	4125.1	3952.1	4057.8	4045.0	79.9
	DS ₂	1.40 m	100	4411.2	3026.7	3785.6	3741.2	73.9
	DS ₃	1.40 m	75	3598.3	3580.4	3410.2	3529.6	69.7
2009	DS	0.70 m	100	3939.6	4328.5	4417.9	4228.7	100.0
	DS ₁	0.70 m	75	3623.3	3917.4	3788.4	3776.4	89.3
	DS ₂	1.40 m	100	3385.7	3542.0	3261.1	3396.3	80.3
	DS ₃	1.40 m	75	3090.4	3467.8	3880.9	3479.7	82.3

Çizelge 4.12' den izleneceği gibi, en yüksek ortalama yumru verimi 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla 5065.7 ve 4228.7 kg/da ile lateral aralığının 70 cm, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusunda, en düşük ortalama yumru verimi 2008 yılında lateral aralığının 140 cm, ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu DS₃ konusunda 3529 kg/da, 2009 yılında ise lateral aralığının 140 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS₂ konusunda 3396.3 kg/da olarak bulunmuştur. Ortalama yumru verimi DS₃ konusunda, DS konusuna göre 2008 ve 2009 yılında sırasıyla % 30.3 ve % 17.7 azalmıştır.

Çizelge 4.13 incelendiğinde, denemenin ilk yılında lateral aralığı % 1 seviyesinde (P<0.01), ıslatılan alan yüzdesi % 5 seviyesinde (P<0.05) önemli bulunurken, lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Denemenin ikinci yılı olan 2009' da, ıslatılan alan yüzdesi ve lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonu istatistiki açıdan önemsiz, lateral aralığı p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Damla sulama deneme konularından elde edilen yumru verimlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	558076.687	279038.343	2.187 ns	.193
	Lateral aralığı	1	2539016.003	2539016.003	19.903 **	.004
	Islatılan alan	1	1138860.853	1138860.853	8.928 *	.024
	Lat.ara x Isl. ala	1	491103.480	491103.480	3.850 ns	.097
	Hata	6	765401.813	127566.969		
	Genel	11	5492458.837			
2009	Bloklar	2	266933.345	133466.673	3.102 ns	.119
	Lateral aralığı	1	956093.653	956093.653	22.222 **	.003
	Islatılan alan	1	102046.963	102046.963	2.372 ns	.174
	Lat.ara x Isl. ala	1	215257.653	215257.653	5.003 ns	.067
	Hata	6	258144.175	43024.029		
	Genel	11	1798475.790			

ns: önemsiz, * : %5 düzeyinde önemli, ** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.14. Damla sulama deneme konularının yumru verimlerine ilişkin ortalama değerler (kg/da) ve önemlilik grupları

Yıl	Lateral aralığı (m)	Islatılan alan yüzdesi (%)		Ortalama	% Değişim
		100	75		
2008	0.70 m	5065.7	4045.0	4555.4 a	100.0
	1.40m	3741.2	3529.6	3635.4 b	79.8
	Ortalama	4403.5 a	3787.3 b	4095.4	
	% Değişim	100.0	86.0		
2009	0.70 m	4228.7	3776.4	4002.5 a	100.0
	1.40m	3396.3	3479.7	3438.0 b	85.9
	Ortalama	3812.5	3628.0	3720.3	
	% Değişim	100.0	95.2		

Çizelge 4.14' den izleneceği gibi 2008 yılında lateral aralıkları iki farklı grup oluşturmuş, lateral aralığı 70 cm olan konular ortalama 4555.4 kg/da ile ilk grupta (a) yer alırken, 140 cm lateral aralığına sahip deneme konuları ortalama 3634.5 kg/da ile ikinci grupta (b) yer almıştır. Yumru verimi, lateral aralığı 140 cm olan konularda, lateral aralığı 70 cm olan konulara göre ortalama % 20.2 azalmıştır. Islatılan alan yüzdelere göre yapılan gruplandırmada, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu konular ortalama 4403.5 kg/da ile ilk grupta (a) yer alırken, ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konular 3787.3 kg/da ile ikinci grupta (b) yer almıştır. Yumru verimi, ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konularda, ıslatılan alan yüzdesinin %100 olduğu konulara göre ortalama % 14 azalmıştır.

Denemenin ikinci yılında, lateral aralıkları iki farklı grup oluşturmuş, lateral aralığı 70 cm olan konular ortalama 4002.5 kg/da ile ilk grupta (a) yer alırken, 140 cm lateral aralığına sahip deneme konuları ortalama 3438.0 kg/da ile ikinci grupta (b) yer almıştır (Çizelge 4.14). Dekara yumru verimi lateral aralığı 140 cm olan konularda, lateral aralığı 70 cm olan konulara göre % 14.1 azalmıştır.

Her iki deneme yılında, yumru verimi üzerine farklı lateral aralığı uygulaması istatistiki açıdan önemli ($P < 0.01$), ıslatılan alan yüzdeleri yalnızca 2008 yılında % 95 güvenle önemli ve lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksiyonu her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bu durumda, damla sulama yöntemiyle sulanan patatesten, lateral aralığı uygulamasının yumru verimi üzerine önemli bir etkisinin olduğu anlaşılmaktadır.

4.3.2. Tek yumru ağırlığı

4.3.2.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde tek yumru ağırlıkları

Deneme konularından elde edilen tek yumru ağırlıkları Çizelge 4.15’ de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16’ da ve Duncan testine ilişkin sonuçlar ise Çizelge 4.17’ de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Deneme konularına ilişkin tek yumru ağırlıkları (g)

Yıl	Deneme konusu	Bloklar			Ortalama	% Değişim
		I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	YS	225.9	235.7	230.2	230.6	100.0
	KS	225.4	219.5	227.9	224.3	97.3
	DS	238.5	222.5	217.6	226.2	98.1
2009	YS	214.5	219.6	232.6	222.2	100.0
	KS	208.4	214.7	209.3	210.8	94.9
	DS	175.8	200.2	182.4	186.1	83.8

Çizelge 4.15’ de görüldüğü gibi, ortalama en yüksek tek yumru ağırlığı 2008 ve 2009 deneme yıllarında sırasıyla 230.6 ve 222.2 g ile yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan YS konusunda, en düşük tek yumru ağırlığı ise 2008 yılında 224.3 g ile karık sulama yöntemi ile sulanan KS konusunda, 2009 yılında 186.1 g ile damla sulama yöntemi ile sulanan DS konusundan elde edilmiştir.

Konulardan elde edilen tek yumru ağırlıkları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, 2008 yılında konular arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmazken, 2009 yılında % 5 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Deneme konularından elde edilen tek yumru ağırlıklarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	38.802	19.401	.272 ns	.775
	Konular	2	63.209	31.604	.443 ns	.670
	Hata	4	285.604	71.401		
	Genel	8	387.616			
2009	Bloklar	2	226.782	113.391	1.568 ns	.314
	Konular	2	2042.376	1021.188	14.123 *	.015
	Hata	4	289.231	72.308		
	Genel	8	2558.389			

ns: önemsiz, * : %5 düzeyinde önemli

Çizelge 4.17. Deneme konularının tek yumru ağırlıklarına ilişkin Duncan Testi sonuçları

Yıl	Deneme konusu	tek yumru ağırlığı (g)	Gruplar
2008	YS	230.6	
	KS	224.3	
	DS	226.2	
2009	YS	222.2	A (I)
	KS	210.8	A (I)
	DS	186.1	B (II)

Çizelge 4.17' den anlaşılacağı gibi, konular arasındaki bu farklılığı gruplandırmak amacıyla yapılan Duncan testine göre yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan YS konusu ve karık sulama yöntemi ile sulanan KS konusu birlikte ilk grup içerisinde yer alırken, damla sulama yöntemi ile sulanan DS konusu ikinci grupta yer almıştır. Tek yumru ağırlığı açısından, yağmurlama ve karık sulama yöntemleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

Didin (1999), Nevşehir – Niğde yöresinde yetiştirilen 12 farklı patates çeşidinin ortalama yumru ağırlıklarının, çeşide bağlı olarak 80.6 - 205.7 g arasında değiştiğini belirtmiştir.

Yılmaz ve ark. (2003), Tokat Kazova koşullarında 2000 ve 2001 yıllarında Agria patates çeşidi üzerinde yaptıkları bir araştırmada, ortalama yumru ağırlığının patateste verimi doğrudan etkileyen bir özellik olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmada bu özelliğe ait bulgularda sulama sıklığının ortalama yumru ağırlığını artırdığını ve bu artışın istatistiksel yönden önemli olduğu görülmüştür. İki yılın ortalama değerlerine göre ortalama yumru ağırlıkları 90.7 g (4 haftalık aralıklarla sulandığında) ile 137.6 g (1' er haftalık aralıklarla sulandığında) arasında değişiklik göstermiştir. Bu bulgulara göre ortalama yumru ağırlığının sulamayla çok yakın ilişkili bir özellik olduğu, patates bitkisinin yumru oluşum başlangıcından itibaren her dönemde kök bölgesinde yeterince suyu bulması halinde yumruların daha da irileşebileceğini bildirmişlerdir.

Önder ve ark. (2005), Hatay bölgesi koşullarında, 2000 ve 2002 yıllarında yüzey damla sulama ve toprak altı damla sulama yönteminin, patatesin verim ve su kullanım randımanına etkisini araştırdıkları çalışmalarında, yöntemler arasında, ortalama yumru verimi açısından denemenin ilk yılında % 5 önem seviyesinde bir farklılık bulunurken ikinci yılda istatistiki olarak bir farkın bulunmadığını ifade etmişlerdir.

Erdem ve ark. (2006), Trakya bölgesinde, 2003 ve 2005 yıllarında, damla ve karık sulama metodlarını, patatesin verim ve su kullanımına etkisini araştırmak

amacıyla yaptıkları çalışmalarında, sulama yöntemlerinin patatesten ortalama yumru ağırlığına istatistiksel olarak bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Yapılan bazı çalışmalarda, sulama yöntemlerinin patatesten verim ve verim unsurlarına fazla bir etkisinin olmadığı ifade edilmiştir (Phene, 1995; Weatherhead ve Knox, 1998).

4.3.2.2. Damla sulama uygulamalarında tek yumru ağırlıkları

Deneme konularından elde edilen tek yumru ağırlıkları Çizelge 4.18’ de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’ da, ortalama değerler ve önemlilik gruplarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.20’ de verilmiştir.

En yüksek ortalama tek yumru ağırlığı 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla 226.2 ve 186.1 g ile lateral aralığının 70 cm, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusunda, en düşük ortalama tek yumru ağırlığı 2008 yılında lateral aralığının 140 cm, ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu DS₃ konusunda 103.7 g, 2009 yılında ise lateral aralığının 140 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS₂ konusunda 110.8 g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.19 incelendiğinde, denemenin ilk yılında lateral aralığı, ıslatılan alan yüzdesi ve lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonu % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Denemenin ikinci yılı olan 2009’ da, lateral aralığı % 1 önem seviyesinde, ıslatılan alan yüzdesi ve lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonu ise % 5 seviyesinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.18. Damla sulama yöntemiyle sulanan deneme konularına ilişkin tek yumru ağırlıkları (g)

Yıllar	Konular	Lateral aralığı(m)	Isl. alan yüz. (%)	Bloklar			Ortalama	% Değişim
				I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	DS	0.70 m	100	238.5	222.5	217.6	226.2	100.0
	DS ₁	0.70 m	75	161.3	152.2	161.4	158.3	70.0
	DS ₂	1.40 m	100	126.6	93.8	112.5	111.0	49.1
	DS ₃	1.40 m	75	102.2	107.0	101.9	103.7	45.8
2009	DS	0.70 m	100	175.8	200.2	182.4	186.1	100.0
	DS ₁	0.70 m	75	139.4	142.7	159.3	147.1	79.0
	DS ₂	1.40 m	100	100.4	112.6	119.4	110.8	59.5
	DS ₃	1.40 m	75	122.7	105.4	108.7	112.3	60.3

Çizelge 4.19. Deneme konularından elde edilen tek yumru ağırlıklarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	364.922	182.461	2.245 ns	.187
	Lateral aralığı	1	21632.521	21632.521	266.156 **	.000
	Islatılan alan	1	4237.521	4237.521	52.136 **	.000
	Lat.ara x Isl. ala	1	2757.301	2757.301	33.925 **	.001
	Hata	6	487.665	81.277		
	Genel	11	29479.929			
2009	Bloklar	2	131.852	65.926	.515 ns	.622
	Lateral aralığı	1	9108.030	9108.030	71.128 **	.000
	Islatılan alan	1	1056.563	1056.563	8.251 *	.028
	Lat.ara x Isl. ala	1	1228.163	1228.163	9.591 *	.021
	Hata	6	768.308	128.051		
	Genel	11	12292.917			

ns: önemsiz, * : %5 düzeyinde önemli, ** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.20. Deneme konularının tek yumru ağırlıklarına ilişkin ortalama değerler (g) ve önemlilik grupları

Yıl	Lateral aralığı (m)	Islatılan alan yüzdesi (%)		Ortalama	% Değişim
		100	75		
2008	0.70 m	226.2 <i>a</i>	158.3 <i>b</i>	192.3 <i>a</i>	100.0
	1.40m	111.0 <i>c</i>	103.7 <i>c</i>	107.3 <i>b</i>	55.8
	Ortalama	168.6 <i>a</i>	131.0 <i>b</i>	149.8	
	% Değişim	100.0	77.7		
2009	0.70 m	186.1 <i>a</i>	147.1 <i>b</i>	166.6 <i>a</i>	100.0
	1.40m	110.8 <i>c</i>	112.3 <i>c</i>	111.5 <i>b</i>	66.9
	Ortalama	148.5 <i>a</i>	129.7 <i>b</i>	139.1	
	% Değişim	100.0	87.3		

Çizelge 4.20' den görüleceği gibi, 2008 yılında, tek yumru ağırlığı açısından lateral aralıkları iki farklı grup oluşturmuş, lateral aralığı 70 cm olan konular ortalama 192.3 g ile ilk grupta yer alırken, 140 cm lateral aralığına sahip deneme konuları ortalama 107.3 g ile ikinci grupta yer almıştır. Tek yumru ağırlığı lateral aralığı 140 cm olan konularda, lateral aralığı 70 cm olan konulara göre % 44.2 azalmıştır. Islatılan alan yüzdesine göre yapılan gruplandırmada, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu konular 168.6 g ile ilk grupta yer alırken, ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konular 131.0 g ile ikinci grupta yer almıştır. Tek yumru ağırlığı ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konularda, ıslatılan alan yüzdesinin %100 olduğu konulara göre % 22.3 azalmıştır. Lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonuna göre yapılan gruplandırmada, lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusu ilk grupta,

lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu DS₁ konusu ikinci grupta, lateral aralığının 140 cm ıslatılan alan yüzdesinin sırasıyla % 100 ve %75 olduğu DS₂ ve DS₃ konuları üçüncü grupta yer almıştır. Tek yumru ağırlığı lateral aralığı 140 cm ıslatılan alan yüzdesi % 75 olan DS₃ konusunda (103.7 g), lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusuna (226.2) göre % 54.1 azalmıştır.

Denemenin ikinci yılında, lateral aralıkları iki farklı grup oluşturmuş, lateral aralığı 70 cm olan konular ortalama 166.6 g ile ilk grupta yer alırken, 140 cm lateral aralığına sahip deneme konuları ortalama 111.5 g ile ikinci grupta yer almıştır. Tek yumru ağırlığı lateral aralığı 140 cm olan konularda, lateral aralığı 70 cm olan konulara göre % 33.1 azalmıştır. Islatılan alan yüzdesine göre yapılan gruplandırmada, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu konular 148.5 g ile ilk grupta yer alırken, ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konular 129.7 g ile ikinci grupta yer almıştır. Tek yumru ağırlığı ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konularda, ıslatılan alan yüzdesinin %100 olduğu konulara göre % 12.7 azalmıştır. Lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksiyonuna göre yapılan gruplandırmada, lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusu ilk grupta, lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu DS₁ konusu ikinci grupta, lateral aralığının 140 cm ıslatılan alan yüzdesinin sırasıyla % 75 ve % 100 olduğu DS₃ ve DS₂ konuları üçüncü grupta yer almıştır. Tek yumru ağırlığı lateral aralığı 140 cm ıslatılan alan yüzdesi % 100 olan DS₂ konusunda (110.8 g), lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusuna (186.1 g) göre % 40.5 azalmıştır.

Denemenin her iki yılında, tek yumru ağırlığına lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdesinin istatistiksel olarak etkisi olsa da konular arasındaki etkileşimin de (lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksiyonu) istatistiki olarak önemli çıkması, hem lateral aralığının hem de ıslatılan alan yüzdesinin birlikte tek yumru ağırlığına önemli bir etki göstermiştir.

4.3.3. Bitki başına yumru sayısı

4.3.3.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde bitki başına yumru sayıları

Deneme konularından elde edilen bitki başına yumru sayıları Çizelge 4.21' de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22' de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Deneme konularına ilişkin bitki başına yumru sayıları (yumru sayısı/bitki)

Yıl	Deneme konusu	Bloklar			Ortalama	% Değişim
		I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	YS	4.6	5.1	5.0	4.9	89.1
	KS	5.6	4.9	5.3	5.3	96.4
	DS	5.5	6.0	5.1	5.5	100.0
2009	YS	4.4	5.4	4.7	4.8	85.7
	KS	5.0	4.9	5.3	5.1	91.1
	DS	6.2	5.6	5.1	5.6	100.0

Çizelge 4.21' den görüldüğü gibi, en yüksek bitki başına yumru sayısı 2008 ve 2009 deneme yıllarında sırasıyla ortalama 5.5 ve 5.6 adet ile damla sulama yöntemi ile sulanan DS konusundan, en düşük bitki başına yumru sayısı ise 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla ortalama 4.9 ve 4.8 adet ile yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan YS konusundan elde edilmiştir.

Konulardan elde edilen bitki başına yumru sayıları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre her iki deneme yılında da % 1 ve % 5 önem seviyesinde bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.22)

Çizelge 4.22. Deneme konularından elde edilen bitki başına yumru sayılarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	.060	.030	.164 ns	.854
	Konular	2	.607	.303	1.655 ns	.299
	Hata	4	.733	.183		
	Genel	8	1.400			
2009	Bloklar	2	.109	.054	.196 ns	.829
	Konular	2	1.016	.508	1.828 ns	.273
	Hata	4	1.111	.278		
	Genel	8	2.236			

ns: önemsiz

Foti ve ark. (1995), İtalya' da yapmış oldukları çalışmada, en yüksek bitki başına yumru sayısını bitki su tüketiminin % 66' sının uygulandığı konudan elde ettiklerini bildirmişlerdir. Karafyllidis ve ark. (1996), Yunanistan' da yapmış oldukları çalışmada toprakta kullanılabilir suyun % 65' inin tüketildiğinde yapılan sulama ile en fazla bitki başına yumru sayısı elde etmişlerdir.

Walworth ve Carling (2002), bitki başına yumru sayısı üzerine toprak tipi, iklim şartları ve kültürel işlemlerin önemli etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Önder ve ark. (2005), Hatay bölgesi koşullarında, 2000 ve 2002 yıllarında yüzey damla sulama ve toprak altı damla sulama yönteminin, patatesin verim ve su kullanım randımanına etkisini araştırdıkları çalışmalarında, yöntemlerin bitki başına yumru sayısı üzerine istatistiki olarak bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Erdem ve ark (2006), Trakya bölgesinde, 2003 ve 2005 yıllarında, damla ve karık sulama metodlarını, patatesin verim ve su kullanımına etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmalarında, bitki başına yumru sayısını 2003 ve 2005 yıllarında karık ve damla sulamada 2003 yılında sırasıyla 6.2 ve 5.8 adet, 2005 yılında her iki yöntemde de 6 adet olarak bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar, bitki başına yumru adeti açısından sulama yöntemleri arasında istatistiksel olarak bir farkın olmadığını ifade etmişlerdir.

4.3.3.2. Damla sulama uygulamalarında bitki başına yumru sayıları

Deneme konularından elde edilen bitki başına yumru sayıları Çizelge 4.23' de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24' de, ortalama değerler ve önemlilik gruplarına ilişkin sonuçlar ise Çizelge 4.25' de verilmiştir.

Çizelge 4.23' den izleneceği gibi en yüksek bitki başına yumru sayısı 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla 8.2 ve 7.8 adet ile lateral aralığının 140 cm, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS₂ konusunda, en düşük bitki başına yumru sayısı 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla 5.5 ve 5.6 adet ile lateral aralığının 70 cm, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.23. Damla sulama yöntemiyle sulanan deneme konularına ilişkin bitki başına yumru sayıları

Yıllar	Konular	Lateral aralığı(m)	Isl. alan yüz. (%)	Bloklar			Ortalama	% Değişim
				I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	DS	0.70 m	100	5.5	6.0	5.1	5.5	67.1
	DS ₁	0.70 m	75	6.7	6.1	6.0	6.3	76.8
	DS ₂	1.40 m	100	6.9	9.8	8.0	8.2	100.0
	DS ₃	1.40 m	75	7.8	8.1	8.5	8.1	98.8
2009	DS	0.70 m	100	6.2	5.6	5.1	5.6	75.7
	DS ₁	0.70 m	75	6.0	5.3	7.2	6.2	79.5
	DS ₂	1.40 m	100	7.4	7.9	8.1	7.8	100.0
	DS ₃	1.40 m	75	8.1	7.1	7.1	7.4	94.9

Çizelge 4.24. Damla sulama deneme konularından elde edilen bitki başına yumru sayılarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	1.322	.661	1.015ns	.417
	Lateral aralığı	1	15.641	15.641	24.032**	.003
	Islatılan alan	1	.301	.301	.462ns	.522
	Lat.ara x Isl. ala	1	.521	.521	.800ns	.405
	Hata	6	3.905	.651		
	Genel	11	21.689			
2009	Bloklar	2	.487	.243	.505ns	.627
	Lateral aralığı	1	8.841	8.841	18.334**	.005
	Islatılan alan	1	.021	.021	.043ns	.842
	Lat.ara x Isl. ala	1	.608	.608	1.260ns	.305
	Hata	6	2.893	.482		
	Genel	11	12.849			

ns: önemsiz, **: %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.24 incelendiğinde, denemenin ilk yılında lateral aralığı % 1 seviyesinde ($P < 0.01$) önemli bulunurken, ıslatılan alan yüzdesi ve lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonu istatistikî açıdan önemsiz bulunmuştur. Denemenin ikinci yılında, ıslatılan alan yüzdesi ve lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonu istatistikî açıdan önemsiz, lateral aralığı $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.25 incelendiğinde, 2008 yılında lateral aralıkları iki farklı grup oluşturmuş, lateral aralığı 140 cm olan konular ortalama 8.2 adet ile ilk grupta yer alırken, 70 cm lateral aralığına sahip deneme konuları ortalama 5.9 adet ile ikinci grupta yer almıştır. Bitki başına yumru sayısı lateral aralığı 70 cm olan konularda, lateral aralığı 140 cm olan konulara göre % 28 azalmıştır.

Çizelge 4.25. Deneme konularının bitki başına yumru sayılarına ilişkin ortalama değerler (adet) ve önemlilik grupları

Yıl	Lateral aralığı (m)	Islatılan alan yüzdesi (%)		Ortalama	% Değişim
		100	75		
2008	0.70 m	5.5	6.3	5.9 b	72.0
	1.40m	8.2	8.1	8.2 a	100.0
	Ortalama	6.9	7.2	7.0	
	% Değişim	95.8	100.0		
2009	0.70 m	5.6	6.2	5.9 b	77.6
	1.40m	7.8	7.4	7.6 a	100.0
	Ortalama	6.7	6.8	6.8	
	% Değişim	98.5	100.0		

2009 yılında, lateral aralıkları iki farklı grup oluşturmuş, lateral aralığı 140 cm olan konular ortalama 7.6 adet ile ilk grupta yer alırken, 70 cm lateral aralığına sahip deneme konuları ortalama 5.9 adet ile ikinci grupta yer almıştır (Çizelge 4.25). Bitki başına yumru sayısı lateral aralığı 70 cm olan konularda, lateral aralığı 140 cm olan konulara göre % 22.3 azalmıştır.

Her iki deneme yılında farklı lateral aralığı uygulaması patatesten bitki başına yumru sayısı üzerine istatistiki açıdan önemli bulunmuş, ıslatılan alan yüzdesi ve lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonu her iki yılda istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

4.3.4. Yumru çapı

4.3.4.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde yumru çapları

Deneme konularından elde edilen yumru çapları Çizelge 4.26' da, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27' de verilmiştir.

Çizelge 4.26' da görüldüğü gibi, en yüksek ortalama yumru çapı 2008 yılında 6.9 cm ile damla sulama yönteminde, 2009 yılında 5.9 cm ile yağmurlama sulama yönteminde, en düşük ortalama yumru çapı ise 2008 yılında 6.3 cm ile yağmurlama sulama yönteminde, 2009 yılında 5.6 cm ile damla sulama yönteminde elde edilmiştir.

Konulardan elde edilen yumru çapları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, her iki deneme yılında % 1 ve % 5 önem seviyesinde sulama yöntemleri arasında istatistiki olarak bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.26. Deneme konularına ilişkin ortalama yumru çapları (cm)

Yıl	Deneme konusu	Bloklar			Ortalama	% Değişim
		I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	YS	6.6	5.9	6.4	6.3	91.3
	KS	6.5	6.5	6.7	6.6	95.6
	DS	6.4	7.5	6.8	6.9	100.0
2009	YS	5.5	5.9	6.4	5.9	100.0
	KS	5.4	6.2	5.6	5.7	96.6
	DS	4.8	6.0	5.9	5.6	94.9

Çizelge 4.27. Deneme konularından elde edilen ortalama yumru çaplarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	.036	.018	.082 ns	.923
	Konular	2	.542	.271	1.245 ns	.380
	Hata	4	.871	.218		
	Genel	8	1.449			
2009	Bloklar	2	1.182	.591	5.165 ns	.078
	Konular	2	.202	.101	.883 ns	.481
	Hata	4	.458	.114		
	Genel	8	1.842			

ns: önemsiz

Didin (1999), Nevşehir – Niğde yöresinde yetiştirilen 12 farklı patates çeşidinin ortalama yumru çaplarının, çeşide bağlı olarak 52.8-74.1 mm arasında değiştiğini belirtmiştir.

Übeyitoğulları (2005), Hatay yöresinde yetiştirilen bazı patates çeşitlerinin fiziksel, kimyasal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine yaptığı bir araştırmada, yumru çapının çeşitlere bağlı olarak 41.89-51.66 mm arasında değişme gösterdiğini ve en küçük yumru çapının Lilla, en büyük değerinin Goliat çeşitlerine ait olduğunu belirtmiştir.

Ayas (2007), Bursa-Yenişehir koşullarında yetiştirilen Hermes patates çeşidinin farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntılarının verim ve kalite unsurlarına etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, konulara ve deneme yıllarına bağlı olarak ortalama yumru çapını en düşük 4.2 cm, en büyük 7.1 cm olarak bulmuştur.

Araştırmada elde edilen yumru çapı değerleri Übeyitoğulları (2005)' nin elde ettiği değerlerden yüksek, Didin (1999) ve Ayas (2007)' in bulmuş olduğu değerler ile benzerlik göstermektedir.

4.3.4.2. Damla sulama uygulamalarında yumru çapları

Deneme konularından elde edilen yumru çapları Çizelge 4.28' de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29' da, ortalama değerler ve önemlilik grupları ise Çizelge 4.30' da verilmiştir.

En yüksek ortalama yumru çapı 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla 6.9 ve 5.6 cm ile lateral aralığının 70 cm, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusunda, en düşük ortalama yumru çapı 2008 yılında lateral aralığının 140 cm, ıslatılan alan

yüzdesinin % 75 olduğu DS₃ konusunda 4.8 cm, 2009 yılında ise lateral aralığının 140 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 ve % 75 olduğu sırasıyla DS₂ ve DS₃ konusunda 4.7 cm olarak bulunmuştur (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. Damla sulama yöntemiyle sulanan deneme konularına ilişkin yumru çapları (cm)

Yıllar	Konular	Lateral aralığı(m)	Isl. alan yüz. (%)	Bloklar			Ortalama	% Değişim
				I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	DS	0.70 m	100	6.4	7.5	6.8	6.9	100.0
	DS ₁	0.70 m	75	6.0	6.3	6.1	6.2	89.9
	DS ₂	1.40 m	100	4.8	6.0	5.2	5.3	76.8
	DS ₃	1.40 m	75	4.7	4.7	5.0	4.8	69.6
2009	DS	0.70 m	100	4.8	6.0	5.9	5.6	100.0
	DS ₁	0.70 m	75	5.2	5.0	5.5	5.2	92.9
	DS ₂	1.40 m	100	4.8	4.6	4.8	4.7	83.9
	DS ₃	1.40 m	75	4.7	4.8	4.7	4.7	83.9

Çizelge 4.29 incelendiğinde, denemenin ilk yılında lateral aralığı % 1 seviyesinde ($P < 0.01$), ıslatılan alan yüzdesi % 5 seviyesinde ($P < 0.05$) önemli bulunurken, lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonu istatistikî açıdan önemsiz bulunmuştur. Denemenin ikinci yılında, ıslatılan alan yüzdesi ve lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonu istatistikî açıdan önemsiz, lateral aralığı $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.29. Damla sulama deneme konularından elde edilen yumru çaplarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	.847	.423	4.053 ns	.077
	Lateral aralığı	1	6.308	6.308	60.391**	.000
	Islatılan alan	1	1.268	1.268	12.136*	.013
	Lat.ara x Isl. ala	1	.041	.041	.391 ns	.555
	Hata	6	.627	.104		
	Genel	11	9.089			
2009	Bloklar	2	.252	.126	.950 ns	.438
	Lateral aralığı	1	1.333	1.333	10.063*	.019
	Islatılan alan	1	.083	.083	.629 ns	.458
	Lat.ara x Isl. ala	1	.083	.083	.629 ns	.458
	Hata	6	.795	.133		
	Genel	11	2.547			

ns: önemsiz, * : %5 düzeyinde önemli, ** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.30. Deneme konularının yumru çaplarına ilişkin ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Yıl	Lateral aralığı (m)	Islatılan alan yüzdesi (%)		Ortalama	% Değişim
		100	75		
2008	0.70 m	6.9	6.2	6.5 a	100.0
	1.40m	5.3	4.8	5.1 b	78.5
	Ortalama	6.1 a	5.5 b	5.8	
	% Değişim	100.0	90.2		
2009	0.70 m	5.6	5.2	5.4 a	100.0
	1.40m	4.7	4.7	4.7 b	87.0
	Ortalama	5.2	5.0	5.1	
	% Değişim	100.0	96.2		

Çizelge 4.30' dan izleneceği gibi, 2008 yılında lateral aralıkları iki farklı grup oluşturmuş, lateral aralığı 70 cm olan konular ortalama 6.5 cm ile ilk grupta yer alırken, 140 cm lateral aralığına sahip deneme konuları ortalama 5.1 cm ile ikinci grupta yer almıştır. Ortalama yumru çapı lateral aralığı 140 cm olan konularda, lateral aralığı 70 cm olan konulara göre % 21.5 azalmıştır. Islatılan alan yüzdesine göre yapılan gruplandırmada, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu konular ortalama 6.1 cm ile ilk grupta yer alırken, ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konular 5.5 cm ile ikinci grupta yer almıştır. Ortalama yumru çapı ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konularda, ıslatılan alan yüzdesinin %100 olduğu konulara göre % 9.8 azalmıştır.

2009 yılında, lateral aralıkları iki farklı grup oluşturmuş, lateral aralığı 70 cm olan konular ortalama 5.4 cm ile ilk grupta yer alırken, 140 cm lateral aralığına sahip deneme konuları ortalama 4.7 cm ile ikinci grupta yer almıştır (Çizelge 4.30). Ortalama yumru çapı lateral aralığı 140 cm olan konularda, lateral aralığı 70 cm olan konulara göre % 13 azalmıştır.

Her iki deneme yılında, farklı lateral aralığı uygulamasının ortalama yumru çapı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli ($P < 0.01$ ve $P < 0.05$), ıslatılan alan yüzdesi yalnızca 2008 yılında % 95 güvenle önemli ve lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi etkileşimi her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bu durumda, damla sulama yöntemiyle sulanan patatesten lateral aralığı uygulamasının ortalama yumru çapı üzerine önemli bir etkisinin olduğu anlaşılmaktadır.

4.3.5. Yumru boyu

4.3.5.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde yumru boyları

Deneme konularından elde edilen yumru boyları Çizelge 4.31' de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.32' de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Deneme konularına ilişkin yumru boyları (cm)

Yıl	Deneme konusu	Bloklar			Ortalama	% Değişim
		I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	YS	11.2	10.4	11.1	10.9	91.6
	KS	11.7	11.5	11.1	11.4	95.8
	DS	11.7	12.9	11.2	11.9	100.0
2009	YS	10.9	9.9	10.2	10.3	100.0
	KS	10.2	9.8	9.5	9.9	96.1
	DS	9.0	9.8	9.5	9.4	91.3

Çizelge 4.31' den anlaşılacağı üzere, en yüksek ortalama yumru boyu 2008 yılında 11.9 cm ile damla sulama yönteminde, 2009 yılında 10.3 cm ile yağmurlama sulama yönteminde, en düşük ortalama yumru boyu ise 2008 yılında 10.9 cm ile yağmurlama sulama yönteminde, 2009 yılında 9.4 cm ile damla sulama yönteminde elde edilmiştir.

Konulardan elde edilen yumru boyları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre her iki deneme yılında da, sulama yöntemleri arasında % 1 ve % 5 önem seviyesinde istatistiki olarak bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. Deneme konularından elde edilen yumru boylarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	.382	.191	.447 ns	.668
	Konular	2	1.602	.801	1.873 ns	.267
	Hata	4	1.711	.428		
	Genel	8	3.696			
2009	Bloklar	2	.140	.070	.292 ns	.762
	Konular	2	1.220	.610	2.542 ns	.194
	Hata	4	.960	.240		
	Genel	8	2.320			

ns: önemsiz

4.3.5.2. Damla sulama uygulamalarında yumru boyları

Damla sulama yöntemi ile sulanan deneme konularından elde edilen yumru boyları Çizelge 4.33' de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34' de, ortalama değerler ve önemlilik grupları ise Çizelge 4.35' de verilmiştir.

Çizelge 4.33' den izleneceği gibi, en yüksek ortalama yumru boyu 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla 11.9 cm ve 9.4 cm ile lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusunda, en düşük ortalama yumru boyu 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla 8.3 cm ve 7.5 cm ile lateral aralığının 140 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu DS₃ konusunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.33. Damla sulama yöntemiyle sulanan deneme konularına ilişkin yumru boyları (cm)

Yıllar	Konular	Lateral aralığı(m)	Isl. alan yüz. (%)	Bloklar			Ortalama	% Değişim
				I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	DS	0.70 m	100	11.7	12.9	11.2	11.9	100.0
	DS ₁	0.70 m	75	10.4	10.6	10.8	10.6	89.1
	DS ₂	1.40 m	100	8.9	9.3	8.5	8.9	74.8
	DS ₃	1.40 m	75	8.2	8.0	8.6	8.3	69.7
2009	DS	0.70 m	100	9.0	9.8	9.5	9.4	100.0
	DS ₁	0.70 m	75	9.0	8.8	8.9	8.9	94.7
	DS ₂	1.40 m	100	7.6	7.9	8.3	7.9	84.0
	DS ₃	1.40 m	75	7.5	7.3	7.8	7.5	79.8

Çizelge 4.34. Damla sulama deneme konularından elde edilen yumru boylarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	.455	.228	.823 ns	.483
	Lateral aralığı	1	21.601	21.601	78.154**	.000
	Islatılan alan	1	2.901	2.901	10.495*	.018
	Lat.ara x Isl. ala	1	.368	.368	1.330 ns	.293
	Hata	6	1.658	.276		
	Genel	11	26.983			
2009	Bloklar	2	.245	.123	1.547 ns	.287
	Lateral aralığı	1	6.163	6.163	77.853**	.000
	Islatılan alan	1	.653	.653	8.253*	.028
	Lat.ara x Isl. ala	1	.013	.013	.168 ns	.696
	Hata	6	.475	.079		
	Genel	11	7.550			

ns: önemsiz, * : %5 düzeyinde önemli, ** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.34 incelendiğinde, 2008 ve 2009 yıllarında lateral aralığı % 1 seviyesinde, ıslatılan alan yüzdesi % 5 seviyesinde önemli bulunurken lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonu istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.35' den izleneceği gibi, 2008 yılında lateral aralıkları iki farklı grup oluşturmuş, lateral aralığı 70 cm olan konular ortalama 11.3 cm ile ilk grupta yer alırken, 140 cm lateral aralığına sahip deneme konuları ortalama 8.6 cm ile ikinci grupta yer almıştır. Ortalama yumru boyu lateral aralığı 140 cm olan konularda, lateral aralığı 70 cm olan konulara göre % 23.9 azalmıştır. Islatılan alan yüzdelere göre yapılan gruplandırmada, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu konular ortalama 10.4 cm ile ilk grupta yer alırken, ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konular 9.4 cm ile ikinci grupta yer almıştır. Ortalama yumru boyu ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konularda, ıslatılan alan yüzdesinin %100 olduğu konulara göre % 9.6 azalmıştır.

2009 yılında, lateral aralıkları iki farklı grup oluşturmuş, lateral aralığı 70 cm olan konular ortalama 9.2 cm ile ilk grupta yer alırken, 140 cm lateral aralığına sahip deneme konuları ortalama 7.7 cm ile ikinci grupta yer almıştır (Çizelge 4.35). Ortalama yumru boyu lateral aralığı 140 cm olan konularda, lateral aralığı 70 cm olan konulara göre % 16.3 azalmıştır. Islatılan alan yüzdelere göre yapılan gruplandırmada, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu konular ortalama 8.7 cm ile ilk grupta yer alırken, ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konular 8.2 cm ile ikinci grupta yer almıştır. Ortalama yumru boyu ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konularda, ıslatılan alan yüzdesinin %100 olduğu konulara göre % 5.7 azalmıştır.

Çizelge 4.35. Deneme konularından elde edilen yumru boylarına ilişkin ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Yıl	Lateral aralığı (m)	Islatılan alan yüzdesi (%)		Ortalama	% Değişim
		100	75		
2008	0.70 m	11.9	10.6	11.3 a	100.0
	1.40m	8.9	8.3	8.6 b	76.1
	Ortalama	10.4 a	9.4 b	9.9	
	% Değişim	100.0	90.4		
2009	0.70 m	9.4	8.9	9.2 a	100.0
	1.40m	7.9	7.5	7.7 b	83.7
	Ortalama	8.7 a	8.2 b	8.5	
	% Değişim	100.0	94.3		

4.3.6. Pazarlanabilir yumru verimi

4.3.6.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde pazarlanabilir yumru verimleri

Denemede ele alınan farklı sulama yöntemlerinden elde edilen pazarlanabilir yumru verimleri Çizelge 4.36' da, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37' de, Duncan testine ilişkin sonuçlar ise Çizelge 4.38' de verilmiştir.

Çizelge 4.36. Deneme konularına ilişkin pazarlanabilir yumru verimleri (kg/da)

Yıl	Deneme konusu	Bloklar			Ortalama	% Değişim
		I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	YS	3978.2	4077.6	3887.0	3980.9	83.8
	KS	4294.9	4359.9	4484.1	4379.6	92.2
	DS	4872.5	4406.4	4972.7	4750.5	100.0
2009	YS	3600.9	3537.3	4079.1	3739.1	96.9
	KS	3803.7	3764.6	3889.7	3819.3	99.0
	DS	3577.2	3990.9	4011.5	3859.8	100.0

En yüksek ortalama pazarlanabilir yumru verimi 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla 4750.5 ve 3859.8 kg/da ile damla sulama yöntemiyle sulanan DS konusunda, en düşük ortalama pazarlanabilir yumru verimi ise 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla 3980.9 ve 3739.1 kg/da ile yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan YS konusunda elde edilmiştir (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.37. Farklı sulama yöntemleri ile sulanan deneme konularından elde edilen pazarlanabilir yumru verimlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	42245.127	21122.563	.477ns	.652
	Konular	2	888812.660	444406.330	10.039*	.028
	Hata	4	177074.333	44268.583		
	Genel	8	1108132.120			
2009	Bloklar	2	174042.167	87021.083	2.685ns	.182
	Konular	2	22664.927	11332.463	.350ns	.725
	Hata	4	129634.767	32408.692		
	Genel	8	326341.860			

ns: önemsiz, * : %5 düzeyinde önemli

Çizelge 4.37 incelendiğinde, yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, 2008 yılında sulama yöntemleri arasında istatistiki olarak % 5 önem seviyesinde bir farklılık çıkmasına karşın, 2009 yılında istatistiki açıdan % 1 ve % 5 önem düzeyinde bir farklılık bulunmamıştır.

Duncan testi gruplandırmasına göre, 2008 yılında yöntemler 3 farklı grup oluşturmuş, damla sulama yöntemi ilk grupta, karık sulama yöntemi ikinci grupta ve yağmurlama sulama yöntemi ise üçüncü grupta yer almıştır. 2008 yılında pazarlanabilir yumru verimi açısından, damla sulama yöntemi ile karık sulama yöntemi arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz, aynı şekilde karık sulama yöntemi ile yağmurlama sulama yöntemi arasındaki fark da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.38).

Çizelge 4.38. Farklı sulama yöntemleri ile sulanan deneme konularının pazarlanabilir yumru verimlerine ilişkin Duncan Testi sonuçları

Yıl	Deneme konusu	Pazarlanabilir yumru verimi (%)	Gruplar
2008	YS	86.3	B
	KS	90.6	AB
	DS	93.9	A
2009	YS	85.1	
	KS	88.9	
	DS	91.3	

Bazı patates çeşitlerine ait pazarlanabilir verimler Hermes % 55.8, İmpala % 95.7, Konsul % 95, Lady Olympia % 89.25, Mondial % 88.4, Morene % 84.3, Panda % 94.5, Ranger Russet % 95, Russet Burbank % 85.6, Remerka % 86, Slaney % 81, Solide % 95, Van Gogh % 80-97 ve Victoria %97 olarak belirtilmiştir (Anonim, 2011c).

4.3.6.2. Damla sulama uygulamalarında pazarlanabilir yumru verimleri

Damla sulama yöntemi ile sulanan deneme konularından elde edilen pazarlanabilir yumru verimleri Çizelge 4.39' da, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.40' da, ortalama değerler ve önemlilik grupları Çizelge 4.41' de verilmiştir.

Çizelge 4.39' dan izleneceği gibi en yüksek pazarlanabilir yumru verimi 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla ortalama 4750.5 ve 3859.8 kg/da ile lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusunda, en düşük pazarlanabilir yumru

verimi 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla ortalama 2599.8 ve 2497.3 kg/da ile lateral aralığının 140 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu DS₃ konusunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.39. Damla sulama yöntemiyle sulanan deneme konularına ilişkin pazarlanabilir yumru verimleri (kg/da)

Yıllar	Konular	Lateral aralığı(m)	Isl. alan yüz. (%)	Bloklar			Ortalama	% Değişim
				I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	DS	0.70 m	100	4872.5	4406.4	4972.7	4750.5	100.0
	DS ₁	0.70 m	75	3564.1	3268.4	3656.1	3496.2	73.6
	DS ₂	1.40 m	100	3405.4	2212.5	2873.3	2830.4	59.6
	DS ₃	1.40 m	75	2576.4	2771.2	2451.9	2599.8	54.7
2009	DS	0.70 m	100	3577.2	3990.9	4011.5	3859.8	100.0
	DS ₁	0.70 m	75	3137.8	3259.3	3121.6	3172.9	82.2
	DS ₂	1.40 m	100	2549.4	2536.1	2485.0	2523.5	65.4
	DS ₃	1.40 m	75	2144.7	2482.9	2864.1	2497.3	64.7

Çizelge 4.40 incelendiğinde, 2008 yılında lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdesi % 99 güvenle önemli bulunurken, lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonu % 95 güvenle istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. 2009 yılında, lateral aralığı % 1 seviyesinde önemli bulunurken, ıslatılan alan yüzdesi ve lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonu % 5 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.40. Damla sulama deneme konularından elde edilen pazarlanabilir yumru verimlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	415936.302	207968.151	2.029ns	.212
	Lateral aralığı	1	5949504.187	5949504.187	58.057**	.000
	Islatılan alan	1	1653696.007	1653696.007	16.137**	.007
	Lat.ara x Isl. ala	1	786073.641	786073.641	7.671*	.032
	Hata	6	614862.352	102477.059		
	Genel	11	9420072.489			
2009	Bloklar	2	161390.385	80695.192	2.092ns	.204
	Lateral aralığı	1	3036208.601	3036208.601	78.730**	.000
	Islatılan alan	1	381526.341	381526.341	9.893*	.020
	Lat.ara x Isl. ala	1	327393.367	327393.367	8.489*	.027
	Hata	6	231389.288	38564.881		
	Genel	11	4137907.983			

ns: önemsiz, * : %5 düzeyinde önemli, ** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.41. Deneme konularının pazarlanabilir yumru verimlerine ilişkin ortalama değerler (kg/da) ve önemlilik grupları

Yıl	Lateral aralığı (m)	İslatılan alan yüzdesi (%)		Ortalama	% Değişim
		100	75		
2008	0.70 m	4750.5 <i>a</i>	3496.2 <i>b</i>	4123.4 <i>a</i>	100.0
	1.40m	2830.4 <i>c</i>	2599.8 <i>c</i>	2715.1 <i>b</i>	65.9
	Ortalama	3790.5 <i>a</i>	3048.0 <i>b</i>	3419.3	
	% Değişim	100.0	80.4		
2009	0.70 m	3859.8 <i>a</i>	3172.9 <i>b</i>	3516.4 <i>a</i>	100.0
	1.40m	2523.5 <i>c</i>	2497.3 <i>c</i>	2510.4 <i>b</i>	71.4
	Ortalama	3191.7 <i>a</i>	2835.1 <i>b</i>	3013.4	
	% Değişim	100.0	88.8		

Çizelge 4.41' den görüleceği gibi, 2008 yılında, pazarlanabilir yumru verimi açısından lateral aralıkları iki farklı grup oluşturmuş, lateral aralığı 70 cm olan konular ortalama 4123.4 kg/da ile ilk grupta yer alırken, 140 cm lateral aralığına sahip deneme konuları ortalama 2715.1 kg/da ile ikinci grupta yer almıştır. Pazarlanabilir yumru verimi lateral aralığı 140 cm olan konularda, lateral aralığı 70 cm olan konulara göre % 34.1 azalmıştır. İslatılan alan yüzdesine göre yapılan gruplandırmada, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu konular ortalama 3790.5 kg/da ile ilk grupta yer alırken, ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konular ortalama 3048.0 kg/da ile ikinci grupta yer almıştır. Pazarlanabilir yumru verimi ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konularda, ıslatılan alan yüzdesinin %100 olduğu konulara göre % 19.6 azalmıştır. Lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonuna göre yapılan gruplandırmada, lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusu ilk grupta, lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu DS₁ konusu ikinci grupta, lateral aralığının 140 cm ıslatılan alan yüzdesinin sırasıyla % 100 ve % 75 olduğu DS₂ ve DS₃ konuları ise üçüncü grupta yer almıştır. Pazarlanabilir yumru verimi lateral aralığı 140 cm ıslatılan alan yüzdesi % 75 olan DS₃ konusunda (2599.8 kg/da), lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusuna (4750.5 kg/da) göre % 45.3 azalmıştır.

2009 yılında, lateral aralıkları iki farklı grup oluşturmuş, lateral aralığı 70 cm olan konular ortalama 3516.4 kg/da ile ilk grupta yer alırken, 140 cm lateral aralığına sahip deneme konuları ortalama 2510.4 kg/da ile ikinci grupta yer almıştır. Pazarlanabilir yumru verimi lateral aralığı 140 cm olan konularda, lateral aralığı 70 cm olan konulara göre % 28.6 azalmıştır. İslatılan alan yüzdesine göre yapılan gruplandırmada, ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu konular ortalama 3191.7 kg/da

ile ilk grupta yer alırken, ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konular ortalama 2835.1 kg/da ile ikinci grupta yer almıştır. Pazarlanabilir yumru verimi ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu konularda, ıslatılan alan yüzdesinin %100 olduğu konulara göre % 11.2 azalmıştır. Lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksiyonuna göre yapılan gruplandırmada, lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusu ilk grupta, lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu DS₁ konusu ikinci grupta, lateral aralığının 140 cm ıslatılan alan yüzdesinin sırasıyla % 100 ve % 75 olduğu DS₂ ve DS₃ konuları ise üçüncü grupta yer almıştır. Pazarlanabilir yumru verimi lateral aralığı 140 cm ıslatılan alan yüzdesi % 75 olan DS₃ konusunda (2497.3 kg/da), lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusuna (3859.8 kg/da) göre % 35.3 azalmıştır.

Denemenin her iki yılında, pazarlanabilir yumru verimine lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdesinin istatistiksel olarak etkisi olsa da konular arasındaki etkileşimin de (lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksiyonu) istatistiki olarak önemli çıkması nedeniyle hem lateral aralığı hem de ıslatılan alan yüzdesi birlikte pazarlanabilir yumru verimi üzerine önemli bir etki göstermiştir.

4.3.7. Yumru kuru madde oranı

4.3.7.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde yumru kuru madde oranları

Deneme konularından elde edilen yumru kuru madde oranları Çizelge 4.42' de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43' de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Farklı sulama yöntemleri ile sulanan deneme konularına ilişkin yumru kuru madde oranları (%)

Yıl	Deneme konusu	Bloklar			Ortalama	% Değişim
		I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	YS	22.6	20.8	21.2	21.5	100.0
	KS	21.0	21.4	20.9	21.1	98.1
	DS	20.8	17.8	22.5	20.4	94.9
2009	YS	20.3	21.4	20.1	20.6	100.0
	KS	21.4	19.3	19.8	20.2	98.1
	DS	19.3	19.7	22.4	20.5	99.5

Çizelge 4.42' de görüldüğü gibi en yüksek yumru kuru madde oranları 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla ortalama % 21.5 ve % 20.6 ile yağmurlama sulama yönteminde, en düşük yumru kuru madde oranları ise 2008 yılında ortalama % 20.4 ile damla sulama yönteminde, 2009 yılında ortalama % 20.2 ile karık sulama yönteminde elde edilmiştir.

Konulardan elde edilen yumru kuru madde oranları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, her iki deneme yılında % 1 ve % 5 önem seviyesinde istatistiki açıdan bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.43).

Çizelge 4.43. Deneme konularından elde edilen kuru madde oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	4.507	2.253	1.030 ns	.436
	Konular	2	2.087	1.043	.477 ns	.652
	Hata	4	8.747	2.187		
	Genel	8	15.340			
2009	Bloklar	2	.629	.314	.149 ns	.866
	Konular	2	.296	.148	.070 ns	.934
	Hata	4	8.444	2.111		
	Genel	8	9.369			

ns: önemsiz

4.3.7.2. Damla sulama uygulamalarında yumru kuru madde oranları

Damla sulama yöntemi ile sulanan deneme konularından elde edilen yumru kuru madde oranları Çizelge 4.44' de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.45' de, verilmiştir.

Çizelge 4.44. Damla sulama yöntemiyle sulanan deneme konularına ilişkin yumru kuru madde oranları (%)

Yıllar	Konular	Lateral aralığı(m)	Isl. alan yüz. (%)	Bloklar			Ortalama	% Değişim
				I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	DS	0.70 m	100	20.8	17.8	22.5	20.4	86.8
	DS ₁	0.70 m	75	25.8	20.8	22.4	23.0	97.9
	DS ₂	1.40 m	100	21.8	20.1	19.1	20.3	86.4
	DS ₃	1.40 m	75	21.0	23.6	26.0	23.5	100.0
2009	DS	0.70 m	100	19.3	19.7	22.4	20.5	91.5
	DS ₁	0.70 m	75	23.6	22.2	21.4	22.4	100.0
	DS ₂	1.40 m	100	19.5	21.4	21.4	20.8	92.9
	DS ₃	1.40 m	75	20.1	24.2	21.9	22.1	98.7

Çizelge 4.44' den anlaşılacağı gibi en yüksek yumru kuru madde oranı 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla ortalama % 23.5 ile lateral aralığının 140 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu DS₃ konusunda ve % 22.4 ile lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu DS₁ konusunda, en düşük yumru kuru madde oranı 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla ortalama % 20.3 ile lateral aralığının 140 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS₂ konusunda ve % 20.5 ile lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS₁ konusunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.45 incelendiğinde, çalışmanın her iki yılında lateral aralığı, ıslatılan alan yüzdesi ve lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonu istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.45. Damla sulama deneme konularından elde edilen yumru kuru madde oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	9.172	4.586	.875 ns	.464
	Lateral aralığı	1	.188	.188	.036 ns	.856
	Islatılan alan	1	25.521	25.521	4.872 ns	.069
	Lat.ara x Isl. ala	1	.241	.241	.046 ns	.837
	Hata	6	31.428	5.238		
	Genel	11	66.549			
2009	Bloklar	2	3.860	1.930	.764 ns	.506
	Lateral aralığı	1	.001	.001	.000 ns	.986
	Islatılan alan	1	7.841	7.841	3.103 ns	.129
	Lat.ara x Isl. ala	1	.301	.301	.119 ns	.742
	Hata	6	15.160	2.527		
	Genel	11	27.162			

ns: önemsiz

4.3.8. Yumru nişasta oranı

4.3.8.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde yumru nişasta oranları

Farklı sulama yöntemleri ile sulanan deneme konularından elde edilen yumru nişasta oranları Çizelge 4.46' da, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.47' de verilmiştir.

Çizelge 4.46' dan izleneceği gibi, en yüksek yumru nişasta oranı 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla ortalama % 15.5 ve % 17.9 ile yağmurlama sulama yönteminde, en düşük yumru nişasta oranları ise 2008 yılında ortalama % 16.0 ile damla sulama yönteminde, 2009 yılında ise ortalama % 15.5 ile karık sulama yönteminde elde edilmiştir.

Çizelge 4.46. Farklı sulama yöntemleri ile sulanan deneme konularına ilişkin yumru nişasta oranları (%)

Yıl	Deneme konusu	Bloklar			Ortalama	% Değişim
		I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	YS	18.1	17.6	16.8	17.5	100.0
	KS	14.7	16.8	17.2	16.2	92.6
	DS	14.8	15.5	17.8	16.0	91.4
2009	YS	17.4	18.3	17.9	17.9	100.0
	KS	16.6	15.6	14.3	15.5	86.6
	DS	16.4	17.3	16.5	16.7	93.3

Konulardan elde edilen yumru nişasta oranları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, her iki deneme yılında % 1 ve % 5 önem seviyesinde istatistiki açıdan bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.47).

Çizelge 4.47. Farklı sulama yöntemleri ile sulanan deneme konularından elde edilen nişasta oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	2.949	1.474	.915 ns	.471
	Konular	2	3.796	1.898	1.178 ns	.396
	Hata	4	6.444	1.611		
	Genel	8	13.189			
2009	Bloklar	2	1.087	.543	.881 ns	.482
	Konular	2	8.407	4.203	6.816 ns	.051
	Hata	4	2.467	.617		
	Genel	8	11.960			

ns: önemsiz

Ertan (1980), Adapazarı ve çevresinde yetiştirilen 4 farklı patates çeşidi üzerinde yaptığı çalışmada yumru nişasta oranının çeşide bağlı olarak değiştiğini ve değerlerin % 16.28 - % 17.95 arasında bulunduğunu belirtmiştir.

Harada ve ark. (1985), 21 patates çeşidi üzerinde yaptıkları bir çalışmada yumru nişasta oranının çeşide bağlı olarak % 10.1 - % 17.4 arasında değişim gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Lisinska ve Leszczynski (1989), Patatesin nişasta içeriği ile ilgili yaptığı çalışmalarda; kuru maddenin % 63 - % 83 kadarını nişastanın oluşturduğunu, nişastanın çeşide bağlı olarak % 8 - % 29 arasında olabildiği ve çeşidin özgül ağırlık ve kuru maddesindeki artışa paralel olarak nişasta içeriğinin de arttığını belirtmişlerdir.

Kara (1995), 4 farklı patates çeşidi üzerinde yaptığı bir araştırmada yumru nişasta oranının çeşide bağlı olarak değiştiğini ve % 13.83 - % 14.72 arasında bulunduğunu belirtmiştir.

Didin (1999), Nevşehir – Niğde yöresinde yetiştirilen 12 farklı patates çeşidinin yumru nişasta içeriklerinin çeşide bağlı olarak değiştiğini ve değerlerin % 10.5 - % 20.6 arasında değiştiğini belirtmiştir.

4.3.8.2. Damla sulama uygulamalarında yumru nişasta oranları

Damla sulama yöntemi ile sulanan deneme konularından elde edilen yumru nişasta oranları Çizelge 4.48’ de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.49’ da, ortalama değerler ve önemlilik gruplarına ilişkin sonuçlar ise Çizelge 4.50’ de verilmiştir.

Çizelge 4.48. Damla sulama yöntemiyle sulanan deneme konularına ilişkin yumru nişasta oranları (%)

Yıllar	Konular	Lateral aralığı(m)	Isl. alan yüz. (%)	Bloklar			Ortalama	% Değişim
				I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	DS	0.70 m	100	14.8	15.5	17.8	16.0	84.2
	DS ₁	0.70 m	75	18.1	18.8	18.3	18.4	96.8
	DS ₂	1.40 m	100	15.8	16.4	16.7	16.3	85.8
	DS ₃	1.40 m	75	19.7	18.8	18.6	19.0	100.0
2009	DS	0.70 m	100	16.4	17.3	16.5	16.7	87.0
	DS ₁	0.70 m	75	18.2	18.3	18.9	18.5	96.4
	DS ₂	1.40 m	100	15.9	16.8	16.7	16.5	86.8
	DS ₃	1.40 m	75	19.3	19.8	18.6	19.2	100.0

Çizelge 4.48’ den görüleceği üzere, en yüksek yumru nişasta oranı 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla ortalama % 19.0 ve % 19.2 ile lateral aralığının 140 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 75 olduğu DS₃ konusunda, en düşük yumru nişasta oranı ise 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla ortalama % 16.0 ile lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusunda ve % 16.5 ile lateral aralığının 140 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS₂ konusunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.49 incelendiğinde, 2008 ve 2009 yıllarında ıslatılan alan yüzdesi % 1 seviyesinde (P<0.01) önemli bulunurken, lateral aralığı ve lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.49. Damla sulama deneme konularından elde edilen yumru nişasta oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	1.152	.576	.672 ns	.545
	Lateral aralığı	1	.608	.608	.709 ns	.432
	Islatılan alan	1	19.508	19.508	22.764**	.003
	Lat.ara x Isl. ala	1	.101	.101	.118ns	.743
	Hata	6	5.142	.857		
	Genel	11	26.509			
2009	Bloklar	2	.735	.368	1.762 ns	.250
	Lateral aralığı	1	.188	.188	.899 ns	.380
	Islatılan alan	1	15.188	15.188	72.803**	.000
	Lat.ara x Isl. ala	1	.801	.801	3.839ns	.098
	Hata	6	1.252	.209		
	Genel	11	18.163			

ns: önemsiz, **: %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.50' den anlaşılacağı gibi, 2008 yılında ıslatılan alan yüzdeleri iki farklı grup oluşturmuş, ıslatılan alan yüzdesi 75 olan konular ortalama % 18.7 ile ilk grupta yer alırken, ıslatılan alan yüzdesi % 100 olan deneme konuları ortalama % 16.2 ile ikinci grupta yer almıştır. Yumru nişasta oranı ıslatılan alan yüzdesi % 100 olan konularda, ıslatılan alan yüzdesi % 75 olan konulara göre % 13.4 azalmıştır.

Islatılan alan yüzdeleri 2009 yılında iki farklı grup oluşturmuş, ıslatılan alan yüzdesi % 75 olan konular ortalama % 18.9 ile ilk grupta yer alırken, ıslatılan alan yüzdesi % 100 olan deneme konuları ortalama % 16.6 ile ikinci grupta yer almıştır. Yumru nişasta oranı ıslatılan alan yüzdesi % 100 olan konularda, ıslatılan alan yüzdesi % 75 olan konulara göre % 12.2 azalmıştır.

Çizelge 4.50. Damla sulama yöntemi ile sulanan deneme konularının yumru nişasta oranlarına ilişkin ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları

Yıl	Lateral aralığı (m)	Islatılan alan yüzdesi (%)		Ortalama	% Değişim
		100	75		
2008	0.70 m	16.0	18.4	17.2	97.2
	1.40m	16.3	19.0	17.7	100.0
	Ortalama	16.2 b	18.7 a	17.4	
	% Değişim	86.6	100.0		
2009	0.70 m	16.7	18.5	17.6	98.3
	1.40m	16.5	19.2	17.9	100.0
	Ortalama	16.6 b	18.9 a	17.7	
	% Değişim	87.8	100.0		

Her iki deneme yılında, farklı ıslatılan alan yüzdesi uygulamasının yumru nişasta oranı üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli ($P < 0.01$), lateral aralığı ve lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Damla sulama yöntemiyle sulanan patatesteki ıslatılan alan yüzdesinin, yumru nişasta oranına önemli bir etkisinin olduğu anlaşılmaktadır.

4.3.9. Yumru protein oranı

4.3.9.1. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde yumru protein oranları

Farklı sulama yöntemleri ile sulanan deneme konularından elde edilen yumru protein oranları Çizelge 4.51’ de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.52’ de verilmiştir.

Çizelge 4.51’ den izleneceği gibi en yüksek yumru protein oranı 2008 yılında ortalama % 1.8 ile damla sulama yönteminde 2009 yılında ortalama % 1.8 ile karık sulama yönteminde, en düşük yumru protein oranı her iki yılda da ortalama % 1.6 ile damla sulama yönteminde elde edilmiştir.

Çizelge 4.51. Deneme konularına ilişkin yumru protein oranları (%)

Yıl	Deneme konusu	Bloklar			Ortalama	% Değişim
		I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	YS	1.6	1.7	1.7	1.7	94.4
	KS	1.8	1.5	1.5	1.6	88.9
	DS	1.8	1.8	1.7	1.8	100.0
2009	YS	1.5	1.5	1.8	1.6	88.9
	KS	1.8	2.1	1.4	1.8	100.0
	DS	1.7	1.8	1.7	1.7	94.4

Çizelge 4.52. Deneme konularından elde edilen yumru protein oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	.016	.008	.538 ns	.621
	Konular	2	.042	.021	1.462 ns	.334
	Hata	4	.058	.014		
	Genel	8	.116			
2009	Bloklar	2	.047	.023	.350 ns	.724
	Konular	2	.047	.023	.350 ns	.724
	Hata	4	.267	.067		
	Genel	8	.360			

ns: önemsiz

Konulardan elde edilen yumru protein oranları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, her iki deneme yılında da % 1 ve % 5 önem seviyesinde istatistiki açıdan bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.52).

4.3.9.2. Damla sulama uygulamalarında yumru protein oranları

Damla sulama yöntemi ile sulanan deneme konularından elde edilen yumru protein oranları Çizelge 4.53' de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.54' de, ortalama değerler ve önemlilik gruplarına ilişkin sonuçlar ise Çizelge 4.55' de verilmiştir.

En yüksek yumru protein oranı 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla ortalama % 2.0 ile DS₁ konusunda ve % 1.9 ile DS₁ ve DS₃ konularında, en düşük yumru protein oranı ise 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla ortalama % 1.6 ve % 1.5 ile DS₂ konusunda elde edilmiştir (Çizelge 4.53).

Çizelge 4.53. Damla sulama yöntemiyle sulanan deneme konularına ilişkin yumru protein oranları (%)

Yıllar	Konular	Lateral aralığı(m)	Isl. alan yüz. (%)	Bloklar			Ortalama	% Değişim
				I.Blok	II. Blok	III. Blok		
2008	DS	0.70 m	100	1.8	1.8	1.7	1.8	90.0
	DS ₁	0.70 m	75	2.0	1.9	2.0	2.0	100.0
	DS ₂	1.40 m	100	1.7	1.6	1.6	1.6	80.0
	DS ₃	1.40 m	75	1.9	1.8	1.8	1.8	90.0
2009	DS	0.70 m	100	1.7	1.8	1.7	1.7	89.5
	DS ₁	0.70 m	75	2.1	1.8	1.8	1.9	100
	DS ₂	1.40 m	100	1.7	1.3	1.5	1.5	78.9
	DS ₃	1.40 m	75	2.0	1.8	2.0	1.9	100.0

Çizelge 4.54. Damla sulama deneme konularından elde edilen yumru protein oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2008	Bloklar	2	.015	.008	3.857 ns	.084
	Lateral aralığı	1	.053	.053	27.429**	.002
	Islatılan alan	1	.120	.120	61.714**	.000
	Lat.ara x Isl. ala	1	.000	.000	.000ns	1.000
	Hata	6	.012	.002		
	Genel	11	.200			
2009	Bloklar	2	.082	.041	2.673 ns	.148
	Lateral aralığı	1	.030	.030	1.964 ns	.211
	Islatılan alan	1	.270	.270	17.673**	.006
	Lat.ara x Isl. ala	1	.053	.053	3.491ns	.111
	Hata	6	.092	.015		
	Genel	11	.527			

ns: önemsiz, **: %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.54 incelendiğinde, 2008 yılında lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdesi % 1 seviyesinde ($P<0.01$) önemli bulunurken, lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonu istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. 2009 yılında ise yalnızca ıslatılan alan yüzdesi % 99 güvenle önemli bulunmuş, lateral aralığı ve lateral aralığı x ıslatılan alan yüzdesi interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.55. Deneme konularının yumru protein oranlarına ilişkin ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları

Yıl	Lateral aralığı (m)	Islatılan alan yüzdesi (%)		Ortalama	% Değişim
		100	75		
2008	0.70 m	1.8	2.0	1.9 a	100.0
	1.40m	1.6	1.8	1.7 b	89.5
	Ortalama	1.7 b	1.9 a	1.8	
	% Değişim	89.5	100.0		
2009	0.70 m	1.7	1.9	1.8	100.0
	1.40m	1.5	1.9	1.7	94.4
	Ortalama	1.6 b	1.9 a	1.8	
	% Değişim	84.2	100.0		

Çizelge 4.55' den izleneceği gibi, 2008 yılında lateral aralıkları iki farklı grup oluşturmuş, lateral aralığı 70 cm olan konular % 1.9 ile ilk grupta yer alırken lateral aralığı 140 cm olan konular % 1.7 ile ikinci grupta yer almıştır. Islatılan alan yüzdelere göre yapılan gruplandırmada iki farklı grup oluşmuş, ıslatılan alan yüzdesi % 75 olan konular % 1.9 ile ilk grupta yer alırken, ıslatılan alan yüzdesi % 100 olan deneme konuları % 1.7 ile ikinci grupta yer almıştır.

Islatılan alan yüzdeleri 2009 yılında iki farklı grup oluşturmuş, ıslatılan alan yüzdesi 75 olan konular % 1.9 ile ilk grupta yer alırken ıslatılan alan yüzdesi % 100 olan deneme konuları % 1.7 ile ikinci grupta yer almıştır.

4.4. Sulama Suyu-Verim İlişkileri

4.4.1. Sulama yöntemlerinde sulama suyu-verim ilişkileri

Yağmurlama karık ve damla sulama yöntemlerine ilişkin toplam sulama suyu miktarı, net sulama suyu miktarı, mevsimlik bitki su tüketimi, birim alandan alınan toplam yumru verimi ve pazarlanabilir yumru verimi değerleri Çizelge 4.56' da bu değerlerin yıllar bazında grafiksel gösterimi ise Şekil 4.9 ve Şekil 4.10' da verilmiştir.

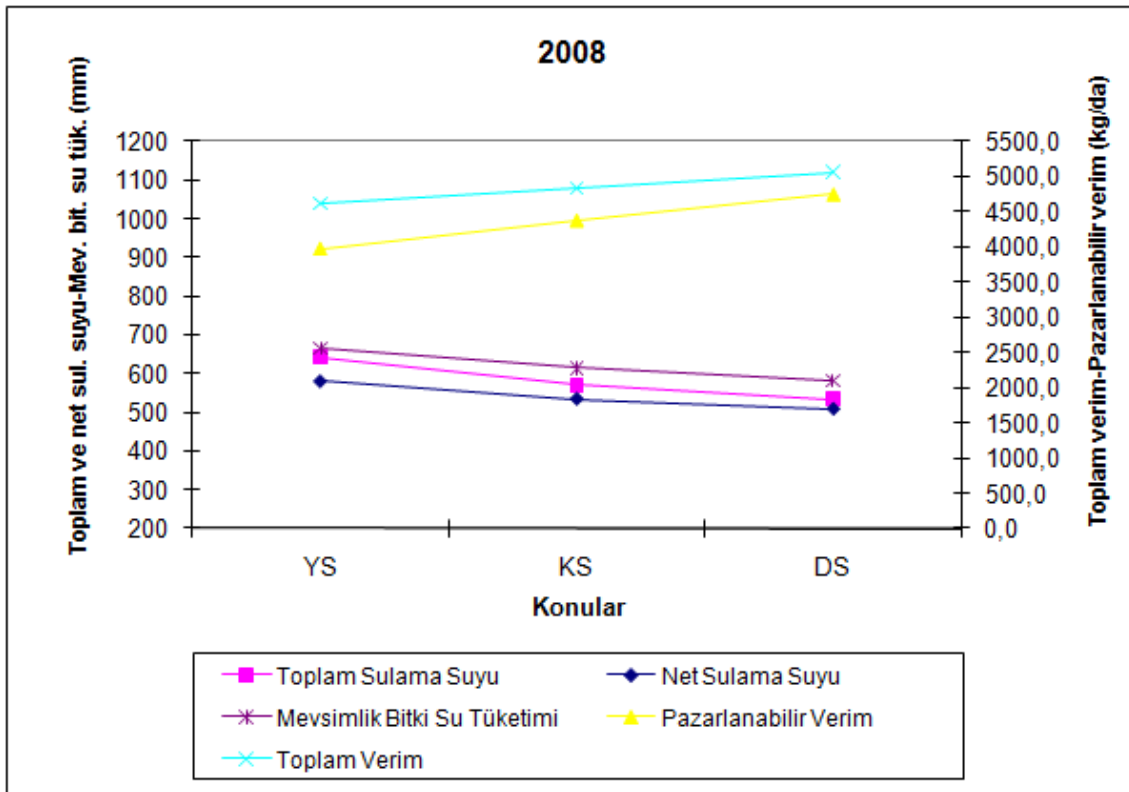
Anılan çizelgeden izleneceği gibi, 2008 ve 2009 yıllarının ortalaması değerlendirildiğinde yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemiyle uygulanan toplam sulama suyu miktarları sırasıyla 634.13, 557.42 ve 516.47 mm, net sulama suyu miktarları sırasıyla 576.44, 526.58 ve 486.44 mm, mevsimlik bitki su tüketimleri sırasıyla 670.23, 618.30 ve 572.17 mm' dir. Uygulanan toplam ve net sulama suyu miktarları yağmurlama sulama yöntemine kıyasla, damla sulama yönteminde sırasıyla % 18.6 ve % 15.6 daha düşük bulunmuştur.

İki yılın ortalaması alınarak, yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde elde edilen toplam yumru verimleri sırasıyla 4505.5, 4566.8 ve 4647.2 kg/da, pazarlanabilir yumru verimleri sırasıyla 3860.0, 4099.5 ve 4305.2 kg/da' dır. Patates tarımında birim alandan elde edilen pazarlanabilir yumru verimi, toplam yumru veriminden daha önemlidir. Pazarlanabilir yumru verimi, damla sulama yöntemine kıyasla, yağmurlama sulama yönteminde % 10.3 daha düşük hesaplanmıştır.

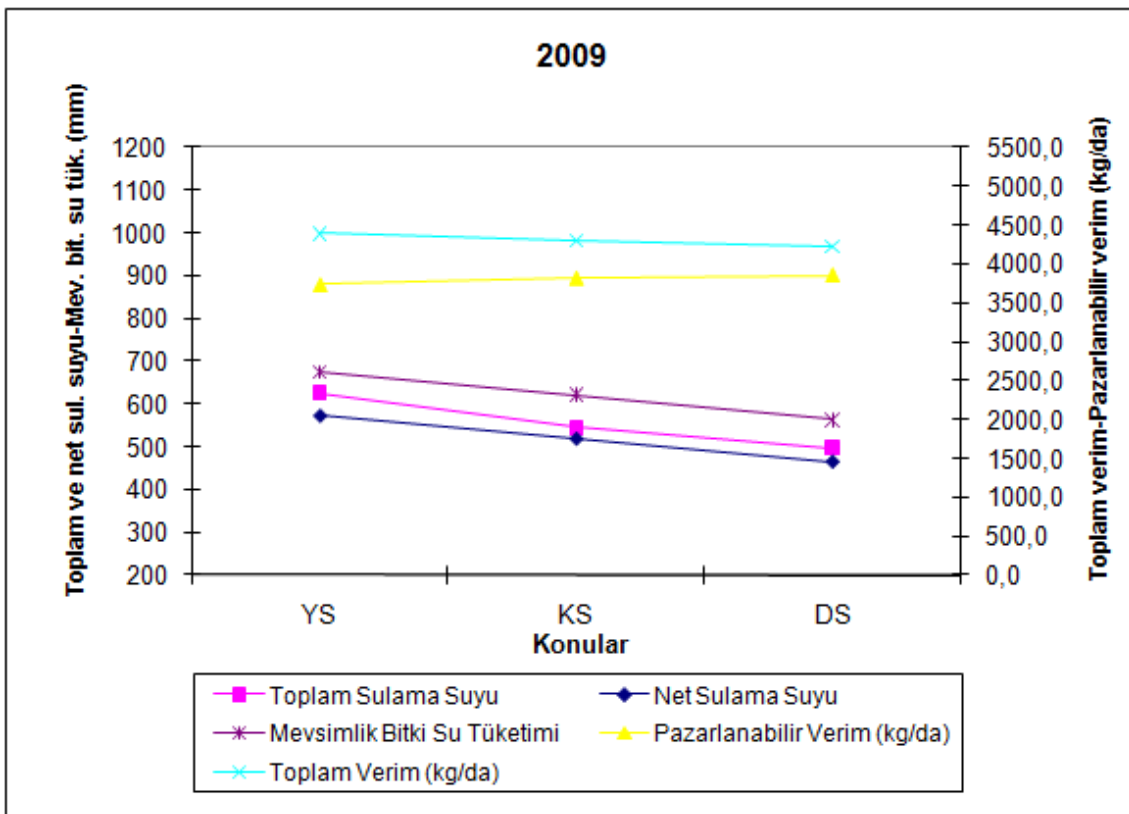
Çizelge 4.56. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve elde edilen yumru verimleri

Yıl	Konu	Toplam sulama suyu		Net sulama suyu		Mevsimlik bitki su tük.		Toplam yumru verimi		Pazarlanabilir yumru verimi	
		mm	% değ.	mm	% değ.	mm	% değ.	kg/da	% değ.	kg/da	% değ.
2008	YS	643.06	100.0	580.66	100.0	665.69	100.0	4620.5	91.2	3980.9	83.8
	KS	570.11	88.7	534.86	92.1	614.64	92.3	4835.3	95.5	4379.6	92.2
	DS	534.84	83.2	508.53	87.6	581.54	87.4	5065.7	100.0	4750.5	100.0
2009	YS	625.2	100.0	572.22	100.0	674.76	100.0	4390.5	100.0	3739.1	96.9
	KS	544.72	87.1	518.3	90.6	621.96	92.2	4298.3	97.9	3819.3	99.0
	DS	498.09	79.7	464.35	81.1	562.79	83.4	4228.7	96.3	3859.8	100.0
2008- 2009 ort.	YS	634.13	100.0	576.44	100.0	670.23	100.0	4505.5	97.0	3860.0	89.7
	KS	557.42	87.9	526.58	91.4	618.30	92.3	4566.8	98.3	4099.5	95.2
	DS	516.47	81.4	486.44	84.4	572.17	85.4	4647.2	100.0	4305.2	100.0

Şekil 4.9 ve 4.10' dan anlaşılacağı gibi 2008 ve 2009 yıllarında, pazarlanabilir yumru verimi sulama yöntemlerine göre değişmekte olup, yağmurlama ve karık sulama yöntemlerine kıyasla damla sulama yöntemi ile daha az toplam ve net sulama suyu uygulanmasına karşın, daha yüksek pazarlanabilir yumru verimi elde edilmiştir. Bu durumun, damla sulama yönteminin diğer sulama yöntemlerine göre, özellikle de patates tarımında, toprakta daha iyi bir hava-su dengesi oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Fazla sıkışmayan geçirgen topraklarda, patatesin yumru büyüklüğü ve şekli, bitki başına yumru sayısı gibi kalite parametreleri olumlu yönde etkilenmektedir. Bu nedenle, patates tarımında, sulama suyunun toprağa verilmiş şekli önemlidir.



Şekil 4.9. Sulama suyu, mevsimlik bitki su tüketimi ve verim ilişkisi (2008)



Şekil 4.10. Sulama suyu, mevsimlik bitki su tüketimi ve verim ilişkisi (2009)

4.4.2. Damla sulama uygulamalarında sulama suyu-verim ilişkileri

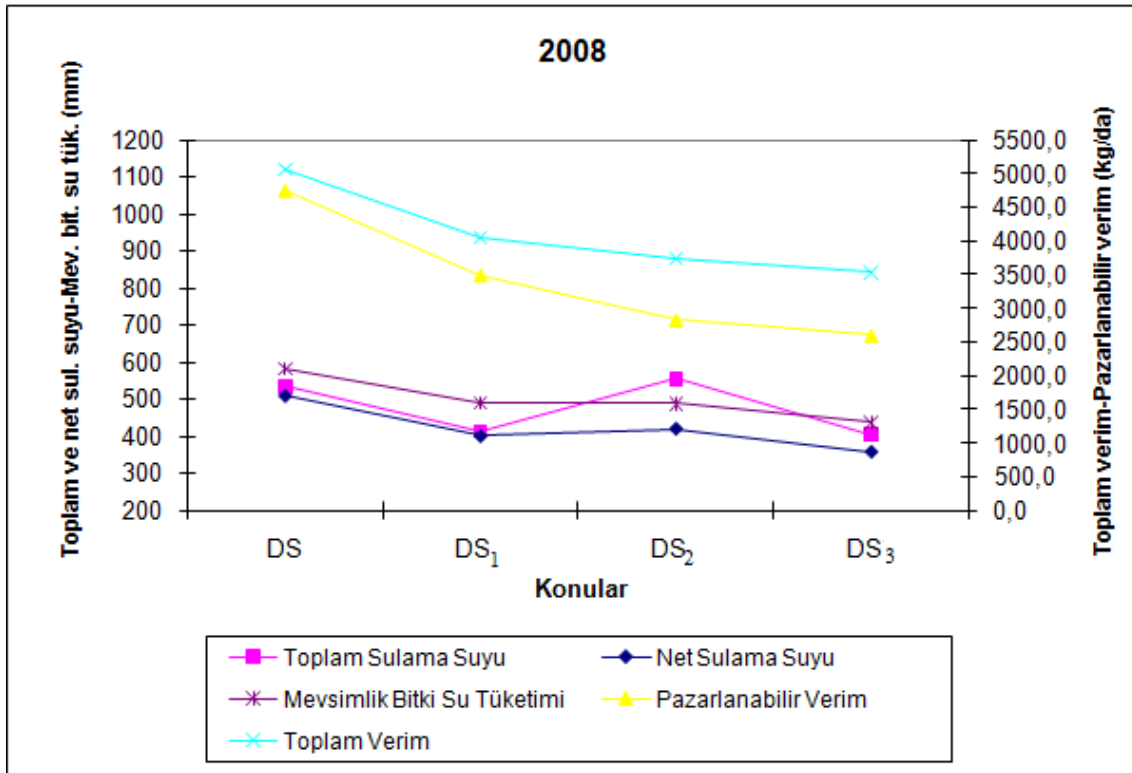
Damla sulama yöntemiyle sulanan farklı lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdelere sahip deneme konularına ilişkin toplam sulama suyu miktarı, net sulama suyu miktarı, mevsimlik bitki su tüketimi, birim alandan alınan toplam yumru verimleri ve pazarlanabilir yumru verimleri Çizelge 4.57’ de bu değerlerin yıllar bazında grafiksel gösterimi ise Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’ de verilmiştir.

Söz konusu çizelgeden izleneceği gibi, 2008 ve 2009 yıllarının ortalaması değerlendirildiğinde DS, DS₁, DS₂ ve DS₃ konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarları sırasıyla 516.47 mm, 405.76 mm, 545.45 mm ve 412.96 mm, net sulama suyu miktarları sırasıyla 486.44 mm, 393.03 mm, 409.37 mm ve 363.65 mm, mevsimlik bitki su tüketimleri sırasıyla, 572.17 mm, 493.27 mm, 492.02 mm ve 454.38 mm’ dir. En fazla toplam sulama suyu 545.45 mm ile lateral aralığı 140 cm ıslatılan alan yüzdesi %100 olan DS₂ konusuna, en az sulama suyu 405.76 mm ile lateral aralığı 70 cm ıslatılan alan yüzdesi % 75 olan DS₁ konusuna uygulanmıştır. DS₂ konusuna kıyasla, DS₁ konusuna % 25.6 daha az toplam sulama suyu uygulanmıştır.

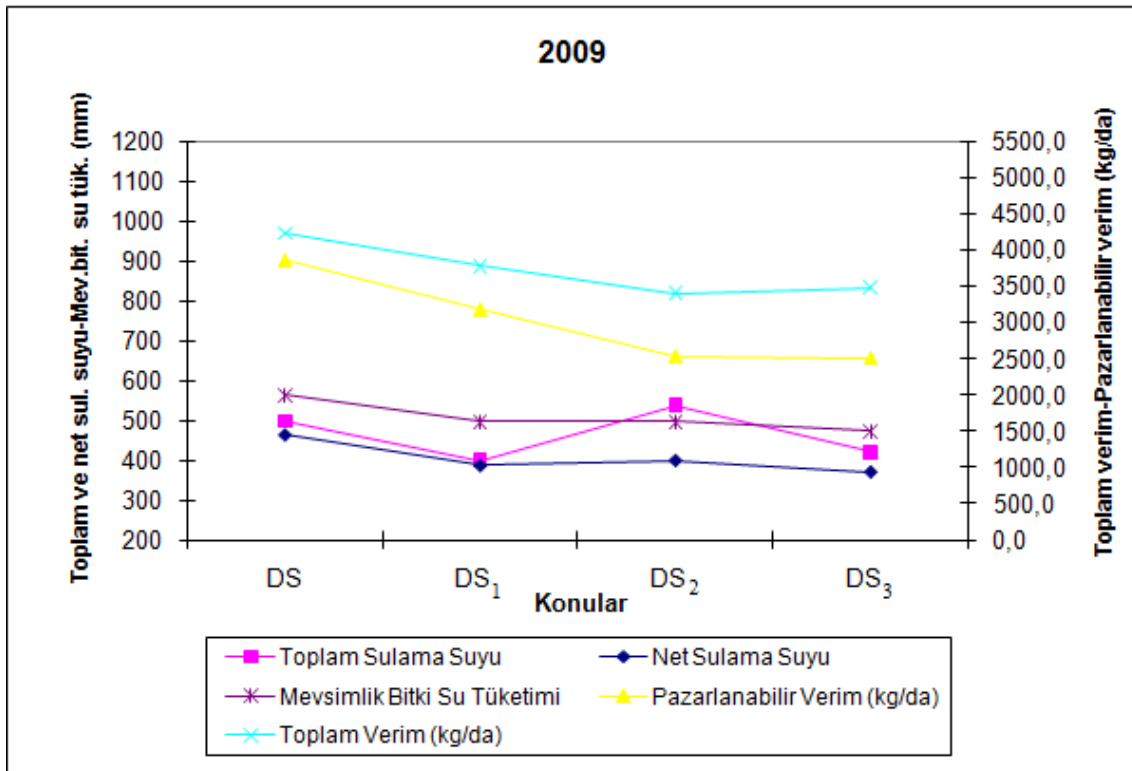
İki yılın ortalaması alınarak, DS, DS₁, DS₂ ve DS₃ deneme konularından elde edilen toplam yumru verimleri sırasıyla 4647.2, 3910.7, 3568.8 ve 3504.7 kg/da, pazarlanabilir yumru verimleri sırasıyla 4305.2, 3334.6, 2677.0 ve 2548 kg/da’ dır. Toplam yumru verimi DS konusuna kıyasla, DS₁, DS₂ ve DS₃ deneme konularında sırasıyla % 15.8, % 23.2 ve % 24.6 daha düşüktür. Pazarlanabilir yumru verimi DS konusuna kıyasla, DS₁, DS₂ ve DS₃ konularında sırasıyla % 22.5, % 37.8 ve % 40.8 daha az bulunmuştur.

Çizelge 4.57. Damla sulama deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve elde edilen yumru verimleri

Yıl	Konu	Toplam sulama suyu		Net sulama suyu		Mevsimlik bitki su tük.		Toplam yumru verimi		Pazarlanabilir yumru verimi	
		mm	% değ.	mm	% değ.	mm	% değ.	kg/da	% değ.	kg/da	% değ.
2008	DS	534.84	96.5	508.53	100.0	581.54	100.0	5065.7	100.0	4750.5	100.0
	DS ₁	412.05	74.4	400.17	78.7	490.09	84.3	4045.0	79.9	3496.2	73.6
	DS ₂	554.14	100.0	419.86	82.6	487.75	83.9	3741.2	73.9	2830.4	59.6
	DS ₃	404.49	73.0	357.6	70.3	436.63	75.1	3529.6	69.7	2599.8	54.7
2009	DS	498.09	92.8	464.35	100.0	562.79	100.0	4228.7	100.0	3859.8	100.0
	DS ₁	399.46	74.4	385.88	83.1	496.44	88.2	3776.4	89.3	3172.9	82.2
	DS ₂	536.76	100.0	398.87	85.9	496.29	88.2	3396.3	80.3	2523.5	65.4
	DS ₃	419.63	78.2	369.69	79.6	472.13	83.9	3479.7	82.3	2497.3	64.7
2008-2009 ort.	DS	516.47	94.7	486.44	100.0	572.17	100.0	4647.2	100.0	4305.2	100.0
	DS ₁	405.76	74.4	393.03	80.8	493.27	86.2	3910.7	84.2	3334.6	77.5
	DS ₂	545.45	100.0	409.37	84.2	492.02	86.0	3568.8	76.8	2677.0	62.2
	DS ₃	412.06	75.5	363.65	74.8	454.38	79.4	3504.7	75.4	2548.6	59.2



Şekil 4.11. Deneme konularında sulama suyu, mevsimlik bitki su tüketimi ve verim ilişkisi (2008)



Şekil 4.12. Deneme konularında sulama suyu, mevsimlik bitki su tüketimi ve verim ilişkisi (2009)

Şekil 4.11 ve 4.12' den izleneceği gibi, 2008 ve 2009 yıllarında, toplam verim ve pazarlanabilir verim en yüksek, lateral aralığının 70 cm ve ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS deneme konusunda gerçekleşmiştir. Pazarlanabilir verim lateral aralığı 70 cm olan DS ve DS₁ konularına kıyasla, lateral aralığı 140 cm olan DS₂ ve DS₃ deneme konularında daha düşük bulunmuştur. Islatılan alan yüzdeleri eşit ve %100, lateral aralıkları farklı olan DS ve DS₂ konularında pazarlanabilir verim arasındaki fark çok fazladır. Yine ıslatılan alan yüzdeleri eşit ve %75, lateral aralıkları farklı olan DS₁ ve DS₃ deneme konularında pazarlanabilir verim farkı da fazladır. Dolayısı ile lateral aralığının pazarlanabilir verim üzerine etkisinin önemli olduğu söylenebilir.

4.5. Sulama Suyu ve Su Kullanım Etkinliklerine İlişkin Sonuçlar

4.5.1. Sulama yöntemlerinde sulama suyu ve su kullanım etkinlikleri

Araştırma konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarları, ölçülen bitki su tüketim değerleri ve elde edilen pazarlanabilir verim değerleri (kg/da) dikkate alınarak hesaplanan sulama suyu ve su kullanım etkinlikleri Çizelge 4.58' de verilmiştir.

Çizelge 4.58 incelendiğinde, iki yılın ortalaması olarak, sulama suyu ve su kullanım etkinlikleri en yüksek sırasıyla 8.32 kg/m³ ve 7.51 kg/m³ ile damla sulama yönteminde, en düşük sırasıyla 6.09 ve 5.76 kg/m³ ile yağmurlama sulama yönteminde hesaplanmıştır.

Çizelge 4.58. Sulama yöntemlerine ilişkin sulama suyu ve su kullanım etkinlikleri (kg/m³)

Yıllar	Konular	Sulama suyu kullanım etkinliği	Su kullanım etkinliği
2008	YS	6.19	5.98
	KS	7.68	7.13
	DS	8.88	8.17
2009	YS	5.98	5.54
	KS	7.01	6.14
	DS	7.75	6.86
2008-2009 ortalama	YS	6.09	5.76
	KS	7.35	6.63
	DS	8.32	7.51

Erdem ve ark. (2006), Trakya bölgesinde, damla ve karık sulama metodlarını, patatesin verim ve su kullanımına etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmalarında, su kullanım etkinliğinin karık sulama yöntemi ile sulanan deneme

konularında 4.70 – 6.63 kg/m³, damla sulama yöntemi ile sulanan deneme konularında ise 5.19 ile 9.47 kg/m³ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Ayas ve Korukçu (2010), patatesin farklı bitki gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıntılarının verim ve kalite parametreleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla, Bursa-Yenişehir’ de iki yıllık bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre konulara bağlı olarak, en yüksek su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanım etkinliği değerleri sırasıyla 5.23 ve 4.35 kg/m³ ile yalnızca olgunlaşma döneminde su kısıntısının yapıldığı ve diğer dönemlerde tam suyun uygulandığı konudan elde edildiği belirtilmiştir.

Çalışmada bulunan sulama suyu ve su kullanım etkinliği değerleri Ayas ve Korukçu (2010)’ nun değerlerinden yüksek, Erdem ve ark. (2006)’ nin bulmuş olduğu değerler ile benzerlik göstermektedir.

4.5.2. Damla sulama uygulamalarında sulama suyu ve su kullanım etkinlikleri

Damla sulama yöntemi ile sulanan deneme konularından elde edilen sulama suyu ve su kullanım etkinliği değerleri Çizelge 4.59’ da verilmiştir.

Söz konusu çizelgeden izleneceği gibi, iki yılın ortalama değerleri olarak, sulama suyu ve su kullanım etkinliği en yüksek sırasıyla 8.32 kg/m³ ve 7.51 kg/m³ ile lateral aralığının 70 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusunda, en düşük ise sırasıyla 4.90 kg/m³ ve 5.44 kg/m³ ile lateral aralığının 140 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS₂ konusunda hesaplanmıştır.

Çizelge 4.59. Damla sulama yöntemi ile sulanan deneme konularına ilişkin sulama suyu ve su kullanım etkinlikleri (kg/m³)

Yıllar	Konular	Sulama suyu kullanım etkinliği	Su kullanım etkinliği
2008	DS	8.88	8.17
	DS ₁	8.48	7.13
	DS ₂	5.11	5.80
	DS ₃	6.43	5.95
2009	DS	7.75	6.86
	DS ₁	7.94	6.39
	DS ₂	4.70	5.08
	DS ₃	5.95	5.29
2008-2009 ortalama	DS	8.32	7.51
	DS ₁	8.21	6.76
	DS ₂	4.90	5.44
	DS ₃	6.19	5.62

4.6. Sulama Sistemlerinin Doğrudan (Direkt) Enerji Tüketimleri

Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde kullanılan dalgıç ve motopomp ünitesine sahip pompa sistemlerinin enerji tüketim değerleri Çizelge 4.60' da, sulama sistemlerinin birim alana (1ha) direkt enerji tüketimleri ise Çizelge 4.61' de verilmiştir.

Çizelge 4.60. Sulamalarda kullanılan pompa sistemleri ve enerji tüketimleri

Su kaynağı	Pompa tipi	Pompa gücü (BG)	Elektrik veya dizel yakıtı tüketimi		Toplam debi (m ³ /h)	Birim hacim sul. suyu için tüket. dizel-elektrik miktarı		Dizel veya elektriğin enerji eşdeğeri		Özgül enerji tüketimi (Mj/m ³)
			kWh/h	l/h		kWh/m ³	l/m ³	Mj/kWh	Mj/l	
Yeraltı suyu	Dalgıç pompa	10	7.78	-	36.72	0.212	-	11.95	-	2.53
Sulama kanalı	Motopomp	9	-	1.54	34.56	-	0.045	-	43.40	1.95

Çizelge 4.60 incelendiğinde, statik su seviyesinin yaklaşık 20 metre derinde olduğu, yeraltı su kaynağı ile sulamada 10 beygir gücünde dalgıç tipi pompa kullanılmıştır. Dalgıç pompanın saatlik elektrik tüketimi 7.78 kWh/h, toplam debisi 36.72 m³/h olup, 1 m³ sulama suyunun kaynağından alınıp araziye uygulanmasında 0.212 kWh' lik bir elektrik enerjisi harcanmıştır. Tüketilen elektrik miktarı, elektriğin enerji eşdeğeri olan 11.95 (Mj/kWh) ile çarpılmış ve dalgıç pompanın özgül enerji tüketimi 2.53 Mj/m³ olarak hesaplanmıştır. Yüzey su kaynağı ile (sulama kanalı) sulamada, pompa ile güç kaynağının bir arada olduğu motopomp kullanılmış olup, motopomplu sistemin özgül enerji tüketimi 1.95 Mj/m³ olarak bulunmuştur. Birim hacim sulama suyunun kaynağından alınıp araziye uygulanmasında, yeraltından su alan sistemin özgül enerji tüketimi, yüzey su kaynağından su alan sistemin özgül enerji tüketimine kıyasla, yaklaşık % 30 daha fazla gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.61' den anlaşılacağı üzere, 2008 ve 2009 yıllarının ortalaması dikkate alındığında, yeraltı su kaynağı ile sulamada en fazla enerji tüketimi 16043 Mj/ha ile yağmurlama sulama yönteminde, en az enerji kullanımı ise 13067 Mj/ha ile damla sulama yönteminde bulunmuştur. Birim alana enerji tüketimi damla sulama yöntemine kıyasla, yağmurlama sulama yönteminde % 22.8 daha fazla olmuştur. Yüzey su kaynakları ile sulamada, birim alana enerji kullanımı en yüksek 12366 Mj/ha ile yağmurlama sulama yönteminde, en az enerji kullanımı ise 528 Mj/ha ile karık sulama yönteminde hesaplanmıştır. Yüzey su kaynakları ile sulamalarda, sulama suyunun karık

sulama yöntemi ile araziye uygulanmasında pompaj gerekmediğinden (istisnai durumlar hariç), hesaplamada, sadece karıkların oluşturulması için harcanan dizel yakıtının enerji girdisi dikkate alınmıştır.

Çizelge 4.61. Uygulanan toplam sulama suyu miktarları ve sulama yöntemlerinin birim alana direkt enerji tüketimleri

Yıllar	Konular	Uygulanan toplam sul. suyu (m ³ /ha)	Su kaynağı			
			Yeraltı suyu		Sulama kanalı	
			Özgül enerji tük. (Mj/m ³)	Birim alana enerji tüketimi (Mj/ha)	Özgül enerji tük. (Mj/m ³)	Birim alana enerji tüketimi (Mj/ha)
2008	YS	6430.6	2.53	16269	1.95	12540
	KS	5701.1	2.53	14952*	-	528**
	DS	5348.4	2.53	13531	1.95	10429
2009	YS	6252.0	2.53	15818	1.95	12191
	KS	5447.2	2.53	14309*	-	528**
	DS	4980.9	2.53	12602	1.95	9713
2008-2009	YS	6341.3	2.53	16043	1.95	12366
	KS	5574.2	2.53	14631*	-	528**
ort.	DS	5164.7	2.53	13067	1.95	10071

*Karıkların oluşturulması için tüketilen enerji ilave edilmiştir (528 Mj/ha).

** Yalnızca karıkların oluşturulması için harcanan enerji alınmıştır (528 Mj/ha).

Sulama yöntemlerinin enerji kullanımlarının karşılaştırılmasında; toplam yumru verimi (kg/ha) ile 1 ha arazinin sulanması için harcanan direkt enerji (Mj/ha) değerleri Çizelge 4.62' de, sulama yöntemlerinin enerji tüketimlerinin kıyaslanması ise Çizelge 4.63' de verilmiştir.

Çizelge 4.62. Birim alan yumru verimi ile birim alana doğrudan (direkt) enerji tüketimi ilişkisi

Yıllar	Konular	Toplam yumru verimi (kg/ha)	Su kaynağı			
			Yeraltı suyu		Sulama kanalı	
			Birim alana enerji tük. (Mj/ha)	Birim ağır. yumru için enerji tük. (Mj/kg)	Birim alana enerji tük. (Mj/ha)	Birim ağır. yumru için enerji tük. (Mj/kg)
2008	YS	46205	16269	0.352	12540	0.271
	KS	48353	14952	0.309	528	0.011
	DS	50657	13531	0.267	10429	0.206
2009	YS	43905	15818	0.360	12191	0.278
	KS	42983	14309	0.333	528	0.012
	DS	42287	12602	0.298	9713	0.230
2008-2009 ortalama.	YS	45055	16043	0.356	12366	0.274
	KS	45668	14631	0.320	528	0.012
	DS	46472	13067	0.281	10071	0.217

Çizelge 4.63. Sulama yöntemlerinin ortalama enerji tüketimleri ve % değişimler

Doğrudan enerji tüketimi		YS	KS	DS	
Birim alana doğrudan enerji tüketimi.	Yeraltı su kaynağı	(Mj/ha)	16043	14631	13067
		% Değ.	122.8	112.0	100.0
	Yüzey su kaynağı	(Mj/ha)	12366	528	10071
		% Değ.	122.8	-	100.0
Birim ağırlık yumru üretimi için harcanan enerji	Yeraltı su kaynağı	(Mj/kg)	0.356	0.320	0.281
		% Değ.	126.7	113.9	100.0
	Yüzey su kaynağı	(Mj/kg)	0.274	0.012	0.217
		% Değ.	126.7	-	100.0

Çizelge 4.62 ve 4.63' den izleneceği gibi, 2008 ve 2009 yıllarının ortalaması dikkate alındığında, yer altı su kaynakları ile sulamada, 1 kg patates yumrusu üretebilmek için en fazla enerji gereksinimi 0.356 Mj ile yağmurlama sulama yönteminde, en az enerji gereksinimi ise 0.281 Mj ile damla sulama yönteminde hesaplanmıştır. Birim ağırlık patates yumrusu üretebilmek için harcanan enerji damla sulama yöntemine kıyasla, yağmurlama sulama yönteminde % 26.7 daha fazla olmuştur. Yüzey su kaynakları ile sulamada, 1 kg patates yumrusu üretebilmek için en fazla enerji gereksinimi 0.274 Mj ile yağmurlama sulama yönteminde, en az enerji ihtiyacı 0.012 Mj ile karık sulama yönteminde hesaplanmıştır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Yapılan bu çalışmada, Konya Ovası'nda, yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinin, patatesin verim ve kalite özellikleri ile su ve enerji kullanımına etkileri araştırılmıştır. Ayrıca, damla sulama yönteminde farklı lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdelerinin patatesin verim ve verim unsurları üzerine etkileri de incelenmiştir. Araştırma, 2008 ve 2009 yıllarında, Konya Şeker A.Ş' nin Alakova' daki deneme arazisinde yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenerek verilmiştir.

5.1.1. Sulama yöntemlerine ilişkin sonuçlar

Yapılan çalışmada, sulama yöntemlerine ilişkin bazı araştırma bulgularının özeti Çizelge 4.64' de verilmiştir.

Çizelge 4.64. Sulama yöntemlerine ilişkin bazı araştırma bulgularının özeti

2008-2009 yılı ort.		Konular			
		YS	KS	DS	
Toplam sulama suyu	mm	634.13	557.42	516.47	
	% Değ.	122.8	107.9	100.0	
Net sulama suyu	mm	576.44	526.58	486.44	
	% Değ.	118.50	108.3	100.0	
Mevsimlik bitki su tük.	mm	670.23	618.30	572.17	
	% Değ.	117.1	108.1	100.0	
Su uygulama randımanı	%	90.3	94.1	93.6	
Yumru verimi	kg/da	4505.5	4566.8	4647.2	
	% Değ.	100.0	101.4	103.1	
Pazarlanabilir yumru verimi	kg/da	3860.0	4099.5	4305.2	
	% Değ.	100.0	106.0	111.5	
Su kullanım etkinliği	kg/m ³	5.76	6.63	7.51	
	% Değ.	100.0	115.1	130.4	
Sulama suyu kullanım etkinliği	kg/m ³	6.09	7.35	8.32	
	% Değ.	100.0	120.7	136.6	
Birim alana doğrudan enerji kul.	Yeraltı su kaynağı	(Mj/ha)	16043	14631	13067
		% Değ.	122.8	112.0	100.0
	Yüzey su kaynağı	(Mj/ha)	12366	528	10071
		% Değ.	122.8	-	100.0
Birim ağırlık yumru üretimi için harcanan enerji	Yeraltı su kaynağı	(Mj/kg)	0.356	0.320	0.281
		% Değ.	126.7	113.9	100.0
	Yüzey su kaynağı	(Mj/kg)	0.274	0.012	0.217
		% Değ.	126.7	-	100.0

Bölge koşullarında, her iki deneme yılının ortalaması dikkate alındığında, patates bitkisinin yetiştirme dönemleri içinde gerçekleşen mevsimlik bitki su tüketimi ortalama 670.23 mm ile yağmurlama sulama yönteminde en yüksek olmuştur. Bu değer karık sulama yönteminde ortalama 618.30 mm, damla sulama yönteminde ise ortalama 572.17 mm olarak bulunmuştur. Mevsimlik bitki su tüketimi damla sulama yöntemine kıyasla, yağmurlama ve karık sulama yöntemlerinde sırasıyla % 17.1 ve % 8.1 daha fazla gerçekleşmiştir. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemiyle uygulanan toplam sulama suyu miktarları sırasıyla 634.13 mm, 557.42 mm ve 516.47 mm' dir. Toplam uygulanan sulama suyu miktarı damla sulama yöntemine göre, yağmurlama ve karık sulama yöntemlerinde sırasıyla % 22.8 ve % 7.9 daha fazladır. Su uygulama randımanları yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinde ortalama, sırasıyla % 90.3, % 94.1 ve % 93.6 olarak hesaplanmıştır.

İki deneme yılının (2008-2009) ortalaması alındığında, yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinden elde edilen toplam yumru verimleri sırasıyla 4505.5, 4566.8 ve 4647.2 kg/da, pazarlanabilir yumru verimleri sırasıyla 3860.0, 4099.5 ve 4305.2 kg/da' dır. Pazarlanabilir yumru verimi, yağmurlama ve karık sulama yöntemlerine kıyasla, damla sulama yönteminde sırasıyla % 11.5 ve % 5 daha fazla bulunmuştur.

Sulama yöntemlerinin karşılaştırılması ve sulama programlarının yapılmasında önemli bir kriter olan ve birim sudan yararlanma oranı olarak da ifade edilen, sulama suyu ve su kullanım etkinliği her iki deneme yılında da en yüksek damla sulama yönteminde, en düşük yağmurlama sulama yönteminde elde edilmiş olup, bu değerler damla sulama yönteminde sırasıyla ortalama 8.32 kg/m³ ve 7.51 kg/m³, yağmurlama sulama yönteminde ise sırasıyla ortalama 6.09 kg/m³ ve 5.76 kg/m³ olarak hesaplanmıştır.

Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinin, yeraltı ve yerüstü su kaynakları ile sulama yapılması durumunda, 1 ha arazinin sulanması için harcadığı doğrudan (direkt) enerji, yer altı su kaynakları ile sulamada 16043 Mj ile en yüksek yağmurlama sulama yönteminde, 13067 Mj ile en düşük damla sulama yönteminde bulunmuştur. Birim alana enerji tüketimi damla sulama yöntemine kıyasla, yağmurlama sulama yönteminde % 22.8 daha fazla olmuştur. Yüzey su kaynakları ile sulamada, birim alana enerji kullanımı en yüksek 12366 Mj/ha ile yağmurlama sulama yönteminde, en az enerji kullanımı ise 528 Mj/ha ile karık sulama yönteminde hesaplanmıştır. Yağmurlama ve damla sulama yöntemleri ile birim alanın sulanması

için, yerüstü su kaynaklarına göre yeraltı su kaynakları ile sulamada % 30 daha fazla enerji tüketilmektedir.

5.1.2. Damla sulama uygulamalarına ilişkin sonuçlar

Damla sulamada farklı lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdelere sahip deneme konularından elde edilen bazı araştırma sonuçlarının özeti Çizelge 4.65’ de verilmiştir.

Çizelge 4.65. Damla sulama uygulamalarına ilişkin bazı araştırma bulgularının özeti

2008-2009 yılı ort.		Konular			
		DS	DS ₁	DS ₂	DS ₃
Toplam sulama suyu	mm	516.47	405.76	545.45	412.06
	% Değ.	100.0	78.6	105.6	79.8
Net sulama suyu	mm	486.44	393.03	409.37	363.65
	% Değ.	100.0	80.8	84.2	74.8
Mevsimlik bitki su tük.	mm	572.17	493.27	492.02	454.38
	% Değ.	100.0	86.2	86.0	79.4
Su uygulama randımanı	%	93.6	96.5	72.9	86.9
Yumru verimi	kg/da	4647.2	3910.7	3568.8	3504.7
	% Değ.	100.0	84.2	76.8	75.4
Pazarlanabilir yumru verimi	kg/da	4305.2	3334.6	2677.0	2548.6
	% Değ.	100.0	77.5	62.2	59.2
Su kullanım etkinliği	kg/m ³	7.51	6.76	5.44	5.62
	% Değ.	100.0	90.0	72.4	74.8
Sulama suyu kullanım etkinliği	kg/m ³	8.32	8.21	4.90	6.19
	% Değ.	100.0	98.7	58.9	74.4

Patates bitkisinin damla sulama yöntemiyle sulanmasında, farklı lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdelere uygulandığı DS, DS₁, DS₂ ve DS₃ deneme konularında mevsimlik bitki su tüketim değerleri sırasıyla 572.17 mm, 493.27 mm, 492.02 mm ve 454.38 mm olarak elde edilmiştir. DS, DS₁, DS₂ ve DS₃ konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarları sırasıyla 516.47 mm, 405.76 mm, 545.45 mm ve 412.96 mm’ dir. Su uygulama randımanları DS, DS₁, DS₂ ve DS₃ konularında sırasıyla ortalama % 93.6, % 96.5, % 72.9 ve % 86.9 olarak hesaplanmıştır.

Damla sulamada farklı lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdelere uygulandığı, DS, DS₁, DS₂ ve DS₃ deneme konularından elde edilen toplam yumru verimleri sırasıyla ortalama 4647.2, 3910.7, 3568.8 ve 3504.7 kg/da, pazarlanabilir yumru verimleri sırasıyla 4305.2, 3334.6, 2677.0 ve 2548.6 kg/da’ dır. Toplam yumru verimi DS konusuna kıyasla, DS₁, DS₂ ve DS₃ deneme konularında sırasıyla % 15.8, % 23.2 ve % 24.6 daha düşüktür. Pazarlanabilir yumru verimi DS konusuna kıyasla, DS₁, DS₂ ve DS₃ konularında sırasıyla % 22.5, % 37.8 ve % 40.8 daha az bulunmuştur.

Damla sulamada farklı lateral aralığı ve ıslatılan alan yüzdelerinin uygulandığı deneme konularında, en yüksek sulama suyu ve su kullanım etkinliği sırasıyla 8.32 kg/m³ ve 7.51 kg/m³ ile lateral aralığının 70 cm ve ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS konusunda, en düşük sulama suyu ve su kullanım randımanı ise sırasıyla 4.90 kg/m³ ve 5.44 kg/m³ ile lateral aralığının 140 cm ıslatılan alan yüzdesinin % 100 olduğu DS₂ konusunda elde edilmiştir.

5.2. Sonuçların Değerlendirilmesi ve Öneriler

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, patates tarımında, yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemleri arasında, patatesteki tek yumru ağırlığı ve pazarlanabilir yumru verimi dışında, toplam yumru verimi, bitki başına yumru sayısı, yumru çapı, yumru boyu, yumru kuru madde oranı, yumru nişasta oranı ve yumru protein oranı açısından istatistiki olarak % 1 ve % 5 önem seviyesinde bir fark bulunmamıştır. Bu nedenle, toprak özellikleri, su kaynağı, eğim, sulama suyu kalitesi, iklim özellikleri, tesis ve işletme durumu gibi sulama yöntemi seçiminde etkili olan faktörlerin uygun olması durumunda, patates tarımında verim ve kalite unsurları açısından yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinden herhangi birisi uygulanabilir.

Konya Ovası'nda, patates bitkisinin sulanmasında çoğunlukla yağmurlama sulama yöntemi uygulanmaktadır. Konya Ovası gibi sulanabilir arazi varlığı fazla buna karşın su kaynakları kısıtlı olan bir bölgede, sulama suyu en etkin şekilde kullanılmalıdır. Yapılan bu çalışmada, damla sulama yönteminde, yağmurlama sulama yöntemine göre yaklaşık % 20'lik bir sulama suyu tasarruf edilmiştir. Ovada, kısıtlı olan su kaynaklarının etkin kullanımı açısından, patates tarımında damla sulama yönteminin uygulama alanları artırılmalıdır.

Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerinin su uygulama randımanları % 90'ın üzerinde ve birbirine çok yakın bulunmuş, en yüksek su uygulama randımanı ise karık sulama yönteminde elde edilmiştir. Son yıllarda, Konya Ovası'nda, salma sulama yöntemleri üzerinde büyük tartışmalar yapılmakta ve su kaynaklarının etkin kullanımı için salma sulama yöntemlerinden tamamen vazgeçip, ne pahasına olursa olsun kapalı sistem olan basınçlı sulama yöntemlerine geçilmesi dile getirilmektedir. İyi bir şekilde planlanıp işletildiği takdirde karık sulama yönteminde yüksek su uygulama randımanı elde edilebileceği bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla da desteklenmektedir. Su kaynağı, toprak özellikleri, topoğrafya ve bitki özellikleri gibi şartlar uygun olduğu

durumlarda karık sulama yönteminin uygulanması için ortada her hangi bir engel görülmemektedir. Kaldı ki, basınçlı sulama yöntemleri ile sulama suyunun uygulanabilmesi için bir pompaj ünitesine ihtiyaç duyulmakta ve sürekli bir enerji gideri olmaktadır. Oysa, yüzey su kaynaklarının sulamada kullanılması durumunda, karık sulama yöntemi için fazla bir enerji girdisi de olmamakta ve karık sulama yönteminde, yağmurlama ve damla sulama yöntemine kıyasla % 90' nın üzerinde bir direkt enerji tasarrufu yapılabilmektedir.

Bu çalışmada, damla sulama yöntemi ile sulanan patatesten, her bitki sırasına bir lateral ve iki bitki sırasına bir lateral uygulanmış olup, bu uygulamaların, patatesin su kullanımı, verim ve kalite parametreleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Böylece, patates tarımında damla sulama lateral borularının arasının artırılıp-artırılmayacağı araştırılmıştır. Çünkü damla sulamanın diğer sulama sistemlerine göre en büyük dezavantajı, ilk tesis masraflarının yüksek olmasıdır. Buna etken, sistemin diğer unsurları ile birlikte, tarlada her bitki sırasına bir lateral hattı çekilmesi nedeniyle, sistemde en fazla boru kullanımı lateral hatlarda olmakta ve bu durum ise ilk yatırım masraflarının artmasına yol açmaktadır.

Su uygulama randımanı tek sıraya bir lateral uygulaması durumunda ortalama % 95.1 iken, iki sıraya bir lateral yerleştirilmesi durumunda ise ortalama % 79.9 olarak bulunmuştur. Damla sulama yönteminin en önemli özelliklerinden birisi su uygulama randımanının yüksek olmasıdır. İki sıraya bir lateral hat uygulamasında su uygulama randımanı % 80' nin altında olmuştur.

Damla sulamada farklı lateral aralığı uygulaması, patatesten, toplam yumru verimi, tek yumru ağırlığı, pazarlanabilir yumru verimi, bitki başına yumru sayısı, yumru çapı ve yumru boyu gibi fiziksel kalite parametrelerine istatistiki açıdan önemli bir etkisi olmuştur. Özellikle, pazarlanabilir yumru verimi lateral aralığı 70 cm olan konularda ortalama 3819.9 kg/da $((4305.2+3334.6)/ 2)$ iken, lateral aralığı 140 cm olan konularda ortalama 2612.8 kg/da $((2677.0+2548.6)/ 2)$ olmuştur. Bu durumda, pazarlanabilir yumru veriminde azalma % 31.6 olarak hesaplanmıştır. Patates fiziksel kalite parametrelerine, ıslatılan alan yüzdesi uygulaması istatistiki olarak çok fazla önemli bulunmamış, daha çok yumru nişasta oranı ve protein oranı gibi kimyasal unsurlar üzerinde etkili olmuştur.

Damla sulama ile sulanan patatesten, hem su kullanımı ve su uygulama randımanları hem de verim ve verim unsurları açısından her bitki sırasına bir lateral planlanmasının daha uygun olacağı sonucuna varılmaktadır.

Son yıllarda Konya Ovası'nda damla sulama yönteminin kullanımı hızlı bir artış göstermektedir. Ancak, damla sulama yönteminin kullanıldığı tarım alanlarında yapılan gözlemler, uygulanan sulama sisteminin doğru bir şekilde tertiplenmediğini ve işletilmediğini göstermektedir. Uygulamada, çok düşük damlatıcı debisinde (1-1.6 l/h) bitki sıra aralığının 2 veya 3 katı gibi geniş lateral aralıkları (1.35 – 1.40 m) kullanılmakta ve bunun sonucunda lateral hat boyunca toprakta meydana gelen ıslak şeritteki nem dağılımı homojen olmamakta ve suyun bitki kök bölgesi altına sızması artmaktadır. Sistemde kullanılan manifold boru sayısını azaltmak için lateral borular çok uzun mesafelere çekilmektedir. Buda lateral sonlarında basıncın çok düşmesine ve lateral hat sonlarında damlatıcı debisinin azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, uygulayıcılar tarafından daha önceleri kazanılmış ya da hatalı yönlendirmeler ile oluşmuş yanlış ve eksik bilgiler ortadan kaldırılmaya çalışılmalıdır.

Araştırmadan elde edilen bulguların, başta patates üreticilerine daha sonrada konu ile çalışacak araştırmacılara ve sulama organizasyonlarına faydalı olacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Acaroğlu, M., 2001, Tarımsal üretimde enerji bilançoları I, *Selçuk-Teknik Online Dergisi*, ISSN 1302- 6278, Konya.
- Al-Jamal, M.S., Ball, S. and Sammis, T.W., 2001, Comparison of sprinkler, trickle and furrow irrigation efficiencies for onion production, *Agric. Water. Manag.*, 46, 253-266.
- Anonim, 2001, Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimatı (patates). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü Ankara.
- Anonim, 2009, DSİ. IV. Bölge Müdürlüğü Verileri
- Anonim, 2011a, <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/>
- Anonim 2011b, <http://www.konya.gov.tr/goster.asp?baslik>
- Anonim, 2011c, <http://www.patates.gov.tr/>
- Arın, S. ve Akdemir, B., 1987, Tekirdağ' da soğan üretim mekanizasyonunun enerji bilançosu yaklaşımı ile incelenmesi. 3. *Uluslar Arası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Simpozyumu Bildiriler Kitabı*: 195-201, 26-29 Ekim 1987, İzmir.
- Aujla, M.S., Thind, H.S. and Buttar, G.S., 2007, Fruit yield and water use efficiency of eggplant (*Solanum melongema* L.) as influenced by different quantities of nitrogen and water applied through drip and furrow irrigation. *Scientia Horticulturae* 112, 142–148.
- Ayas, S., 2007, Kısıntılı sulanan patatesin su-verim ilişkisi, Doktora Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa.
- Ayas, S. ve Korukçu, A., 2010, Water-yield relationships in deficit irrigated potato, *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 24(2), 23-36.
- Ayyıldız, M., 1990, Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları*, No: 1196, Ankara.
- Bahçeci, İ. ve Aydın, Ş., 2008, Mardin-Kızıltepe Ovası yarı taşınabilir yağmurlama sulama sistemlerinin bazı performans parametrelerinin belirlenmesi, *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1), 27-37.
- Bailey, A.P., Basford, W.D., Penlington, N., Park, J. R., Keatinge, J.D.H., Rehman, T., Tranter, R.B. and Yates, C.M., 2003, Comparison of energy use in conventional and integrated arable farming systems in the UK. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 87, 241-253.

- Balçın, M., 2004, Karık sulama sistemlerinde planlama ölçütlerinin değiştirilmesinin sulama performanslarına etkisi, Doktora tezi, *Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst.* Adana.
- Barth, S., 1984, Entwicklungsstand der Tropfenbewässerung in Australien. *Der Tropenland-wird*, Beiheft 20, Witzzenhausen.
- Barut, Z.B. and Öztürk, H.H., 2004, Evaluation of energy inputs in maize production in Çukurova Region of Turkey. *International Conference Science and Research-Tools of Global Development Strategy*, Czech University of Agriculture Prague, Technical Faculty, Prague, Czech Republic.
- Baştuğ, R., Uzun, İ., Havgören, F., 1998, Antalya koşullarında farklı sulama yöntemlerinin asmalarda verim, kalite özellikleri ve su kullanımına etkileri. *Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, cilt: 11 (1), 81-90.
- Batty, J. C. and Keller, J., 1980, Energy requirements for irrigation. *In Handbook of Energy Utilization In Agriculture*, ed. D. Pimentel, 35-42. Boca Raton, Fla : CRC Press.
- Bauer, W. 1983. Verfahrenstechnischer Vergleich energiesparender Berechnungsverfahren. Diplomarbeit, Landtechnik-Weißenstephan.
- Bayraktar, K., 1981, Sebze yetiştirme, *E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları*, Bornova-İzmir, s 244.
- Bonnie, S., 1987, L'energie et sa crise de 1974 a 1987 dans l' agriculture Francaise, INRA Grignon, France.
- Bouyoucous, G.J., 1951, A Recalibration of the hydrometer method for the making mechanical analysis of soils, *Agronomy Journal*, 43, 434 – 438.
- Bozkurt, Y., 2005, Çukurova koşullarında damla yöntemiyle sulanan ikinci ürün mısır bitkisinde optimum lateral aralığının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Cervinka, V., 1980, Fuel and energy efficiency. In D. Pimentel (ed.), *Handbook of Energy Utilization in Agriculture*, Boca Raton, FL, CRC Press, pp.15-21.
- Collins, H. J., 1984, Energiebedarf in der Bewässerung. DVWK-Fortbildung. Darmstadt.
- Çakmak, B., Yıldırım, M. ve Aküzüm, T., 2008, Türkiye' de tarımsal sulama yönetimi, sorunlar ve çözüm önerileri, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildiriler Kitabı, 20-22 Mart 2008, Ankara, s 215-224.
- Çalışır, S., 2009, Sulamada pompaj tesisleri, 8. Bölüm. Tarım Makinaları, Editör: Gazanfer Ergüneş, *Nobel Yayınları*, Ankara, s. 351-413.

- Çanakcı, M., Topakcı, M., Akıncı, I. and Özmerzi, A., 2005, Energy use pattern of some field crops and vegetable production case study Antalya Region of Turkey. *Energy Conversion and Management*, 46(4), 655-666.
- Çaylak, Ö., 2002, Patates Tarımı, *Kartarım Tic. A.Ş.*, Ankara, 44-68.
- Çetin, Ö. and Bilgel, L., 2002, Effects of different irrigation methods on shedding and yield of cotton. *Agric. Water. Manag.* 4, 1-15.
- Çetin, Ö., Uygan, D. ve Boyacı, H. 2006, Damla sulama yönteminde farklı lateral aralıkları ve ıslatma alanı yüzdelerinin domateste verim ve su kullanım randımanına etkisi, Eskişehir, TAGEM.
- Çiftçi, N. ve Yaylalı, İ.K., 2007, Su potansiyeli ve Konya Ovası su kaynakları, *Konya Ticaret Borsası Dergisi*, Konya, s:24.
- Dalgaard, T., Halberg, N. and Porter, R.F., 2001, A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 87, 51-65.
- Doorenbos, J. and Kassam, A.H., 1979, Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper, No, 33, Rome, s 193.
- Demir, A.O., Korukçu, A. ve Yazgan, S., 1995, Bursa koşullarında karık ve damla sulama yöntemleri ile sulanan çilek' in verim ve sulama suyu gereksinimi. 5. *Ulusal Kültürteknik Kongresi bildirileri*, Antalya, s 423-436.
- Didin, M., 1999, Nevşehir-Niğde yöresinde yaygın olarak yetiştirilen bazı patates çeşitlerinin cips işlemeye uygunluklarının ve depolamanın cips kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, s244.
- Dinçer, H. 1981. Tarımsal Kuvvet Makineleri. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları* no: 751, Ankara.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987, Araştırma Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). *Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayınları*, No. 1021, Ankara, s: 214.
- Ercoli, L., Mariotti, M., Masoni, A. and Bonari, E., 1999, Effect of irrigation and nitrogen fertilization on biomass yield and efficiency of energy use in crop production of Miscanthus. *Field Crops Research*. 63(1), 3-11.
- Erdem, T., Erdem, Y., Orta, H. ve Okursoy, H., 2006, Water-yield relationships of potato under different irrigation methods and regimens. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 63 (3), 226-231.

- Ertan, Ü., 1980, Adapazarı ve çevresinde tarımı yapılan önemli patates çeşitlerinin derim sonrası fizyolojisi üzerinde araştırmalar, Tübitak, Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Proje no: TOAG-281, *Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü*, Yalova, s. 280.
- Ertaş, M.R., 1979, Konya Ovası sulama şebekesi sulama rehberi, No:60, *Konya Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Konya.
- Ertek, A. ve Kanber, R., 2001, Damla sulama yöntemi ile sulanan pamukta su kullanım randımanı ve verim tepki etmeninin değişimi. *Tübitak Tr. J. Agric. For.* 25, 65-69.
- Fabeiro, C., Martin de Santa Olalla, F. and Juan, J.A., 2001, Yield and size of deficit irrigated potatoes, *Agricultural Water Management*, 48, 255-266.
- Ferreira, T.C. and Carr, M.K.V., 2002, Response of potatoes to irrigation and nitrogen in a hot, dry climate: I. Water use, *Field Crops Research*, 78, 51-64.
- Fluck, R.C., 1992, Energy in farm production. In R. C. Fluck (ed.), *Energy in World Agriculture*, 6. Elsevier, NY.
- Foti, S., Mauromicale, G. and Ierna, A., 1995, Influence of irrigation levels on growth and yield of potato cv. *Spunta Potato Res.* 38, 307-318.
- Fulzele, P.R., 1995, Moisture front advance under trickle source of application in clay soils, *Journal of Soils and Crops*, 5(1), 81-82.
- Gençoğlan, C., Akıncı, I.E., Akıncı, S., Gençoğlan, S., Baytorun, N., Akyüz, A., Ucan, K. ve Altunbey, H., 2003, Farklı sulama yöntemlerinin biberin verimine ve su kullanım randımanına etkisi. 2. *Ulusal Sulama Kongresi*, Aydın, 309-316.
- Gültaş, H.T. ve Erdem, Y., 2007, Bodur kiraz bahçelerinde damla ve mikro yağmurlama sulama yöntemlerinin yatırım ve işletme masrafları yönünden karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(1), 38-46. Ankara.
- Güngör, Y. ve Yıldırım, O., 1989, Tarla sulama sistemleri, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, no 1155, Ankara.
- Harada, T., Tirtohusodo, H. ve Paulus, T., 1985, Influence of the composition of potatoes on their cooking kinetics, *Journal of Food Science*, 50(4), 463-468.
- Hassanlı, A.M., Ahmadirad, S. and Beecham S., 2010, Evaluation of the influence of irrigation methods and water quality on sugar beet yield and water use efficiency, *Agricultural Water Management*, 97, 357-362.
- Hatırlı, S.A., Özkan, B. and Fert, C., 2005, An econometric analysis of energy input-output in Turkish agriculture. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 9(6), 608-623.

- Home, P.G., Panda, R.K. and Kar, S., 2002,. Effect of method and scheduling of irrigation on water and nitrogen use efficiencies of okra (*Abelmoschus Esculentus*). *Agric. Water Manage.* 55, 159- 170.
- Hülsbergen, K. J., Feil, B., Bierman, S., Rathke, G. W., Kalk, W. D. ve Diepenbrock, W., 2001, A method of energy balancing in crop production and its application in a long-term fertilizer trial, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 86, 303-321.
- İbragimov, N., Eveet, S., Esanbekov, Y., Kamilov, B.S., Mirzaev, L. and Lamers, J.P., 2007, Water use efficiency of irrigated cotton in Uzbekistan under drip and furrow irrigation. *Agric. Water Manage.* 90, 112-120.
- İçöz, Y., 2004, Verimlilik. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü*, sayı, 5, nüsha 5, Ankara.
- İncekara, F., 1973, Endüstri bitkileri ve ıslahı, *E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları*, 101(3), Bornova, s 32.
- James, L.G., 1988, Principles of farm irrigation systems design. *John Wiley and Sons*. Inc. New York, s 543.
- Kara, K., 1995, Değişik sürelerde depolanan patates çeşitlerinin bazı özellikleri üzerine araştırma, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, s. 22.
- Kara, M., Çiftçi, N., Şimşek, H. ve Topak, R., 1992, Konya Ovaları projesinde su potansiyeli ve ihtiyacı, *IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri*, Erzurum.
- Kara, M., 2005, Sulama ve sulama tesisleri. *Selçuk Üniv. Ziraat Fakültesi*, Konya.
- Kara, M., Topak, R., Şahin, M., Süheri, S. ve Yavuz, D., 2008, Konya Ovası' nda sulamada yer altısuyu tüketimini azaltma çareleri, *Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu ve Kuraklık konferansı*, 11-12 Eylül 2008, Konya, 51-56.
- Kara, M., 2009, Sulama suyu iletim ve dağıtım yapıları, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Konya.
- Karaca, G. ve Selenay, M.T., 2001, Harran Ovası' nda karık ve damla sulama sistemlerinin ekonomik yönden karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi* 7(1), 166-176, Ankara.
- Karafyllidis, D.I., Stavropoulos, N. and Georgakis, D., 1996, The effect of water stress on the yielding capacity of potato crops and subsequent performance of seed tubers, *Potato Res*, 39, 153-163.
- Karkacığer, O. ve Göktolga, Z.G., 2005, Input-output analysis of energy use in agriculture. *Energy Conversion and Management*, 46(9-10), 1513-1521.

- Kashyap, P.S. and Panda, R.K., 2001, Evaluation of evapotranspiration estimation methods and development of crop-coefficients for potato crop in a sub-humid region, *Agricultural Water Management*, 50, 9-25.
- Kashyap, P.S. and Panda, R.K., 2003, Effect of irrigation scheduling on potato crop parameters under water stressed conditions, *Agricultural Water Management*, 59, 49-66.
- Kaya, S. ve Adıgüzel, M.C., 1999, Erzurum Ovası koşullarında patates sulama programının cropwat bilgisayar programıyla belirlenmesi, *II. Ulusal Patates Kongresi Bildirileri Kitabı*, 28-29 Haziran, Erzurum, 142-152.
- Keller, İ. and Bliesner, R.D., 1990, Sprinkle and trickle irrigation. Chapman and Hall, *115 Fifth Avenue*, New York, NY 10003.
- Kesmez, G.D., 2009, Karık ve damla sulama yöntemlerinin aşılı domateste meyve verimi kalitesi ile toprak tuzluluğuna etkileri, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Korukçu, A. ve Yıldırım, O., 1981, Yağmurlama sistemlerinin projelenmesi, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Ankara.
- Korukçu, A., Yazgan, S. ve Büyükcangaz, H., 2007, Tarımda suyun etkin kullanımı: Türkiye' ye bir bakış. *I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi – TİKDEK 2007*, 11-13 Nisan 2007, İTÜ, İstanbul.
- Kuesters, J. and Lammel, J., 1999, Investigations of the energy efficiency of the production of winter wheat and sugarbeet in Europe. *European Journal of Agronomy*, 11(1), 35-43.
- Larson, D.L. and Fergmeir, D.D., 1978, Energy in irrigated crop production. *Transactions of the ASAE*, 21(6), 1075-1080.
- Lisinska, G. and Leszczynski, W., 1989, Potato science and technology, Elsevier *Science Publishers*, USA, LTD: Isbn 1-85166-307, s. 391.
- Mass, E.V., 1990, Crops salt tolerance. Agriculture Salinity Assessment and Management. *American Society Civil Engineers*, In: K.K. Tanji, New York, 262-334.
- Merriam, J.L. and Keller, J., 1978, Farm irrigation system evaluation. A Guide for Management: *UTAH State University*. Logan, UT, USA.
- Mittal, V.K. and Dhawan, K.C., 1989, Energy parameters for raising crops under various irrigation treatment in Indian agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 25(1), 11-25.

- Mittal, V.K., Mittal, J.P. and Dhawan, K.C., 1985, Research digest on energy requirements in agriculture sector (1971, 1982). Coordinating Cell, *All India Coordinated Research Project on Energy Requirements in Agricultural Sector*, Punjab Agricultural University. Ludhiana.
- Mrini, M., Senhaji, F. and Pimentel, D., 2001, Energy analysis of sugarcane production in Morocco. *Environment, Development and Sustainability*, 3, 109-126.
- Okursoy, H., 2009, Trakya koşullarında farklı sulama yöntemleri altında ikinci ürün silajlık mısırın su üretim fonksiyonlarının belirlenmesi, Doktora Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.
- Onaran, H., Ünlenen L.A. ve Doğan, A., 2000, Patates tarımı sorunları ve çözüm yolları, *Patates Araştırma Enstitüsü*, Niğde.
- Orta, A.H., 1997, Ankara koşullarında biberin su tüketimi. *Tr. J.of Agriculture and Forestry*, 21, 513-517.
- Orta, A.H., Yüksel, A.N. ve Erdem, T., 2000, Tekirdağ koşullarında farklı sulama yöntemlerinin elma ağaçlarında su tüketimine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(3), 109-115. Ankara.
- Ortiz-Canavate, J. and Hernanz, J.L., 1999, Energy and biomass engineering, In CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Teh International Commission of Agricultural Engineering, *American Society of Agricultural Engineering*, s 13-24.
- Önder, S., Çalışkan, M.E., Önder, D. and Çalışkan, S., 2005, Different irrigation methods and water stress effects on potato and yield components. *Agric. Water. Manag.* 73, 73-86.
- Özkan, B., Akçagöz, H. and Fert, C. 2004. Energy input-output analysis in Turkish agriculture. *Renewable Energy*, 29: 39-51.
- Öztürk, H.H. ve Barut, Z.B., 2005, Türkiye tarımında enerji kullanımı. *Türkiye Ziraat mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı*: 1253-1264, 3-7 Ocak 2005, Ankara.
- Öztürk, H.H. ve Ören, M.N., 2005, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde pamuk tarımı mekanizasyonunda enerji kullanımı. *GAP IV. Tarım Kongresi*. 21-23 Eylül 2005, s: 653-657, Şanlıurfa.
- Panigrahi, B., Panda, S.N. and Raghuvanshi, N.S., 2001, Potato water use and yield under furrow irrigation, *Irrigation Science*, v 20, 155-163.
- Pereira, L.S., 1990, Sprinkler and trickle irrigation systems, Design and Evaluation. Notes for Students. Dept. *Agricultural Engineering of Technical University of Lisbon*, Bari.

- Phene, C.J., 1995, Sustainability and potential of subsurface drip irrigation, *Proceeding of the Fifth International Micro Irrigation Congress*, Orlando-Florida, pp. 359-367.
- Phocaidis, A., 2000, Technical handbook on pressurized irrigation techniques, FAO, Rome.
- Pimentel, D., Hurd, L. E., Bellotti, A.C., Forster, M. J., Oka, I. N., Sholes, O. D. and Whitman, R. J. 1973. Food production and the energy crisis. *Science*, 182: 443-449.
- Refsgaard, K., Halberg, N. and Kristensen, E.S., 1998, Energy utilization in crop and dairy production in organic and conventional livestock production systems. *Agricultural Systems*, 57:599-630.
- Reinhardt, G.A.,1993, Energie-und CO₂ Bilanzierung nachwachsender Rohstoffe: Teoretische Grundlagen und Fallstudie Raps, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden.
- Sakellariou-Makrantonaki, M., Papalexis, D., Nakos, N. and Kalavrouziotis, I.K., 2007, Effect of modern irrigation methods on growth and energy production of sweet sorghum (var. Keller) on a dry year in Central Greece. *Agric. Water Manage.* 90: 181- 189.
- Schön, H. and Sourell, H., 1981, Ansätze zur Wasser – und Energieeinsparung bei verschiedenen Verfahren der Feldberegnung. *Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 57*, Braunschweig, 73-82.
- Shock, C.C., Feibert, E.B.G. and Saunders, L.D., 2003, “Umatilla Russet” and “Russet Legend” potato yield and quality response to irrigation, *Horticultural Science*, v.38, 1117-1123.
- Singh, H., Mishra, D. and Nahar, N.M., 2002, Energy use pattern in production agriculture of a typical village in arid zone, India-Part 1, *Energy Conversion and Management*. 43(16):2275-2286.
- Stout, B.A., Myers, C.A., Hurrand, A. and Faidley, L.W., 1979, Energy for World Agriculture. *FAO Agriculture Series*. No.7, Rome.
- Süheri, S., 2007, Farklı gelişme safhalarında uygulanan farklı sulama seviyelerinin şekerpancarı verimi üzerine etkileri, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Şahin, M., Zengin, M., Soylu, S., Süheri, S. ve Yavuz, D., 2010, Konya Ovası’ nda sulu tarımın sorunları ve çözüm önerileri, *Uluslararası Sürdürülebilir Su ve Atık Su Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 26-28 Ekim 2010, Konya, V:1, 71-80.
- Şahin, Ü., Anapalı, A. ve Hanay, A., 1999, Damla sulamada farklı debi ve su miktarının pomza ve perlitte nem dağılımına etkisi, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 999-1010.

- Şener, S., 1983. Sulama suyunun özellikleri ve sınıflandırılması. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, *Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, Genel yayıno:103, Teknik yayın no: 12, 66 s.
- Şenyiğit, U., 2008, Farklı sulama yöntemlerinin M9 anacı üzerine aşılı Williams Pride ve Jersey Mac elma çeşitlerinde bazı ağaç ve meyve özellikleri üzerine etkileri, Doktora Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Şimşek, M., Boydalı, E., Gerçek, S. ve Kırnak, H., 2001, Harran Ovası koşullarında farklı sulama ve sıra aralıklarında yağmurlama- damla sulama yöntemleriyle sulanan soya fasulyesinin su-verim ilişkisinin belirlenmesi. *A.Ü. Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(3), 88-93. Ankara.
- Talmaç, B., 2006, Harran Ovasında farklı sulama yöntemlerinin ekonomik analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Harran Üniv. Fen Bilimleri Enst.*, Şanlıurfa.
- Tanner, C.B. and Sinclair, T.R., 1983, Efficient water use in crop production: Research or re-search? (Eds. H.M. Taylor et al.). Limitations to Efficient Water Use in Crop Production. *Amer. Soc. Agron. Inc.* 1-27.
- Tognetti, R. Palladino, M., Minnocci, A., Defline, S. and Alvino, A., 2003, The response of sugar beet to drip and low-pressure sprinkler irrigation in southern Italy. *Agric. Water Manage.* 60:135-155.
- Tunçtürk, M., Tunçtürk, R., Yıldırım, B. ve Eryiğit, T., 2003, Değişik azot dozları ve sıra arası mesafelerinin patateste (*Solanum tuberosum* L.) verim ve kalite üzerine etkileri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(2), 95-104.
- Topak, R., 1996, Konya-Çumra Ovasındaki yağmurlama sulamalarında uygulama sorunları, Doktora Tezi, *Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst.*, Konya
- Topak, R., Süheri, S., Kara, M., Çalışır, S. 2005. Investigation of the Energy Efficiency for Raising Crops Under Sprinkler Irrigation in Semi-Arid Area. *Applied Engineering in Agriculture*, 21(5): 761-768.
- Tüzüner, A., 1990, Toprak ve su Analiz Laboratuvarları el kitabı. *T.C. Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü*, Ankara,
- Tzilivakis, J., Warner, D.J., May, M., Lewis, K.A. and Jaggard, K., 2004, An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emissions in sugar beet production in the UK. *Agricultural Systems*; 85(2), 101-119.
- U. S. Salinity Laboratory Staff, 1954, Diagnosis and improvomed of saline and alkali soils, *U. S. Dept. Of Agr., Handbook*, 60, Washington D. C.
- Uzmay, İ., 1984, Enerji girdi ve çıktıları esas alınarak Türk tarımının veriminin yıllara göre değişimi, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bil. Ens.*, İstanbul.

- Übeyitoğulları, F., 2005, Hatay yöresinde yetiştirilen bazı patates çeşitlerinin fiziksel, kimyasal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Hatay, s.66.
- Ünlü, M., Kanber, R., Şenyiğit, U., Onaran, H. and Diker, K., 2006, Trickle and sprinkler irrigation of potato (*Solanum Tuberosum* L.) in the middle Anatolian Region in Turkey. *Agric. Water. Manag.* 79, 43-47.
- Walworth, J.L. and Carling, D.E., 2002, Tuber initiation and development in irrigated and non-irrigated potatoes, *Am. J. Potato Res.*, 79, 387-395.
- Weatherhead, K. and Knox, J.W., 1998, Irrigation potatoes: three trickle irrigation for potatoes, *Irrigation News* 27, 19-28.
- Yaldız, O., Öztürk, H.H., Zeren, Y. ve Başçetinçelik, A., 1990, Türkiye tarla bitkileri üretiminde enerji kullanımı. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, cilt 3, sayı 1-2:51-62, 1990.
- Yavuz, D., 2006, Yağmurlama sulamanın enerji gereksinimi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Ens.*, Konya.
- Yazar, A., Gençel, B. and Sezen, S.M., 2003, Corn yield response to saline irrigation water applied with a trickle systems, *Food, Agriculture and Environment*, 1(29), 198-202.
- Yıldırım, O., 2003, Sulama sistemlerinin tasarımı, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Ankara.
- Yıldırım, O., Korukçu, A., 1999, Damla sulama sistemlerinin projelenmesi. *Ankara Üniv Ziraat Fakültesi* . Ankara.
- Yılmaz, G., 1993, Bazı patates çeşit ve hatlarında genotip x çevre etkileşimleri üzerinde araştırmalar, Doktora Tezi, *GOÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat, 212 s.
- Yılmaz, G., 1999, Tokat koşullarında ikinci ürün patates yetiştirme olanakları üzerinde araştırmalar. *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 23 ek sayı 1, 107-114.
- Yılmaz, G., Telci, İ. ve Şimşek, H., 2003, Tokat-Kazova koşullarında farklı sulama aralıklarının patatesin verim ve bazı özelliklerine etkileri, *G.O.P. Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 20(1), s. 99-104.
- Yılmaz, İ., Akçagöz, H. ve Özkan, B., 2005, An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey, *Renewable Energy*. 30(2): 145-155.
- Yuan, B.Z., Nishiyama, S. and Kang, Y., 2003, Effect of different irrigation regimes on the growth and yield of drip-irrigated potato, *Agricultural Water Management*, 63, 153-167.

Yurtsever, N., 1984, Deneysel istatistik metodları, *Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları*, No, 121(56), Ankara.

Zur, B., 1996, Wetted soil volume as a design objective in trickle irrigation, *Irrigation Science*, 16, 101-105.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Duran YAVUZ
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti
Doğum Yeri ve Tarihi : Konya/Cihanbeyli- 15.12.1980
Telefon : 0 332 223 29 78
Faks : 0 332 241 01 08
e-mail : dyavuz@selcuk.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Cihanbeyli Lisesi, Cihanbeyli, Konya	1997
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi, Konya	2003
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi, Konya	2006
Doktora	: Selçuk Üniversitesi, Konya	Devam ediyor

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2006	S.Ü. Ziraat Fakültesi	Araştırma Görevlisi

YABANCI DİLLER: İngilizce

YAYINLAR

Yavuz, D., R. Topak ve S. Süheri, 2007, Yüzey su kaynaklarının kullanıldığı yağmurlama sulama sistemlerinde enerji kullanımının belirlenmesi”, *Selçuk Üniv., Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(41), 51-57 (Yüksek Lisans tezinden hazırlanmıştır).

Süheri, S., R. Topak ve D. Yavuz, 2007, Farklı sulama programlarının şekerpancarı verimine ve su kullanım randımanına etkisi” *Selçuk Üniv., Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(43), 37-45.

Şahin, M., M. Kara, S. Süheri ve D. Yavuz, 2007, Kentsel yeşil alanlarda sulama suyu yönetimi, Konya kent örneği”, *III. Ulusal Sulama Mühendisliği Sempozyumu*, 10-14 Eylül, Gümüşdüz/İZMİR, s. 655-667.

Kara, M., R. Topak, M. Şahin, S. Süheri ve D. Yavuz, 2008, Konya Ovası’ nda sulamada yeraltı suyu tüketimini azaltma çareleri, 2008, *Konya Kapalı Havzası Yeraltısu ve Kuraklık Konferansı*, 11-12 Eylül, Konya, s. 51-56.

- Süheri, S., R. Topak, M. Şahin ve **D. Yavuz**, 2008, Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan farklı sulama programlarının şeker pancarı kök verimi ve arıtılmış şeker verimine etkisi, *Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu ve Kuraklık Konferansı*, 11-12 Eylül, Konya s. 342-354.
- Şahin, M., S. Süheri ve **D. Yavuz**, 2008, Damla sulamanın Konya koşullarında uygulama olanakları, *Çumra Sempozyumu*, 10-12 Mayıs, Çumra-Konya, s. 98-104.
- Şahin, M., A. M. Yılmaz, S. Süheri ve **D. Yavuz**, 2008, Konya kent merkezi yeşil alanlarında mevcut sulama durumu ve su tasarrufuna yönelik öneriler, *Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu ve Kuraklık Konferansı*, 11-12 Eylül, Konya, s. 295-300.
- Topak, R., **D. Yavuz** ve S. Süheri, 2008, Yağmurlama sulamada enerji tüketimi: Yeraltı su kaynakları ile sulama üzerine bir çalışma, Selçuk.Üniv., *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(45), 83-90.
- Yavuz, D.**, R. Topak, M. Şahin ve S. Süheri, 2008, Konya – Çumra Ovası tarımında yeraltı ve yerüstü su Kaynakları ile sulamanın su ve enerji tüketimine etkisinin belirlenmesi, *Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu ve Kuraklık Konferansı*, 11-12 Eylül, Konya, s. 301-306 (Yüksek Lisans tezinden hazırlanmıştır).
- Çiftçi, N., B. Acar, M. Şahin, İ.K. Yaylalı and **D. Yavuz**, 2009, Land and water potentials of Turkey and major problems in irrigated agriculture Proc. *International Conference on Lakes and Nutrient Loads*. Tirana, Albania, 24-26 april, s,305-310.
- Şahin, M., M. Zengin, S. Soylu, S. Süheri, **D. Yavuz**, 2010, Konya Ovası' nda sulu tarımın sorunları ve çözüm önerileri, *Uluslararası Sürdürülebilir Su ve Atık Su Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 26-28 Ekim, Konya, V:1, 71-80.
- Yavuz, D.**, S. Süheri and R. Topak, 2011, Determining energy consumption of sprinkler irrigation in different crops at Konya plain, *4th Annual International Symposium on Agriculture*, 18-21, Athens, Greece. (Yüksek Lisans tezinden hazırlanmıştır).
- Süheri, S., **D. Yavuz**, R. Topak, 2011, Determining yield response factor of sugarbeet in Konya Region *4th Annual International Symposium on Agriculture*, 18-21, Athens, Greece.