

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çeltik Bitkisinde Damla Sulama ile
Su Tutma Bariyerinin Kullanımı
Hakan NAR

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: **27/08/2019**

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU

İkinci Danışman:

Doç. Dr. Kürşad DEMİREL

ÇANAKKALE

Hakan NAR tarafından Doç. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU yönetiminde ve Doç. Dr. Kürşad DEMİREL ikinci danışmanlığında hazırlanan ve **27/08/2019** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Çeltik Bitkisinde Damla Sulama ile Su Tutma Bariyerinin Kullanımı**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Doç. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU

.....

Başkan

Doç. Dr. Mustafa Özgür TATAR

.....

Üye

Doç. Dr. Fatih KAHRIMAN

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Hakan NAR

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleŐtirilmesinde, çalıŐmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Doç. Dr. Gökhan AMOğLU ve ikinci danışman hocam Doç. Dr. Kürşad DEMİREL'e çalışma süresince yanımda olan saygı değer büyüklerim dedem Ferat ŞENER, dayım Recep ŞENER'e, babam Őaban NAR'a kız kardeŐim Aylin Őizen NAR'a ve arazi çalıŐmalarında yardımlarını esirgemeyen Mehmet BALCI'ya sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Hakan NAR
anakkale, Ağustos 2019



SİMGELER VE KISALTMALAR

DS	Damla sulama
STB	Su tutma bariyeri
DGS	Devamlı göllendirme yöntemi
%	Yüzde
mm	Milimetre
kg	Kilogram
L	Litre
m ³	Metreküp
da	Dekar
km ³	Kilometreküp
PE	Polietilen
cm	Santimetre
m ²	Metrekare
m	Metre
ha	Hektar
t	Ton
KSTK	Kullanılabilir su tutma kapasitesi
Ec	Elektriksel kondüktivite
dS	Desisiemens
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
Atm	Atmosfer basıncı
g	Gram
cm ³	Santimetreküp
Pv	Hacim yüzdesi cinsinden topraktaki nem miktarı
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
pH	Asitlik ya da bazlık derecesi
pF	Tarla kapasitesi ve solma noktası tayin basıncı
TTAE	Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü

ÖZET

ÇELTİK BİTKİSİNDE DAMLA SULAMA İLE SU TUTMA BARIYERİNİN KULLANIMI

Hakan NAR

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Doç. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU

İkinci Danışman : Doç. Dr. Kürşad DEMİREL

27/08/2019, 39

Çeltik yetiştiriciliğinde devamlı göllendirme sulama yöntemi uygulandığı için diğer bitkilere oranla çok daha fazla su kullanılmaktadır. Bu çalışma, çeltik (*Oryza sativa* L. cv. Luna) bitkisinde suyun az kullanımına olanak sağlayan damla sulama (DS) ve DS + su tutma bariyeri (STB) yöntemlerinin, devamlı göllendirme sulama yöntemiyle (DGS) su kullanımı, verim ve kalite özellikleri açısından karşılaştırılması amaçlanmıştır. Araştırma, 2017 yılında Edirne İli, Enez İlçesi'nde yürütülmüştür. Sulamalar, DS ve DS+STB konularında, toprakta kullanılabilir su tutma kapasitesinin $15 \pm 5\%$ 'i tüketildiğinde tekrar tarla kapasitesine tamamlanması şeklinde yapılmıştır. DGS konusunda ise su seviyesi 15-20 cm olacak şekilde sulamalar yapılmıştır. Çalışma sonucunda, ele alınan konular arasında incelenen özelliklerin birçoğunda istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. En yüksek verim DGS uygulamasından, en düşük verim ise DS+STB konusundan elde edilmiştir. Buna karşın, DS+STB konusunda DGS'ye göre %83,3 daha az su kullanılmıştır. DGS, DS ve DS+STB konularına ilişkin toplam sulama suyu miktarları, sulama suyu kullanım randımanları ve verim değerleri sırasıyla 5580–1375–930 mm, 0,1–0,4–0,5 kg m⁻³ ve 708–576–438 kg da⁻¹ olarak bulunmuştur. Çalışmanın sonucu olarak, azalan su kaynakları nedeniyle, su tasarrufu sağlamada alternatif yöntemler olarak DS ve DS+STB uygulamalarının kullanım potansiyeline sahip olduğu söylenebilir. Ancak, halen verim azalmasının önüne geçebilecek uygulamaların araştırılacağı çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: Çeltik, Damla Sulama, Suyun Etkin Kullanımı

ABSTRACT

USE OF DRIP IRRIGATION AND WATER RETENTION BARRIER IN RICE PLANT

Hakan NAR

Canakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Agricultural Structures and Irrigation Department Master of Science Thesis

Advisor : Assoc. Prof. Dr. Gokhan CAMOGLU

Co-Advisor: Assoc. Prof. Dr. Kursad DEMIREL

27/09/2019, 39

Since continuous ponding irrigation is applied in rice cultivation, more water is used compared to other plants. In this study, drip irrigation (DS) and DS + water retention barrier (STB) methods which allow less use of water and continuous ponding irrigation (DGS) method in rice (*Oryza sativa* L. cv. Luna) were compared in terms of water usage, yield and quality characteristics. The research was conducted in Enez District of Edirne in 2017. Irrigations in the DS and DS + STB treatments were done by completing to the field capacity when $15\pm 5\%$ of the water-holding capacity in the soil was consumed. In DGS treatment, irrigation was done with a water level of 15-20 cm on soil surface. As a result of the study, statistically significant differences among the treatments were found in many of the traits examined. The highest yield was obtained from DGS treatment, while the lowest yield was obtained from DS + STB treatment. On the other hand, 83.3% less water was used in DS + STB compared to DGS. The total amount of irrigation water, IWUE and yield values for DGS, DS and DS + STB treatments were found as 5580–1375–930 mm, 0,1–0,4–0,5 kg m⁻³ and 708–576–438 kg da⁻¹, respectively. Consequently, it can be said that DS and DS + STB have the potential to be used as alternative methods to save water due to decreasing water resources. However, there is a need for studies to investigate applications that may prevent the decrease in rice yield. However, it is considered that the studies are still needed to investigate practices preventing decrease in yield.

Keywords: Rice, Drip Irrigation, Effective Use of Water

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET.....	vi
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Çeltikte Damla Sulamanın Kullanılmasına İlişkin Çalışmalar	3
2.2. Su Tutma Bariyeri ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	5
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	7
3.1. Materyal.....	7
3.1.1. Deneme Alanının Yeri	7
3.1.2. Toprak Özellikleri	7
3.1.3. İklim Özellikleri	8
3.1.4. Bitki Özellikleri.....	8
3.1.5. Su Kaynağı ve Sulama Sistemi	8
3.2. Yöntem.....	9
3.2.2. Deneme Deseni ve Konular	9
3.2.2.1. Devamlı Göllendirme Sulama Yöntemi	11
3.2.2.2. Damla Sulama Yöntemi	11
3.2.2.3. Damla Sulama+Su Tutma Bariyeri Yöntemi.....	11
3.2.1. Kültürel İşlemler.....	12
3.2.1.1. Toprak Hazırlığı ve Ekim.....	12
3.2.1.2. Gübreleme	13
3.2.1.3. Tarımsal Mücadele.....	15
3.2.1.4. Su Tutma Bariyeri.....	15
3.2.3. Yapılan Ölçümler ve Hesaplamalar.....	16
3.2.3.1. Toprak Neminin İzlenmesi	16

3.2.3.2. Uygulanan Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi	17
3.2.3.3. Sulama Suyu Kullanım Randımanları	18
3.2.3.4. Verim ve Verim Parametreleri	18
3.2.3.5. İstatistiksel Analizler	19
BÖLÜM 4	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	20
4.1. Sulama Suyu Miktarı ve Sulama Suyu Kullanım Randımanı	20
4.1.1. Toplam Sulama Suyu Miktarı	20
4.1.2. Sulama Suyu Kullanım Randımanı	21
4.2. Verim ve Verim Parametreleri.....	22
4.2.1. Verim	22
4.2.2. Kırıksız Randıman	23
4.2.3. Pazar Verimi.....	23
4.2.4. Bin Tane Ağırlığı.....	24
4.2.5. Bitki Boyu	25
4.2.6. Salkım Boyu.....	26
4.2.7. Salkım Sayısı.....	27
4.2.8. Salkımdaki Tane Sayısı	27
4.2.9. Tane Uzunluğu	28
4.2.10. Tane Genişliği	29
4.2.11. Tane Şekli.....	30
4.3. Su Kullanımdaki Azalma ve Verim Değişimi	30
4.3.1. Su Kullanımdaki Azalma	30
4.3.2. Verim Değişimi	32
BÖLÜM 5	33
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	33
KAYNAKLAR	35
ÖZGEÇMİŞ	i

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Deneme alanının yeri	7
Şekil 3.2. Hidrant(a), derin kuyu(b)	9
Şekil 3.3. Deneme deseni ve sulama sistemi	10
Şekil 3.4. DGS konusuna ilişkin kesitler	11
Şekil 3.5. DS konusuna ilişkin kesitler.....	11
Şekil 3.6. DS+STB konusuna ilişkin kesitler	12
Şekil 3.7. Pullukla sürüm (a), lazerli tesviye (b), toprak işleme ve tırların oluşturulması (c), tohumların el ile saçılması (d)	13
Şekil 3.8. Su tutma bariyerlerinin yerleştirilmesi (a), su tutuma bariyerinin kapatılması işlemi (b), kaba tesviye (c), tırmık uygulaması (d)	16
Şekil 3.9. Toprak neminin bilgisayar aracılığı ile decagon Em50 ECH2O loggerla takibi (a), Toprak nem sensörlerinin yerleştirilmesi (b)	17
Şekil 4.1. Konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları	20
Şekil 4.2. Konulara ilişkin IWUE değerleri.....	21
Şekil 4.3. Konulara ilişkin elde edilen verim değerleri	22
Şekil 4.4. Konulara ilişkin kırksız randıman değerleri.....	23
Şekil 4.5. Konulara ilişkin pazar verimi değerleri	24
Şekil 4.6. Konulara ilişkin bin tane ağırlığı değerleri	25
Şekil 4.7. Konulara ilişkin bitki boyu değerleri	25
Şekil 4.8. Konulara ilişkin salkım boyu değerleri.....	26
Şekil 4.9. Konulara ilişkin salkım sayısı değerleri.....	27
Şekil 4.10. Konulara ilişkin salkımdaki tane sayısı	28
Şekil 4.11. Konulara ilişkin tane uzunluğu değerleri	29
Şekil 4.12. Konulara ilişkin tane genişliği değerleri	30
Şekil 4.13. Konulara ilişkin tane şekli değerleri	30
Şekil 4.14. Konulara ilişkin su kullanımındaki azalma	31
Şekil 4.15. Konulara ilişkin verim değişimi	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Deneme alanına ait fiziksel toprak analiz sonuçları	8
Çizelge 3.2. Deneme alanına ilişkin iklim verileri (MGM, 2017).....	8
Çizelge 3.3. Denemede ele alınan konular	10
Çizelge 3.4. Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları.....	13
Çizelge 3.5. Kardeşlenme öncesi konulara ilişkin yaprak analizleri.....	14
Çizelge 3.6. Ekim öncesi ve sonrası deneme alanına uygulanan gübreler ve uygulama tarihleri	15
Çizelge 3.7. Ekim sonrası deneme alanına uygulanan ilaçlar ve uygulama tarihleri.....	15

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Dünya’da, buğday ve mısırdan sonra en çok üretimi yapılan üçüncü büyük tahıl ürünü çeltiktir (Anonim, 2003). Çeltik, hasatta elde edilen kavuzlu ürün olup işlenmiş haline “pirinç” adı verilmektedir (Kün ve ark., 2005). Çeltik dünya nüfusunun yaklaşık yarıdan fazlasının besin kaynağı olarak yararlandığı en önemli tahıl ürünlerinden biridir. Her yıl artan nüfusu yeterli bir şekilde besleyebilmek için, tarımsal sulamaya ve suyun ekonomik kullanımına ilişkin çalışmalara ağırlık verilmesi zorunlu hale geldiği bilinmektedir (Çamoğlu, 2004). Çeltik bitkisinin dünyadaki sulanan alanların %34-43’ünü kullandığı tahmin edilmektedir (Bouman ve ark., 2007). Dünya çapında su kaynakları giderek azalmaktadır. Bununla birlikte, çeltik üretiminde kullanılan 880 km³ sulama suyu da dünyanın toplam sulama suyunun %35’ine denk gelmektedir (Yadav ve Reyes, 2016). 2025 yılına gelindiğinde 20 milyon hektarlık sulanan çeltik arazisinde, su kıtlığından dolayı çeltik üretimi yapılamayacağı düşünülmektedir (IRRI, 1998). Dünya’da üretilen çeltiğin büyük bir kısmı tropikal ve subtropikal bölgelerde yetiştirilmektedir (Anonim, 2003). Çeltik tarımında en önemli kısıtlayıcı etmenler sulama suyunun tuzluluğu, (Tatar, 2006) sulama suyunun sağlanması ve yönetilmesidir (Özgenç ve Erdoğan, 1988). Çeltik kültürel faaliyetler açısından diğer bitkilerden farklı isteklere sahip bir bitkidir ve suyun içindeki erimiş oksijeni kullanan tek tahıl bitkisidir (Kün, 1985). Dolayısıyla çeltiğin sulama suyu miktarının ve bitki su tüketiminin belirlenmesi ve bu suyun uygulanması da farklı olmaktadır. Bazen doymuş haldeki nemli topraklarda, bazen de suyun altında yetiştirilen çeltiğin ihtiyaç duyduğu su miktarı, iklim ve yetiştirme periyodunun uzunluğuna bağlı olarak değişmektedir (Tülücü, 2003). Çeltik bitkisinin toplam sulama suyu ihtiyacı; çeltiğin çeşidi, toprak tipi ve arazinin yapısı gibi faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir (Tabbal ve ark., 2002).

Ülkemizde çeltik bitkisinin sulanmasında devamlı göllendirme sulama yöntemi uygulanmaktadır. Geleneksel çeltik sulama uygulaması olan devamlı göllendirme sulama; belirli derinlikte suyun sürekli olarak toprak yüzeyinde bulundurulmasıdır. Bu yöntemin üstünlükleri susuzluk stresini tamamen ortadan kaldırarak iyi bir gelişme sağlamasıdır (Sürek, 2002). Ancak, söz konusu yöntemde sulama suyunun fazla kullanılması yöntemin en önemli dezavantajıdır. Örneğin, 1 kg ürün için 1000-1200 litre suyun yeterli olduğu ancak uygulamada bu miktarın 4000-5000 litreye ulaştığı belirtilmektedir (Özgenç ve Erdoğan, 1988). Bunun yanında devamlı sulamada iş gücü zorluğu da önemli bir sorundur.

Söz konusu dezavantajlarından dolayı, ülkemizde çeltik ekimi, çeltik komisyonunun iznine bağlı olarak yapılmakta ve su kaynaklarının mevcut yeterlilik durumuna göre de yetiştiriciliğine izin verilmektedir. Günümüzde çeltik sulamasında, devamlı göllendirme sulama yönteminin olumsuzluklarını ortadan kaldıracak alternatif sulama yöntemlerinden olan damla sulama yöntemi çalışmalara konu olmaktadır. Çünkü damla sulama ile çeltik üretiminde su tasarrufu sağlanmakta, tesviye masrafı ortadan kalkmakta ve hasat daha kolay yapılabilmektedir (Beşer ve Sürek, 2009). Sadece düz arazilerde yetiştirilebilen çeltik, damla sulama sistemi sayesinde çoğu arazi koşullarında da yetiştirilmeye olanak sağlamaktadır. Buna ek olarak, damla sulama ile çeltik üretiminde su tasarrufu sağlamak, arazi tesviyesi masrafları ortadan kalkmakta ve hasat işlemi kolaylaşmaktadır (Beşer ve Sürek, 2009). Damla sulama sistemlerinin çeltik tarımında kullanılmasında; tasarım, yönetim ve bakım gibi konularda bilgi eksikliklerinin giderilmesi için konuyla ilgili daha fazla araştırmanın yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

1950 yılının başlarından itibaren toprakta suyun tutulması için toprak yüzeyine ve altına çakıl uygulaması, asfalt uygulaması, malçlama, toprak işleme ve polimer (hidrojel) madde uygulaması yapılmıştır. Bunlara ek olarak günümüzde, toprak içine geçirimsiz bariyer olarak kullanılan polietilen (PE) malzemelerinin kullanımı, hem hızlı perkolasyonun zararlı etkilerini hem de düşük kaliteli yeraltı suyunun yukarıya hareketini azaltması nedeniyle araştırılmaktadır (Demirel, 2012).

Ülkemizde çeltik bitkisinde damla sulamanın uygulandığı birkaç çalışma olmasına rağmen, su tutma bariyeri ile damla sulamanın beraber uygulandığı bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Bu çalışmada, çeltik yetiştiriciliğinde, devamlı göllendirme sulama, damla sulama ve damla sulama+su tutma bariyeri uygulamalarının, çeltiğin sulama suyu kullanımına, verimine ve kalite özelliklerine etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla; i) damla sulama sistemi ve su tutma bariyerlerinin çeltik bitkisinin su tüketimi ve sulama suyu kullanım etkinliği üzerine etkilerinin araştırılması ii) damla sulama ve damla sulama + su tutma bariyerlerinin ayrı ayrı ve birlikte kullanılma olanaklarının belirlenmesi iii) çiftçi şartlarında uygulanan devamlı göllendirme sulama yöntemi ile damla sulama ve damla sulama + su tutma bariyeri uygulamalarının karşılaştırılması, iv) bu uygulamalara bağlı olarak bazı önemli verim özelliklerindeki (kırıksız pirinç randımanı, bin tane ağırlığı, tane şekli vd.) değişimlerin incelenmesi hedeflenmiştir.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Çeltikte Damla Sulamanın Kullanılmasına İlişkin Çalışmalar

Damla sulama, sulanacak bitkinin isteklerine yönelik tasarımı yapılarak diğer yöntemlere kıyasla daha az miktardaki sulama suyunun damlatıcılar yardımıyla bitki köklerinin geliştiği ortama verilmesidir. Dünya’da ve Türkiye’de çeltik üretimini kısıtlayan en önemli faktörlerden biri sulama suyudur (Meral ve Temizel, 2006). Çeltik tarımında daha az su kullanımına yönelik damla sulama ile ilgili çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Shizhang ve ark. (1994) çeltikte kontrollü toprak nemine göre sulama yapmışlardır. Çalışma sonucunda, su tüketimi ve çeltik verimi uygulanan sulama tekniklerine göre farklılıklar göstermiştir. Buna göre su tüketiminin %41 oranında azaldığını ve verimin de %15 oranında arttığını bildirmişlerdir.

Anonim (2009) Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünde (TTAE) uzun yıllar (2007-2009) boyunca yapılan verim denemelerinde, devamlı göllendirme sulamaya ile damla sulama kıyaslanmıştır. Çalışma sonucunda, genel olarak devamlı göllendirme sulamada iyi olan çeltik çeşitlerinin damla sulamada da iyi performans gösterdikleri bildirilmiştir.

Beşer ve ark. (2009) çeltikte yaptığı çalışmada, damla sulama uygulamasının devamlı göllendirme sulamaya göre %56,31 oranında su tasarrufu sağladığını bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda, 1 kg çeltik elde etmek için kullanılan su miktarının yaklaşık yarıya düştüğünü ve böylece damla sulama uygulaması ile büyük oranda su tasarrufu sağlandığını bildirmişlerdir.

Vijaykumar (2009) çeltikte damla sulama çalışmasında, pan kabından olan buharlaşmanın %100 ve %150 seviyesinde yaptığı sulamada, %150 seviyesinin daha iyi bitki boyu (104,8 cm), salkım boyu, yaprak alanı indeksine sahip olduğunu tespit etmiştir.

Govindan ve ark. (2012) damla sulama ile çeltik bitkisi denemesinde pan buharlaşma kabına göre %150, %125 ve seviyesinde sulamalar yapmışlardır. Çalışmada, fertigasyon işlemi ile gübreleme ve humik asit uygulaması yapılarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, %150 konusunda, verimde %8’lik bir artış olduğunu bildirmişlerdir.

Soman (2012) Hindistan’da yaptığı bir çalışmada, 7 farklı çeltik çeşidinde, göllendirme ve damla sulama yöntemini karşılaştırmış ve damla sulama yönteminin hepsinde verim artışının %22,5 ve su tasarrufunun %66,3 olduğunu belirtmiştir.

Rao (2013) yaptığı bir çalışmada, 25 cm x 25 cm aralıklarla çeltik fidelerini araziye dikmiş ve sulanmasında damla sulama ile devamlı göllendirme sulama yöntemlerini

kullanmıştır. Çalışma sonucunda, verim değeri damla sulamada $0,66 \text{ kg m}^{-2}$ elde edilirken söz konusu değer devamlı göllendirme sulama yönteminde ise $0,3 \text{ kg m}^{-2}$ olarak elde edilmiştir. Damla sulamada uygulanan toplam sulama suyu miktarı 291,4 mm iken, devamlı göllendirme sulamada bu değer 553,3 mm olmuştur. Su tasarrufu ile birlikte elektrik tüketiminde de buna bağlı olarak %58 oranında tasarruf sağlanmıştır. Çalışma sonucunda, damla sulama yönteminin yüksek tane verimi ve maksimum su kullanım etkinliği sağladığı ortaya çıkmıştır.

Rajwade ve ark. (2014) Hindistan'da geleneksel sulama yöntemi ile damla sulama yöntemlerinde, gübre kullanım etkinliği ve verim ilişkisi ile ilgili çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışmanın sonucunda, damla sulamanın geleneksel yöntemle göre azot alımı %12,5 artmıştır. Damla sulamadan 410 kg da^{-1} ile geleneksel sulamaya göre %25 daha fazla verim alınmıştır.

Anusha ve Nagaraju (2015) farklı yetiştirme yöntemleri altında damla sulama uygulamasında verimi 790 kg da^{-1} elde ederlerken, geleneksel sulama yönteminde 665 kg da^{-1} olarak elde etmişlerdir. %19 daha yüksek verim alınmıştır. Verim artışıyla beraber %58 su tasarrufu sağlanmıştır.

Sharda ve ark. (2016) Güney Asya'da yaptıkları çalışmada, çeltik tohumlarını mibzer ile tarlaya kuru olarak ekmişler ve damla sulama yöntemi ile sulamalarını yapmışlardır. Çalışma sonucunda, çeltik üretiminde damla sulamayla 3 kat daha fazla su tasarrufu sağlanmış, enerji ve gübre kullanımında azalma olduğu ortaya çıkmıştır.

Drame (2016) Samsun'da çeltikte yaptığı çalışmada, geleneksel ve yenilikçi yöntemler ile farklı derinliklerdeki sulama suyunun, verime ve su kullanım randımanına etkilerinin olduğunu tespit etmiştir.

Parthasarathi ve ark. (2017) Hindistan'da çeltikte damla sulamanın, geleneksel çeltik sulamasına göre %27,4 oranında daha az su kullanımı sağladığını belirtmişlerdir. Bitki gelişimi açısından ve topraktaki yeterli nem dengesi bakımından $0,8 \text{ m}$ 'lik lateral mesafesinin damla sulama altında yetiştirilen çeltiğin verimini arttırdığını bildirmişlerdir.

Bansal ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada, damla sulama ve devamlı göllendirme sulama yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Damla sulama yönteminde verim 695 kg da^{-1} , göllendirme yönteminde ise 622 kg da^{-1} olarak bulunmuştur.

Singh ve ark. (2018) Hindistan'da devamlı göllendirme sulama yöntemi ve damla sulama yöntemini karşılaştırdıkları çalışmada, damla sulama için farklı pan buharlaşma değerleri uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, bir gün aralıklarla yapılan damla sulama konusu en yüksek verimi vermiştir. Damla sulama konusundan diğerine göre yaklaşık %35

daha fazla verim aldıklarını bildirmişlerdir.

2.2. Su Tutma Bariyeri ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Su tasarrufu sağlayan sulama yöntemlerindeki gelişmelere ek olarak halen günümüzde suyun daha da verimli kullanılmasına yönelik çalışmalar devam etmektedir. Bu yönde mevcut sulama yöntemlerinin su kullanım etkinliğini daha da artmasına olanak sağlayabilen su tutma bariyerlerinin kullanımı araştırmalara konu olmaktadır. Söz konusu teknikle ilgili yapılan çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Black ve ark. (1962) toprağın yüzeyinin belli kısımlarına veya tamamına plastik malçlama yapılmasının buharlaşmayı ve dolayısıyla bitki su tüketimini de azalttığını belirtmişlerdir.

Erickson ve ark. (1968) karık sulama yöntemi uygulanan hıyar, lahana, patates, fasulye, çeltik gibi farklı bitkilerde asfalt bariyer uygulaması yapmışlardır. Araştırma sonucunda, toprağın 20 cm altına serdikleri asfalt bariyerle %14 oranında su kullanarak 0,40 t ha⁻¹ olan çeltik veriminin 4,32 t ha⁻¹'a yükseldiğini, 60 cm altına serdikleri bariyer ile de söz konusu verimi 5,38 t ha⁻¹'a çıktığını bildirmişlerdir. Uygulama zorluğu nedeni ile bu yöntem çok kullanılamamıştır.

Gong (2014) mısır bitkisinde farklı derinliklerde toprak tutma teknolojisi uygulamıştır. Toprak tutma teknolojisi uygulamasında, aynı zamanda toprak altı damla sulama yöntemini birlikte kullanmıştır. Çalışma sonucunda, söz konusu uygulamaların mısır verimini önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir.

Smucker (1969) Michigan'da toprak altına asfalt bariyer uygulaması ile ilgili yaptığı çalışmada, bu uygulamanın su kullanımını %40 azalttığını, lahana ve hıyar verimini iki kat, patates verimini de %50 oranında arttırdığını bulmuştur. Araştırmacı, paralel olarak yürüttüğü Taiwan'daki çalışmada ise, normal şartlarda verilen sulama suyunun %20'si verilerek çeltik veriminin %400'den daha fazla arttığını, şeker kamışında ise %30 sulama suyu ile biyokütlenin %300 oranında arttığını belirtmiştir. Hansen ve Erickson (1969), Palta ve Blake (1974), asfalt bariyer uygulaması ile yaptıkları çalışmalarda su kullanımının azaldığını ve buna karşılık da verimin arttığını belirtmişlerdir.

Toprak altına örtü serme makinesinin yapılması ile Dünya'da bu konu ile yapılan çalışmalar hızlanmıştır.

Garrity ve ark. (1992) iki farklı ülkede (Tayland ve Filipinler) yürüttükleri çalışmada, kumlu toprak bünyesine sahip alanlarda iki farklı toprak derinliğine (25 cm ve 40 cm) serilen perkolasyon bariyerlerinin çeltik verimine etkilerini araştırmışlardır.

Tayland'da toplam kuru madde veriminin 1,6 t ha⁻¹'dan 6,2 t ha⁻¹'a arttığını, çeltik veriminin ise 1,8-2,7 t ha⁻¹ arasında değiştiğini ve bariyer yerleştirilmeyen alanlarda iki yıl tekrarlanan denemede çeltik tane veriminin elde edilemediğini belirtmişlerdir. Filipinlerde ise bariyer uygulanan alanlarda verimin 3,2-5,7 t ha⁻¹ arasında, bariyer uygulanmayan alanlarda ise 1,5-3,3 t ha⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Demirel (2012) Çanakkale ili Ezine ilçesinde yürüttüğü çalışmada, çim bitkisinin etkili kök derinliği altına serilen su tutma bariyerlerinin (STB) toprak su içeriğine, bitki su tüketimine, verime ve bitkisel (bitki su içeriği, klorofil miktarı, kök gelişimi, görsel kalite) özelliklerine etkilerini araştırmıştır. Denemede, çim bitkisinin 30 cm ve 40 cm toprağın altına serilen STB'de, farklı sulama suyu miktarlarının (kullanılabilir su tutma kapasitesinin (KSTK) %100'ü, %66'sı ve %33'üne tamamlanması) uygulandığı 6 konu ile STB'nin uygulanmadığı ve KSTK'nın %100'ünün karşılandığı konu (kontrol) olmak üzere 7 farklı sulama konusu oluşturmuştur. Çalışma sonucunda, deneme yıllarının ortalamasına göre STB uygulamalarının kontrol konusuna kıyasla %35-74 oranında su tasarrufu sağladığını belirtmiştir. Ülkemizde yapılan ilk çalışma olup, toprak bünyesi kumlu olan bir arazide yapılmıştır.

Amirpour ve ark. (2016) İran'daki mısır arazisinde iki farklı su tutma bariyeri derinliği (40 ve 60 cm) ve iki farklı EC değeri (1,5 ve 3,5 dS m⁻¹) uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, kök bölgesi altına yerleştirilen su tutma bariyerlerinin kontrol grubuna göre sulama aralığını arttırdığını bildirmişlerdir.

Demirel ve ark. (2018) toprakaltı damla sulama sistemi ve su tutma bariyerlerinin çeltik bitkisinin su tüketimi ve sulama suyu kullanım etkinliği üzerine etkilerinin araştırılması üzerine ve buna bağlı olarak değişebilecek bazı önemli kalite özelliklerindeki (bin tane ağırlığı, tane şekli, kırıksız pirinç randımanı vd.) değişimleri belirlenmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Su tutma bariyerinin toprakaltı damla sulama ile kullanıldığı sulama konusunda daha az su kullanıldığını, verimde ise toprakaltı damla sulamaya göre istatistiksel olarak bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

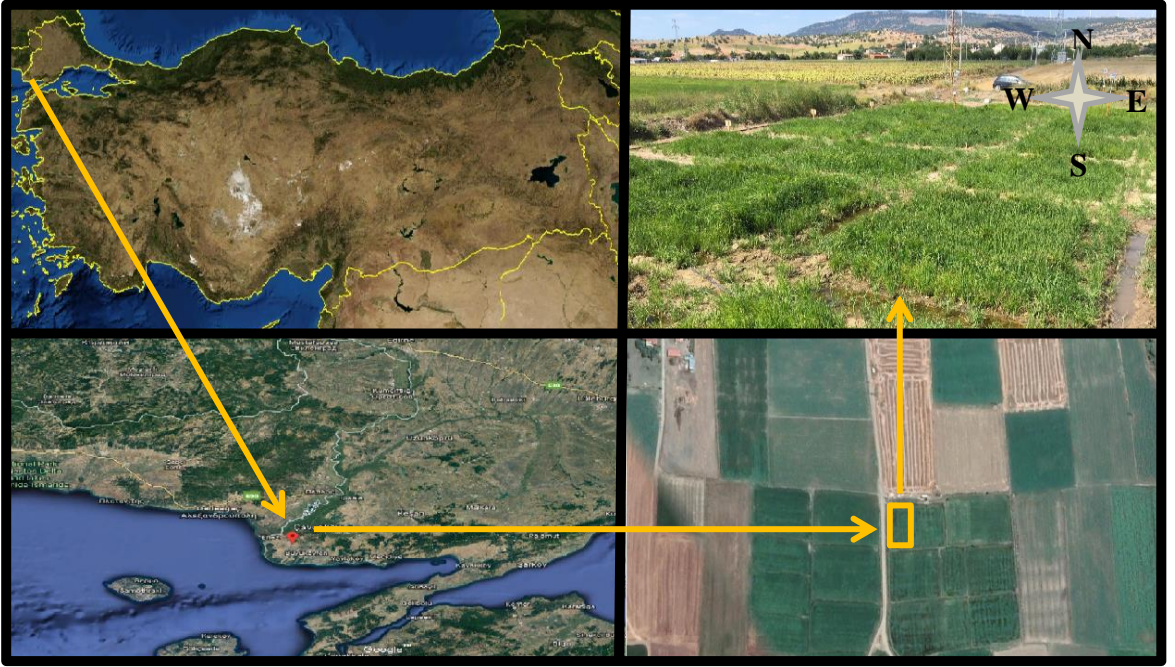
BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Alanının Yeri

Bu çalışma, 2017 yılında, Edirne İli, Enez İlçesi, Çavuş Köyü mevkiinde, 40°40'54" kuzey enlemi ve 26°09'59" doğu boylamı arasında bulunan bir çiftçi arazisinde yürütülmüştür (Şekil 3.1). Çalışma alanı olan Edirne, Türkiye’de çeltik üretiminin %40,7’sini tek başına karşılamaktadır (TÜİK, 2018). Enez İlçesi de çeltik üretiminde, Edirne İli içerisinde önemli bir paya sahiptir.



Şekil 3.1. Deneme alanının yeri

3.1.2. Toprak Özellikleri

Deneme öncesinde toprağın fiziksel özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 3.1). Deneme alanını temsil edecek üç farklı yerde açılan toprak profilinin 0-30 cm ve 30-60 cm toprak katmanlarından üçer örnek alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde; tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı ve toprak bünyesi analizleri Tüzüner (1990)’e göre yapılmıştır. Tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri, pF cihazında sırasıyla 1/3 atm ve 1/15 atm basınçlarda belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme alanına ait fiziksel toprak analiz sonuçları

Derinlik (cm)	Tekstür Sınıfı	Hacim ağırlığı (g cm⁻³)	Tarla kapasitesi Pv (%)	Solma noktası Pv (%)
0-30	Killi-tın	1,33	46,3	32,63
30-60	Killi-tın	1,35	47,4	34,67

3.1.3. İklim Özellikleri

Deneme arazisinin bulunduğu alan Akdeniz ikliminden Marmara iklimine geçiş özelliğine sahiptir. Yazları oldukça sıcak ve kurak, kışları ise serin ve yağışlı geçer. Rüzgar kuzey yönlü olup orta şiddete sahiptir (Anonim 2018). Deneme alanına 10 km uzaklıkta bulunan Enez meteoroloji istasyonundan alınan veriler Çizelge 3.2’de verilmiştir (MGM, 2017).

Çizelge 3.2. Deneme alanına ilişkin iklim verileri (MGM, 2017)

Parametre	Aylar					
	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ortalama Sıcaklık (°C)	17,4	23,0	26,0	25,7	21,8	14,7
En Yüksek Sıcaklık (°C)	23,9	29,7	32,0	32,8	28,2	20,9
En Düşük Sıcaklık (°C)	21,1	17,2	18,7	19,3	16,2	9,7
Ortalama Bağıl Nem (%)	72,3	68,7	52,2	53,7	63,5	75,8
Toplam Yağış (mm)	53,9	18,5	16,3	0,0	0,2	100,6
Ortalama Rüzgar Hızı (m s ⁻¹)	3,4	2,6	4,1	4,9	3,7	3,2

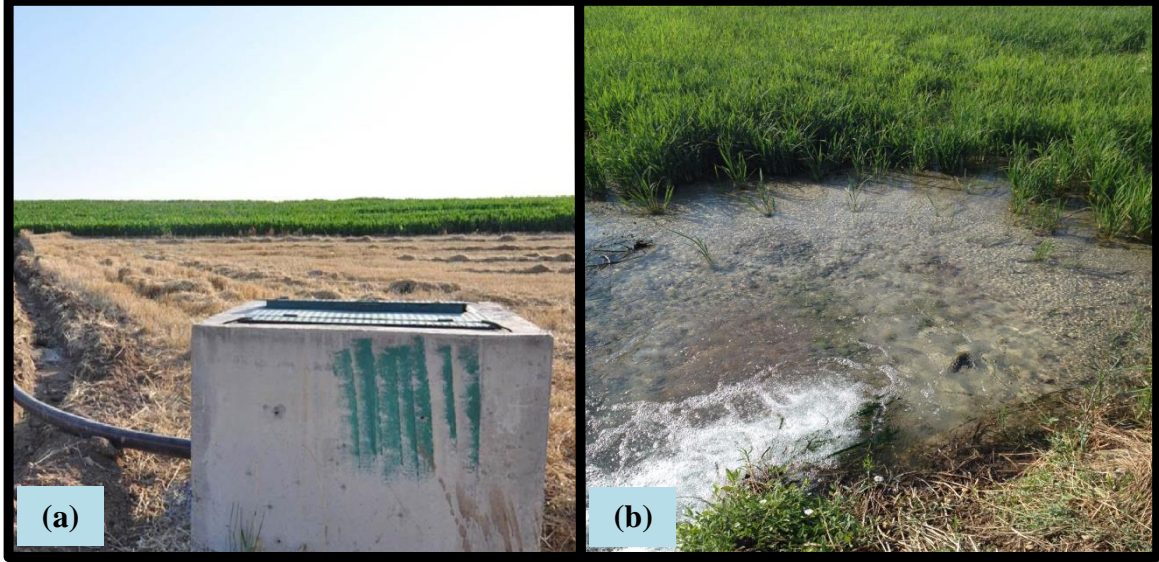
3.1.4. Bitki Özellikleri

Denemede, ortalama 130-140 günde hasada gelen, orta-erkenci, kısa boylu, hastalık direnci yüksek ve yatmaya karşı dayanıklı olan çeltik çeşidi (*Oryza sativa* L. cv. Luna) kullanılmıştır.

3.1.5. Su Kaynağı ve Sulama Sistemi

Denemede, damla sulama sisteminin kullanıldığı parsellerde sulama suyu kaynağı olarak Çavuşköy Barajı hidrantı (Şekil 3.2a), devamlı göllendirme sulamada ise çiftçinin

kendi arazisindeki derin kuyu (Şekil 3.2b) kullanılmıştır. Damla sulama sisteminde; filtre, vana, su sayacı ile PE malzemeden yapılmış ana (50 mm), yan (32 mm) ve lateral borular (16 mm) kullanılmıştır.



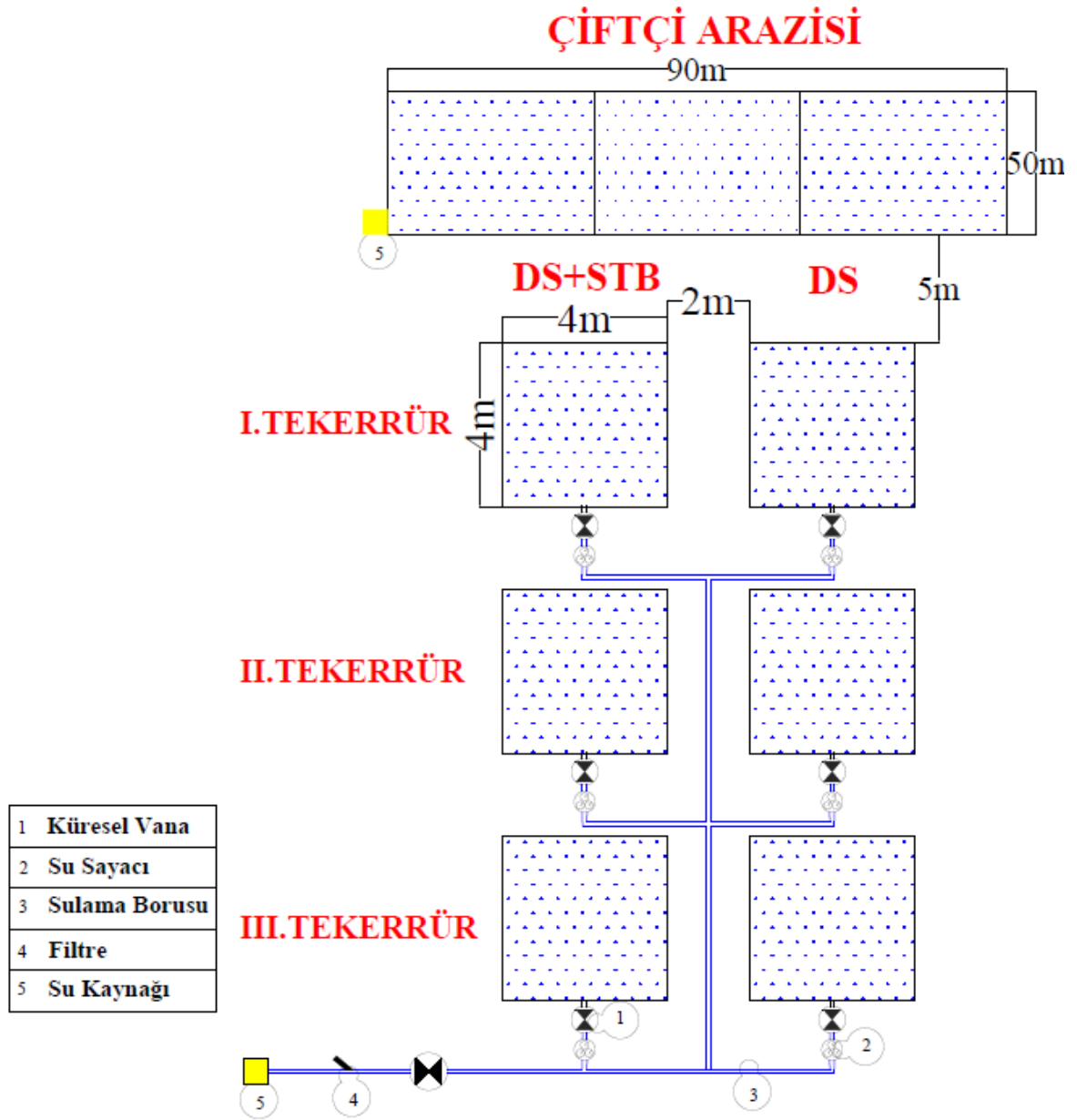
Şekil 3.2. Hidrant(a), derin kuyu(b)

Denemede, hidrat ve derin kuyu suyunun elektriksel iletkenlikleri sırasıyla 0,42 dS m⁻¹ ve 0,4 dS m⁻¹, pH'ları ise sırasıyla 7,77 ve 7,42'dir.

3.2. Yöntem

3.2.2. Deneme Deseni ve Konular

Deneme; damla sulama (DS), damla sulama+su tutma bariyeri (DS+STB) ve çiftçi tarafından uygulanan devamlı göllendirme sulama (DGS) yöntemleri olmak üzere 3 konu 3 tekrörden oluşmuştur (Şekil 3.3). Denemede ele alınan konulara ilişkin detaylar Çizelge 3.3'de verilmiştir. DS ve DS+STB konularında parseller 4 m x 4 m olacak şekilde, DGS konusunda ise 50 m x 30 m olacak şekilde düzenlenmiştir. Parseller arasında konuların birbirine etkileşimini engellemek amacıyla, DS ve DS+STB parselleri arasında 2 m boşluk bırakılmıştır. Söz konusu konular ile DGS konusunun uygulandığı çiftçi arazisi arasındaki boşluk ise 5 m olarak planlanmıştır. DGS konusunda göllendirmeyi sağlamak için 0,75 m genişliğinde 0,5 m yüksekliğinde seddeler oluşturulmuştur.



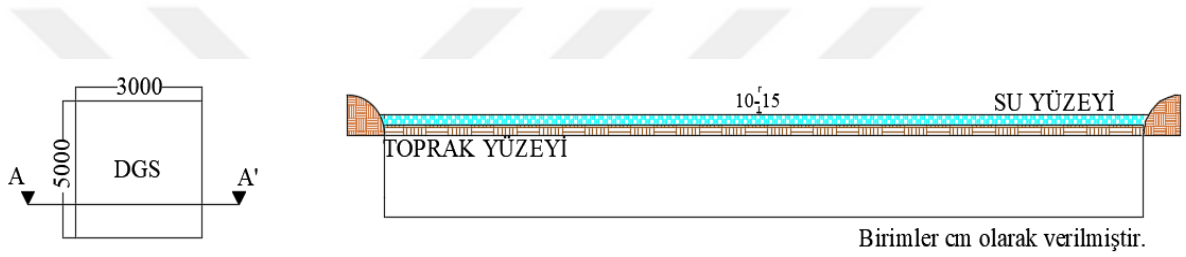
Şekil 3.3. Deneme deseni ve sulama sistemi

Çizelge 3.3. Denemede ele alınan konular

Sulama Konusu	Açıklama
DS	Etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin 15 ± 5 'i tüketildiğinde eksilen nemin tarla kapasitesine tamamlanması
DS+STB	Etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin 15 ± 5 'i tüketildiğinde eksilen nemin tarla kapasitesine tamamlanması
DGS	Devamlı göllendirme sulama ile tavalardaki su seviyesi 10 cm–15 cm arasında tutulması

3.2.2.1. Devamlı Göllendirme Sulama Yöntemi

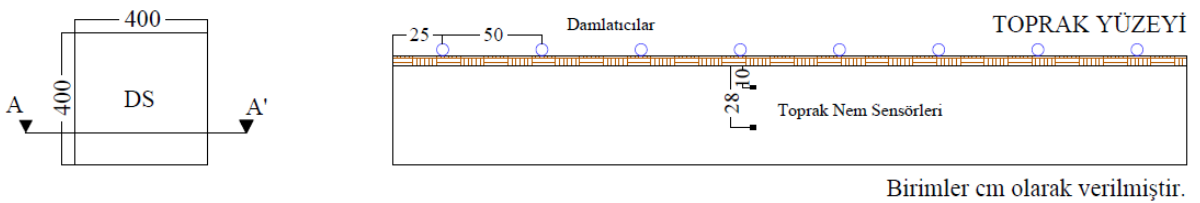
Çiftçi koşullarında gerçekleştirilen DGS konusuna ilişkin kesitler Şekil 3.4'te verilmiştir. Bu konuda ekimden birkaç gün önce tavalar doldurularak tohumun çimlenme sorunu yaşamaması için suyun uygun yetiştirme ortamı sıcaklığına ulaşması sağlanmıştır. Ekimden 5 gün sonra parsellerdeki su boşaltılarak ve bu şekilde tohumların toprağa tutunması ve gelişiminin hızlanması sağlanmıştır. DGS konusundan diğer konulara su geçişini engellemek amacıyla aralarına 50 cm derinliğinde yüzey drenaj kanalı açılmıştır. Tavalarda kültürel işlemler için belirli aralıklarla tavalar boşaltılıp tekrar doldurulmuştur. Deneme süresi boyunca tavalara genellikle her gün su verilmiştir. Yabancı ot ilacı uygulamalarından sonra tavalardaki su seviyesi 15 cm'e yükseltilmiştir. Hasat işlemlerinin kolaylıkla yapılabilmesi için hasattan 2 hafta önce su kesilmiştir.



Şekil 3.4. DGS konusuna ilişkin kesitler

3.2.2.2. Damla Sulama Yöntemi

Damla sulama boruları damlatıcı aralığı 50 cm ve debisi 4 l h^{-1} olan hat içi lateral borular kullanılmıştır. Tohumlar serpme yöntemi ile ekildiği ve bu nedenle ıslatılan alan oranının (P) 1 olması gerektiğinden, her parselde 8 lateral 50 cm aralıklarla yerleştirilmiştir. Toprak neminin belirlenmesi için 2 adet toprak nem sensörü yerleştirilmiştir (Şekil 3.5).

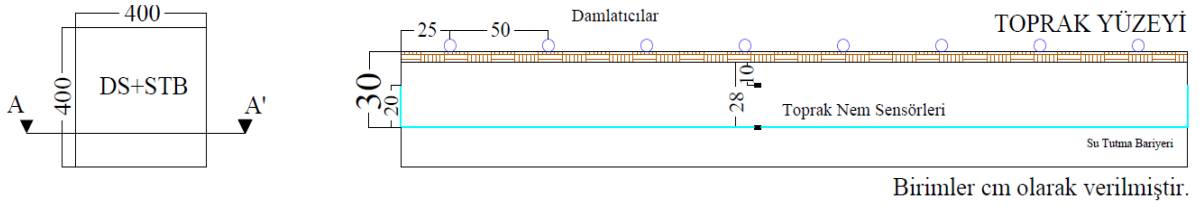


Şekil 3.5. DS konusuna ilişkin kesitler

3.2.2.3. Damla Sulama+Su Tutma Bariyeri Yöntemi

Göney (1980) çeltik bitkisinin kök sisteminin gelişimi için 20 – 25 cm derinlik yeterli olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle su tutma bariyerleri, tüm kenarları 20 cm yukarıya kıvrıldıktan sonra toprak yüzeyinin 30 cm derinliğine yerleştirilmiştir (Şekil 3.6).

Bu parsellerde, sulamaların belirlenmesi ve STB'deki biriken suyun takibini sağlamak amacıyla 2 adet toprak nem sensörü yerleştirilmiştir (Şekil 3.6). Damla sulama sistemi, DS konusundaki gibi yapılmıştır.



Şekil 3.6. DS+STB konusuna ilişkin kesitler

3.2.1. Kültürel İşlemler

3.2.1.1. Toprak Hazırlığı ve Ekim

Tüm konuların toprak hazırlığı geleneksel çeltik yetiştiriciliğine uygun olacak şekilde yapılmıştır. Öncelikle, nisan ayında pullukla derin sürüm yapılmıştır (Şekil 3.7a). Sonrasında, pottinger ile düz ve çapraz yönde toprak inceltilerek, lazerli tesviye aleti ile arazi tesviyesi yapılmıştır (Şekil 3.7b) Taban gübresi verildikten sonra da son olarak tırmık uygulaması yapılmıştır (Şekil 3.7c). Çiftçi konusunda bunlara ek olarak tavaları oluşturmak için seddeler yapılmıştır.

Çeltik tohumlarının ekimi, tüm parsellerde 21 Mayıs tarihinde serpmeye yöntemiyle yapılmıştır (Şekil 3.7d). Tohumlar, ekimden 1 gün öncesinde su içinde bekletilmiştir. Her bir parsel için dekara 21 kg tohum olacak şekilde hesap edilmiştir.



Şekil 3.7. Pullukla sürüm (a), lazerli tesviye (b), toprak işleme ve tirlerin oluşturulması (c), tohumların el ile saçılması (d)

3.2.1.2. Gübreleme

Deneme öncesinde bitkinin ihtiyacı olan elementlerin topraktaki yeterlilik durumunu incelenmesi ve gübre ihtiyaçlarının belirlenmesi için toprak analizleri yapılmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları

Analizler	Deneme Alanı	Çiftçi Arazisi
Derinlik	0-20	0-20
EC (mS cm ⁻¹)	2,7 (Hafif Tuzlu)	2,91 (Hafif Tuzlu)
pH	7,67 (Hafif Alkali)	7,34 (Nötr)
Kireç (%)	0,81 (Az Kireçli)	0,81 (Az Kireçli)

Organik Madde	2,61 (Orta)	2,26 (Orta)
Fosfor (kg da ⁻¹)	25,11 (Çok Fazla)	27,86 (Çok Fazla)
Potasyum (kg da ⁻¹)	40,78 (Yeterli)	49,21 (Yeterli)
Kalsiyum (kg da ⁻¹)	9553 (Fazla)	8513 (Fazla)
Magnezyum (ppm)	971 (Fazla)	848,4 (Fazla)
Bakır (ppm)	6,02 (Yeterli)	5,6 (Yeterli)
Çinko (ppm)	4,66 (Fazla)	3,88(Fazla)
Demir (ppm)	82,06 (Yeterli)	80,98 (Yeterli)
Mangan (ppm)	46,04 (Yeterli)	59,97 (Fazla)

Deneme süresince verilen gübrelerin etkinliğinin kontrolü ve bitkilerdeki eksik elementlerin belirlenmesi için kardeşlenme öncesinde yaprak örnekleri alınarak analizleri yapılmıştır (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Kardeşlenme öncesi konulara ilişkin yaprak analizleri

Çiftçi Arazisi			
Element (ppm)	Analiz Metodu	Analiz Sonucu	İstenen/Değerlendirme
Bor (B)	Yaş Yakma – ICP	48,3	5 – 15/ Yeterli
Kalsiyum (CA)	Yaş Yakma – ICP	2447,2	1500-3000/Yeterli
Bakır (CU)	Yaş Yakma – ICP	7,0	8 – 25/Düşük
Demir (FE)	Yaş Yakma – ICP	88,2	7 – 2000/ Yeterli
Potasyum (K)	Yaş Yakma – ICP	15590,1	12000 – 24000/Yeterli
Magnezyum (Mg)	Yaş Yakma – ICP	2542,9	1500 – 3000 /Yeterli
Mangan (Mn)	Yaş Yakma – ICP	208,2	200 – 800/ Yeterli
Fosfor (P)	Yaş Yakma – ICP	1948,1	1000-1800 / Yeterli
Çinko (Zn)	Yaş Yakma – ICP	22,3	25-50 / Düşük
DS ve DS+STB			
Element (ppm)	Analiz Metodu	Analiz Sonucu	İstenen/Değerlendirme
Bor (B)	Yaş Yakma – ICP	33,4	5 – 15/ Yeterli
Kalsiyum (CA)	Yaş Yakma – ICP	2621,0	1500-3000/Yeterli
Bakır (CU)	Yaş Yakma – ICP	4,6	8 – 25/Düşük
Demir (FE)	Yaş Yakma – ICP	78,8	7 – 2000/ Yeterli
Potasyum (K)	Yaş Yakma – ICP	15365,9	12000 – 24000/Yeterli
Magnezyum (Mg)	Yaş Yakma – ICP	2151,7	1500 – 3000 /Yeterli
Mangan (Mn)	Yaş Yakma – ICP	255,9	200 – 800/ Yeterli
Fosfor (P)	Yaş Yakma – ICP	2033,0	1000-1800 / Yeterli
Çinko (Zn)	Yaş Yakma – ICP	20,0	25-50 / Düşük

Çeltik bitkisine, ekim öncesinde iki ve gelişme dönemi boyunca da iki olmak üzere toplam dört kez gübre verilmiştir (Çizelge 3.6). Gübrelemeler tüm konularda aynı şekilde yapılmıştır.

Çizelge 3.6. Ekim öncesi ve sonrası deneme alanına uygulanan gübreler ve uygulama tarihleri

Tarih	Uygulanan Gübreler	Uygulandığı miktar (kg da ⁻¹)
12.05.2017	Hüyük Asit	5 L da ⁻¹
18.05.2017	15-15-15 NPK	20 kg da ⁻¹
28.06.2017	Amonyum Sülfat	40 kg da ⁻¹
28.07.2017	Amonyum Sülfat	50 kg da ⁻¹

3.2.1.3. Tarımsal Mücadele

Yabancı ot kontrolü için dönem boyunca tüm konulara aynı uygulama yapılmıştır (Çizelge 3.7). Tarımsal mücadele için ilaçlama dışında başka bir yöntem kullanılmamıştır.

Çizelge 3.7. Ekim sonrası deneme alanına uygulanan ilaçlar ve uygulama tarihleri

Tarih	Uygulanan İlaçlar	Uygulandığı miktar (mL da ⁻¹)
20.06.2017	Buckstar 25 EC (Çeltiksi Darıcan)	500
14.06.2017	Clipper 200 EC (Darıcan)	200
28.06.2017	Basagran M (Kızotu)	200
	Efdal Halo (Darıcan)	200
	İntervix Pro (Yabani Çeltik)	50
04.07.2017	Basagran M (Kızotu)	200

3.2.1.4. Su Tutma Bariyeri

Su tutma bariyeri 20 Mayıs tarihinde toprak altına yerleştirilmiştir (Şekil 3.8). Su tutma bariyeri olarak sera örtü malzemesi olan 1 mm kalınlığındaki polietilen malzeme kullanılmıştır. Su tutma bariyerinin yerleştirilmesi için kazı işlemi kepçe ile yapılmıştır (Şekil 3.8a). Kazı işlemi sırasında her bir parselden 4,8 m³ toprak alındıktan sonra aynı toprak yerine serilmiştir. Su tutma bariyeri, çeltik bitkisinin etkili kök derinliğinin altına gelecek şekilde, tüm kenarları 20 cm yukarıya kıvrıldıktan sonra, toprak yüzeyinin 30 cm derinliğine yerleştirilmiştir (Şekil 3.8b). Su tutma bariyer örtüsü serildikten sonra söz konusu parseller için kaba tesviye ve tırmık uygulaması yapılmıştır (Şekil 3.8c,d).



Şekil 3.8. Su tutma bariyerlerinin yerleştirilmesi (a), su tutuma bariyerinin kapatılması işlemi (b), kaba tesviye (c), tırmık uygulaması (d)

3.2.3. Yapılan Ölçümler ve Hesaplamalar

3.2.3.1. Toprak Neminin İzlenmesi

Devamlı göllendirme sulama konusu dışındaki konulara uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesinde toprak nem sensörleri (Decagon 10 HS) kullanılmıştır (Şekil 3.9a). Söz konusu sensörler, DS ve DS+STB konularının her bir tekerrüründe, etkili kök derinliği (25 cm) dikkate alınarak 10 cm ve yaklaşık 28 cm toprak derinliklerine yerleştirilmiştir (Şekil 3.9b). Denemenin kurulmasından 15 gün önce kalibrasyon işlemi için sensörlerin bulunduğu alan doygun hale getirilmiştir. Daha sonra, belirli aralıklar ile alınan toprak örnekleriyle her bir sensör değerleri arasında regresyon eşitlikleri ayrı ayrı oluşturularak kalibrasyon eşitlikleri elde edilmiştir.



Şekil 3.9. Toprak neminin bilgisayar aracılığı ile decagon Em50 ECH₂O loggerla takibi (a), Toprak nem sensörlerini yerleştirilmesi (b)

3.2.3.2. Uygulanan Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi

İlk sulama, DS ve DS+STB konularında ekimden önce toprağı tarla kapasitesine çıkaracak şekilde eşit olarak uygulanmıştır. Sulama suyu miktarının hesabında 10 cm toprak derinliğine yerleştirilen sensörlerden elde edilen değerler kullanılmıştır. Daha alt katmandaki yani su tutma bariyerinin hemen üzerindeki sensörlerden elde edilen veriler ise etkili kök derinliğinin altına inen ve bariyer üzerinde biriken suyu takip etmek için kullanılmıştır.

DS ve DS+STB konularında tüm sulamalara kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 15 ± 5 'i tüketildiğinde başlanmıştır. Ekimden sonra çeltik bitkisi çimlenme sorunu yaşamaması ve STB'de suyun depolanacağı kısmın doldurulması için 1 hafta boyunca tarla kapasitesinden % 5 daha fazla sulama suyu uygulanmıştır. Sonraki sulamalarda ise toprak neminin azalan kısmı tarla kapasitesine tamamlanmıştır.

Uygulanacak sulama suyu miktarları Eşitlik 3.1 yardımıyla hesaplanmıştır. Hesaplanan sulama suyu miktarları tüm parsellerin başına yerleştirilen su saati yardımıyla denetimli olarak verilmiştir.

$$I = KSTK \times R_y \times P \times A \quad (3.1)$$

Eşitlikte; I: Sulama suyu miktarı (litre), KSTK: 25 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm), Ry: KSTK'nın tüketilmesine izin verilen kısmı (%15±5), P: Islatılan alan oranı (1.0), A: Parsel alanı (m²)

DGS uygulamasında verilen su miktarı tamamen çiftçinin kendisine bırakılmıştır. Söz konusu konuda, sulama sezonu boyunca verilen su miktarları pompa debisinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.3.3. Sulama Suyu Kullanım Randımanları

Verilen suyun etkinliğinin değerlendirilmesinde sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) kullanılmıştır. Söz konusu randıman değeri Eşitlik 3.2'ye göre hesaplanmıştır (Hillel ve Guron, 1973).

$$IWUE = \frac{Y}{I} \quad (3.2)$$

Eşitlikte, IWUE: Sulama suyu kullanım randımanı (kg m⁻³), Y: Çeltik bitkisinin tane verimi (kg da⁻¹), I: Sulama suyu (mm)

3.2.3.4. Verim ve Verim Parametreleri

Verim (kg da⁻¹): Konulara ait her parselin üç ayrı kısmından 1 m²'lik alan hasat edilmiş ve salkımdan ayrılan taneler tartılarak ağırlıkları alınmıştır. Elde edilen tartım sonuçlarından yararlanılarak verim hesaplanmıştır.

Kırksız randıman (%): Çeltiğin, işlenerek pirinç olması esnasında taneler kavuz-meyve kabuğu gibi kısımlara ayrılır ve geriye pirinç tanesi (sağlam ve kırık) kalmaktadır. Birim çeltikten kaç birim tam tane elde edildiği randıman ölçme aleti ile belirlenmiştir.

Pazar verimi (kg da⁻¹): Hasatta elde edilen verim ile kırksız randıman değerinin çarpılması sonucu elde edilmiştir.

Bin tane ağırlığı (g): 1 m²'lik alanlardan elde edilen taneler arasından rastgele alınan üç ayrı örnekten 100'er adet sayılmış ve ortalamaları alınmıştır. Elde edilen bu değerlerin on ile çarpımı sonucu da bin tane ağırlığı hesaplanmıştır.

Bitki boyu (cm): Parsellerden tesadüfi seçilen 10 bitkinin en uzun kardeşinden saçak köklerin en üst bağlantı noktasıyla salkım başlangıç noktası arasındaki uzunluk bitki boyu

olarak ölçülmüştür.

Salkım uzunluğu (cm): Olgunlaşma devresinde parsellerden tesadüfi olarak alınan 10 bitki üzerinden salkım boğumu ile salkımın en üst başakçığı arasındaki mesafenin ölçülmesiyle belirlenmiştir.

Salkım sayısı (adet m⁻²): 1m²'de tespit edilen toplam salkım sayısı belirlenerek bulunmuştur.

Salkımdaki tane sayısı (adet salkım⁻¹): 1m²'de tesadüfi olarak seçilen 10 bitkinin toplam tane sayısı ortalaması saptanarak belirlenmiştir.

Tane uzunluğu ve genişliği (mm): Tane uzunluğu ve genişliği her parselden alınan, çeltik tanelerinin kavuzları ayrıldıktan sonra 3 tekerrürlü olarak, 100'er örnekte, kumpas aleti kullanılarak ölçülmüştür.

Tane şekli (mm mm⁻¹): Tane uzunluğunun tane genişliğine oranlanması ile hesaplanmıştır.

3.2.3.5. İstatistiksel Analizler

Çeltik bitkisinde denemede gerçekleştirilen uygulamaların sonucunda elde edilen veriler arasındaki farkın önemli olup olmadığı (p=0.05) tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ile belirlenmiştir. Farkın önemli olması durumunda, konular arasındaki farklılığı belirlemek için Duncan testi kullanılmıştır. Oluşturulan şekillerde gösterilen küçük harfler konular arasındaki farkı göstermektedir. Tüm istatistiksel değerlendirmeler SPSS 20.0 paket programı yardımıyla yapılmıştır.

BÖLÜM 4

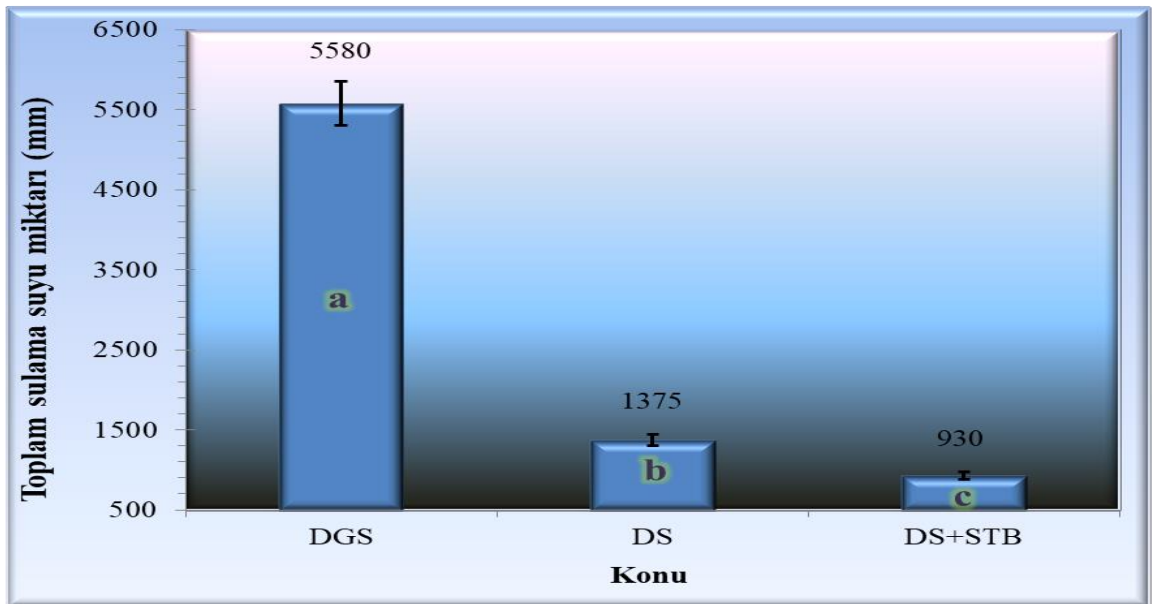
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Sulama Suyu Miktarı ve Sulama Suyu Kullanım Randımanı

4.1.1. Toplam Sulama Suyu Miktarı

Deneme konularına göre uygulanan toplam sulama suyu miktarları Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Konulara uygulanan sulama suyu miktarları incelendiğinde, en yüksek su uygulamasının DGS konusunda, en düşük ise damla sulama ve su tutma bariyerinin beraber kullanıldığı (DS+STB) konuda olduğu görülmektedir. Tüm konular, uygulanan sulama suyu miktarları bakımından istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almıştır. Hindistan’da yapılan bir çalışmada, çeltiğe uygulanan toplam sulama suyu miktarı damla sulama yönteminde 291 mm, devamlı göllendirme sulamada ise 553 mm olarak bulunmuştur (Rao, 2013). Trakya Araştırma Enstitüsü tarafından Osmancık-97 çeltik çeşidinde yapılan çalışmada, yağış dahil olmak üzere göllendirme sulamada 1806 mm, damla sulamada ise 789 mm su kullanılmıştır (Anonim, 2009). Tuna (2012), Trakya Bölgesi’nde yine Osmancık-97 çeşidinde yaptığı çalışmada, farklı göllendirme ve damla sulama uygulamalarını ele almış ve çalışma sonucunda göllendirme sulama konularına 1840-4355 mm, damla sulama konularında ise 723-1446 mm sulama suyu uygulamıştır.



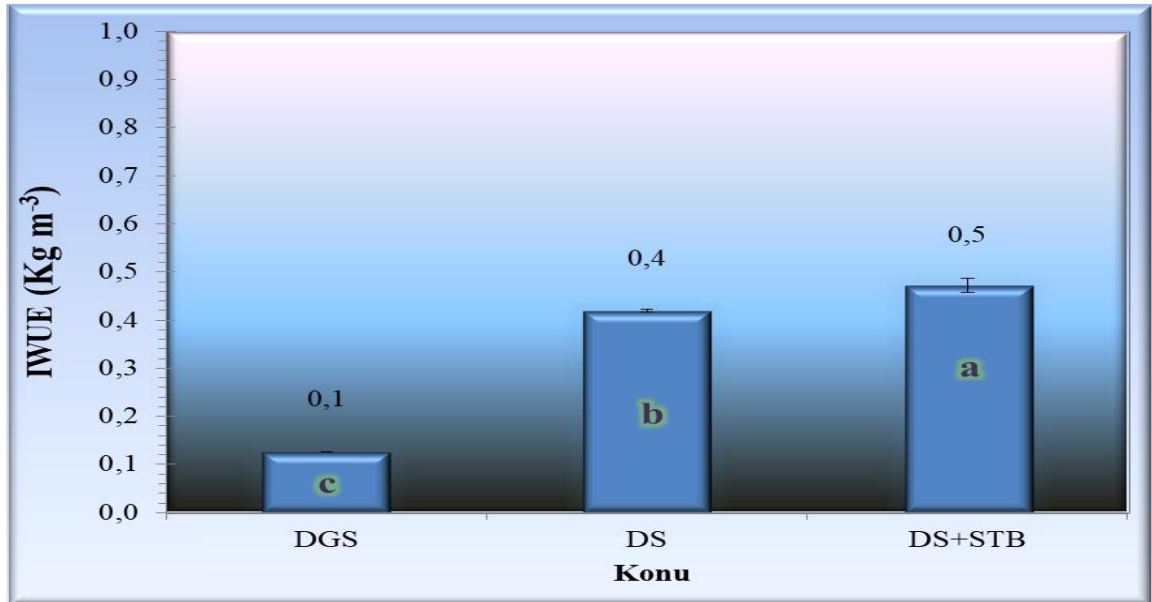
Şekil 4.1. Konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları

Çalışmalarda elde edilen toplam sulama suyu miktarları arasındaki farklılıkların, söz konusu çalışmada çeltiğin fide olarak dikilmesinden ve ayrıca kullanılan çeşit ve yöreler arasındaki iklim farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.1.2. Sulama Suyu Kullanım Randımanı

Deneme konularına göre elde edilen sulama suyu kullanım randımanları (IWUE) Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

Şekil incelendiğinde en yüksek IWUE değeri DS+STB konusundan elde edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, birim su kullanımından en yüksek verim bu uygulamada bulunmuştur. Konuların IWUE değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve tüm konular farklı gruplarda yer almıştır. Elde edilen bu sonuçlar, DS ve DS+STB uygulamalarının çiftçi uygulamasına kıyasla, çeltik bitkisinde su kullanımını oldukça önemli oranda azalttığını ve sulama suyu kullanım randımanını önemli oranda arttırdığını göstermiştir. Tuna (2012) çeltikte IWUE değerlerini göllendirme sulama yöntemi için $0,17 \text{ kg m}^{-3}$ ile $0,33 \text{ kg m}^{-3}$ ve damla sulama için $0,43 \text{ kg m}^{-3}$ ile $0,83 \text{ kg m}^{-3}$ arasında bulmuştur. Çalışmadan da anlaşıldığı üzere, damla sulama uygulamasının IWUE değerlerini önemli oranda arttırdığı ortaya çıkmıştır. Bu çalışma ile söz konusu çalışma bu anlamda uyumludur.



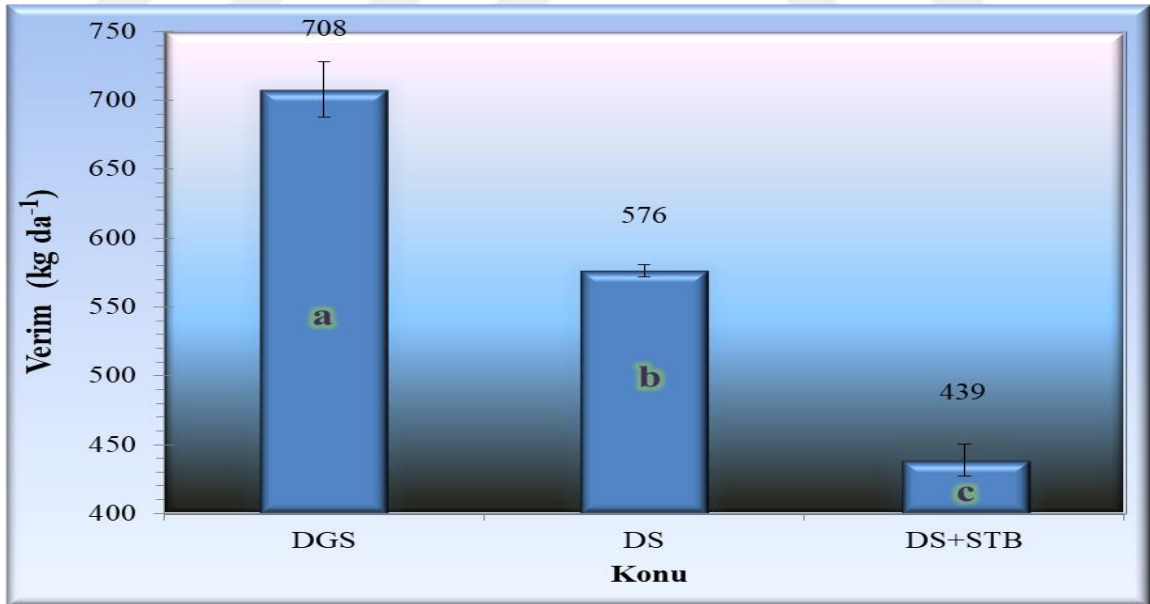
Şekil 4.2. Konulara ilişkin IWUE değerleri

4.2. Verim ve Verim Parametreleri

4.2.1. Verim

Verim değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları incelendiğinde; DGS, DS ve DS+STB konularının her birinin farklı gruplarda yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.3).

En yüksek verim DGS konusundan elde edilirken, en düşük verim ise DS+STB uygulamasından elde edilmiştir. Buna göre STB uygulamasının verimi daha da azalttığı söylenebilir. Yapılan bir çalışmada, çeltik verimi damla sulamada 660 kg da^{-1} , göllendirme yönteminin uygulandığı konuda ise 300 kg da^{-1} olarak bulunmuştur (Rao, 2013). Çalışmalarda damla sulamadan elde edilen verim değerleri nispeten birbirine yakın bulunurken, geleneksel yöntem olan devamlı göllendirme sulamadan elde edilen verim değerleri arasında önemli farklılık elde edilmiştir. Söz konusu çalışmada, damla sulama iki kattan daha fazla verim artışı sağlıyor gibi gözükse de, bunun göllendirme sulamadan alınan verimdeki düşüklükten kaynaklandığı söylenebilir. Tuna (2012) Trakya Bölgesi'nde Osmancık-97 çeşidinde en yüksek verim değerini göllendirme sulama yönteminden elde etmiş ve damla sulamanın uygulandığı konularda verim düşüşünün olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuç ile yapılan bu araştırma uyum içindedir.



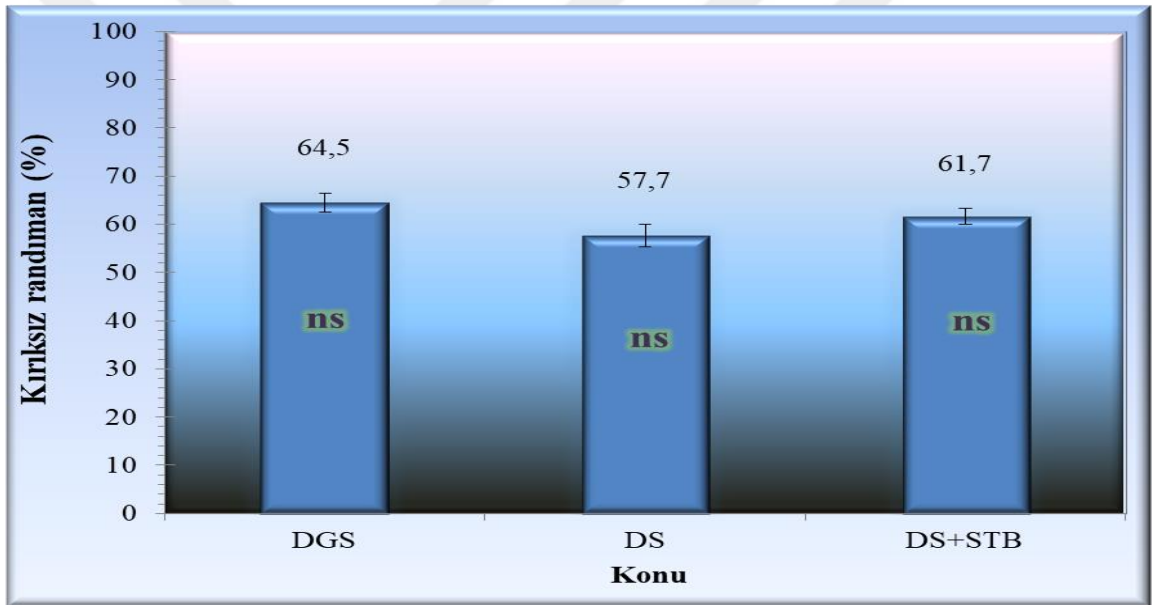
Şekil 4.3. Konulara ilişkin elde edilen verim değerleri

Rajeev ve ark. (2018) damla sulama yönteminin geleneksel yöntemle göre % 11,65 daha fazla verim verdiğini bulmuştur. Parthasarathi ve ark. (2017), Hindistan'da damla sulama yöntemini uyguladıkları çalışma sonucunda verimi 579 kg da^{-1} olarak bulmuşlardır.

Beşer ve ark. (2009) Edirne’de 2 yıl yapılan çalışmanın ortalaması; geleneksel yöntem olan devamlı sulamada $802,8 \text{ kg da}^{-1}$, damla sulamada ise $695,6 \text{ kg da}^{-1}$ verim alınmıştır. Çalışmalardan görüleceği üzere birçoğunda damla sulama uygulaması verimi azaltırken bazılarında arttırmıştır. Bunun nedeni olarak, çalışmalarda kullanılan çeşit ve iklim özelliği farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.2. Kırksız Randıman

Verim ve buna bağlı olarak elde edilecek gelir açısından en önemli parametrelerden biri olan kırksız randıman değerlerinin konulara göre istatistiksel olarak farklılık göstermediği görülmektedir (Şekil 4.4). Buna bağlı olarak da, az su uygulanan konularda verimde düşüşler olsa da kırksız randıman yüzdesini düşürmediği anlaşılmaktadır.



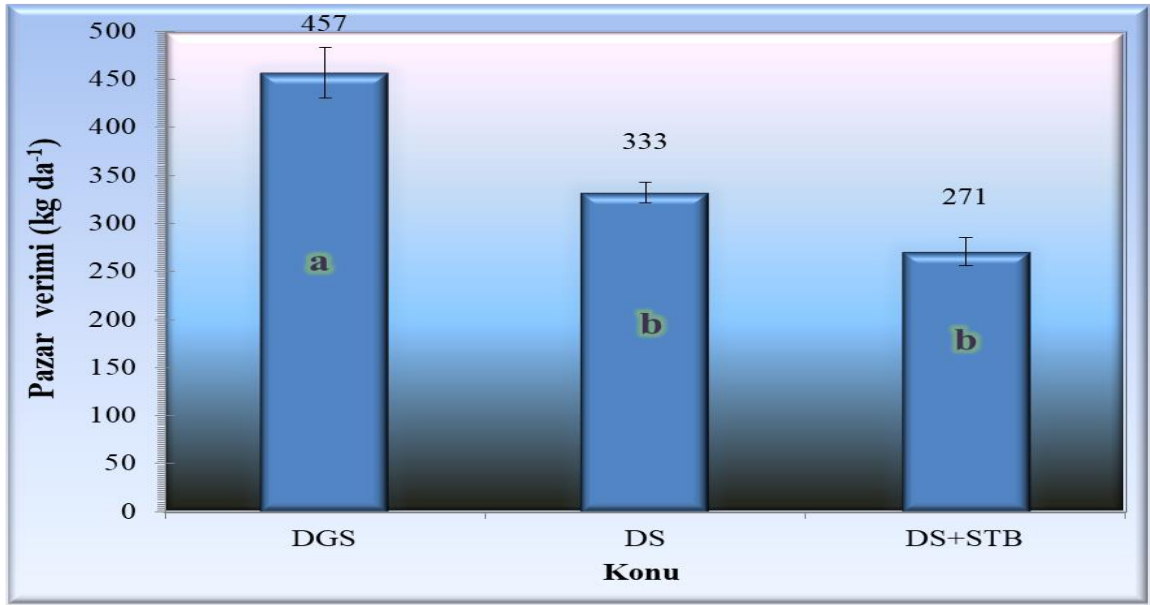
Şekil 4.4. Konulara ilişkin kırksız randıman değerleri

Kırksız randıman değerleri konulara göre %57,7 ile %64,5 arasında bulunmuştur. Tuna (2012) da söz konusu değerleri göllendirme sulamada %60,5 ile %64,5, damla sulamada %64,6 ile %66,4 arasında olduğunu bildirmiştir. Sürek ve ark. (1998) sulama yöntemlerinin kırksız randımanı etkilemediğini bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmalarda da kırksız randımanın damla sulamadan etkilenmediği anlaşılmaktadır.

4.2.3. Pazar Verimi

Çeltik bitkisine ilişkin hesaplanan pazar verimleri Şekil 4.5’te verilmiştir. Çeltik yetiştiriciliğinde verim, kavuzlu tanenin saptan ayrılarak istenilen nem değerine ulaşıktan

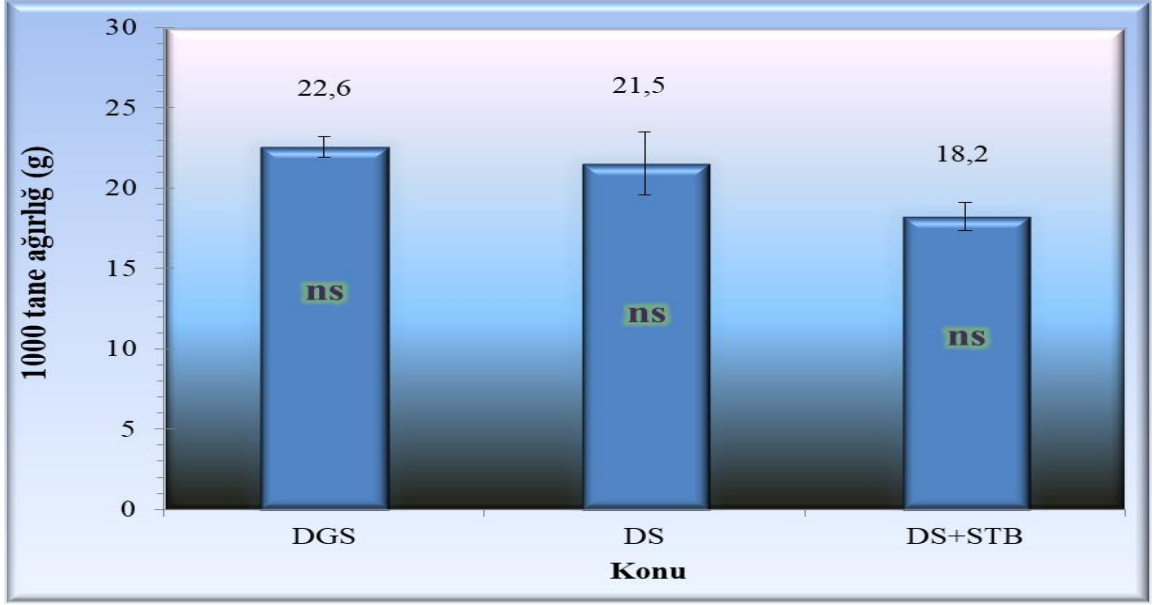
sonraki ağırlığı esas alınarak belirlenmektedir. Kavuzlu taneden ayrıldıktan sonra kırıklı ve kırıksız olarak iki farklı verim elde edilmektedir. Fabrikalar kırıksız verim üzerinden üreticiye ödeme yapmaktadır. Bu nedenle, çalışmada verim değeri pazar verimi olarak da hesaplanmıştır. Pazar verimleri açısından DS ve DS+STB konuları arasında fark oluşmazken, çiftçi uygulaması bu konulardan farklı grupta yer almıştır. Şekil 4.3’de verilen verim değerleri bakımından DS ve DS+STB fark istatistiksel olarak önemli olurken, pazar verimleri hesaplanırken kırıksız randımanın hesaba katılması nedeniyle söz konusu konular arasında fark önemli çıkmamıştır.



Şekil 4.5. Konulara ilişkin pazar verimi değerleri

4.2.4. Bin Tane Ağırlığı

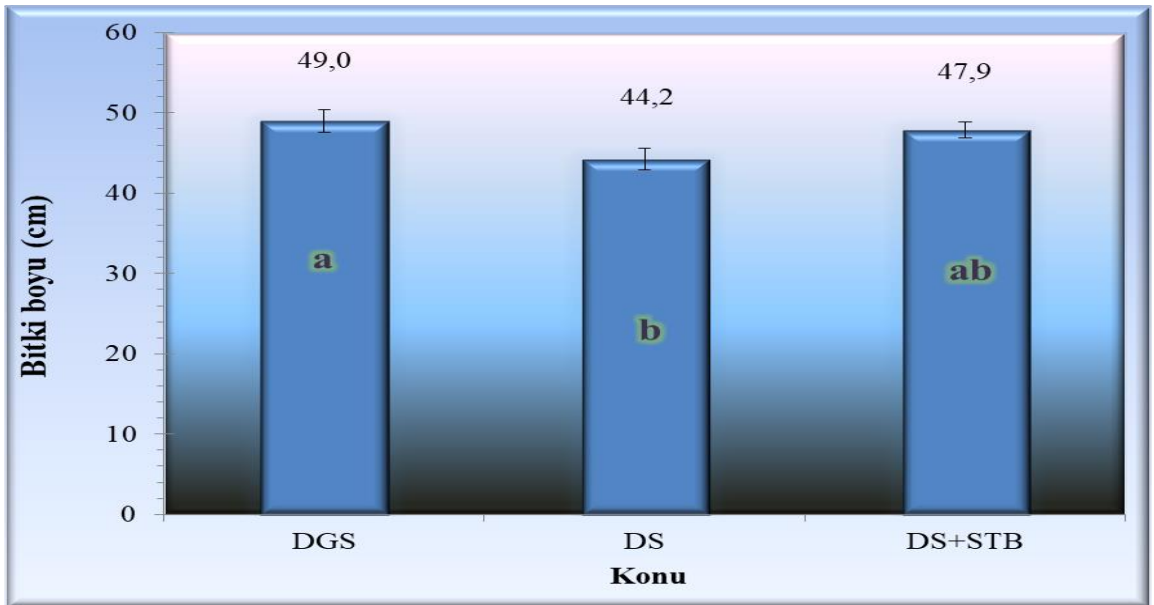
Denemenin sonucunda, farklı sulama konularının 1000 tane ağırlığına etkisi Şekil 4.6’da verilmiştir. Bin tane ağırlığı konulara göre 18,2 g ile 22,6 g arasında bulunmuştur. İstatistiksel olarak konular arasında bir fark bulunamamıştır. Tuna (2012) da yaptığı çalışmada geleneksel göllendirme sulamada 28,4 g – 32,0 g damla sulama konusunda 25,2 g – 28,9 g olarak bulmuştur. Söz konusu bu çalışmada da bin tane ağırlığı bakımından konular arasında fark bulunmamıştır. Elde edilen bulgu ile bu çalışma uyum içindedir.



Şekil 4.6. Konulara ilişkin bin tane ağırlığı değerleri

4.2.5. Bitki Boyu

Farklı sulama uygulamalarına göre yetiştirilen çeltik bitkisinin bitki boyları Şekil 4.7'de verilmiştir. En yüksek bitki boyu DGS uygulamasından elde edilse de, konular arasında ciddi bir farklılığın olmadığı görülmektedir.



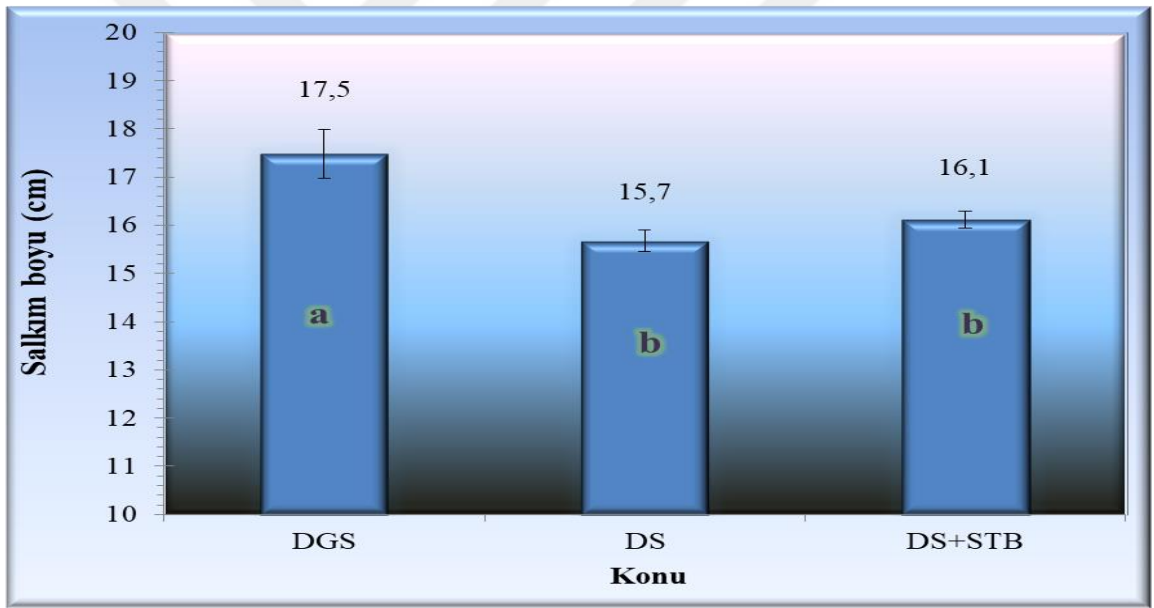
Şekil 4.7. Konulara ilişkin bitki boyu değerleri

Beser ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, geleneksel sulama yönteminin ve altı farklı damla sulama uygulamasının karşılaştırılması sonucunda, bitki boyunun tüm konular

içerisinde geleneksel sulama konusunda daha uzun olduğunu bildirmişlerdir. Rao ve ark. (2017) ekimden sonraki altmışıncı günde çeltik bitkisinin boyunu ölçtüklerinde damla sulama uygulamasının geleneksel yöntemle göre daha uzun olduğunu tespit etmişlerdir. Vanitha ve Mohandass (2014) yaptıkları çalışmada, geleneksel sulama yönteminde 98,6 cm, damla sulamada ise 96,9 cm olarak bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmalarla farklılığın oluşmasının sebepleri olarak; yetiştiricilik tekniği, iklim ve çeşit kaynaklı olduğu söylenebilir.

4.2.6. Salkım Boyu

Denemede konularına ilişkin salkım boyları Şekil 4.8’de verilmiştir. Salkım boyları konulara göre 15,7 cm ile 17,5 cm arasında değişmiştir. Konular istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, DGS konusu diğer konulardan farklı grupta yer almıştır.

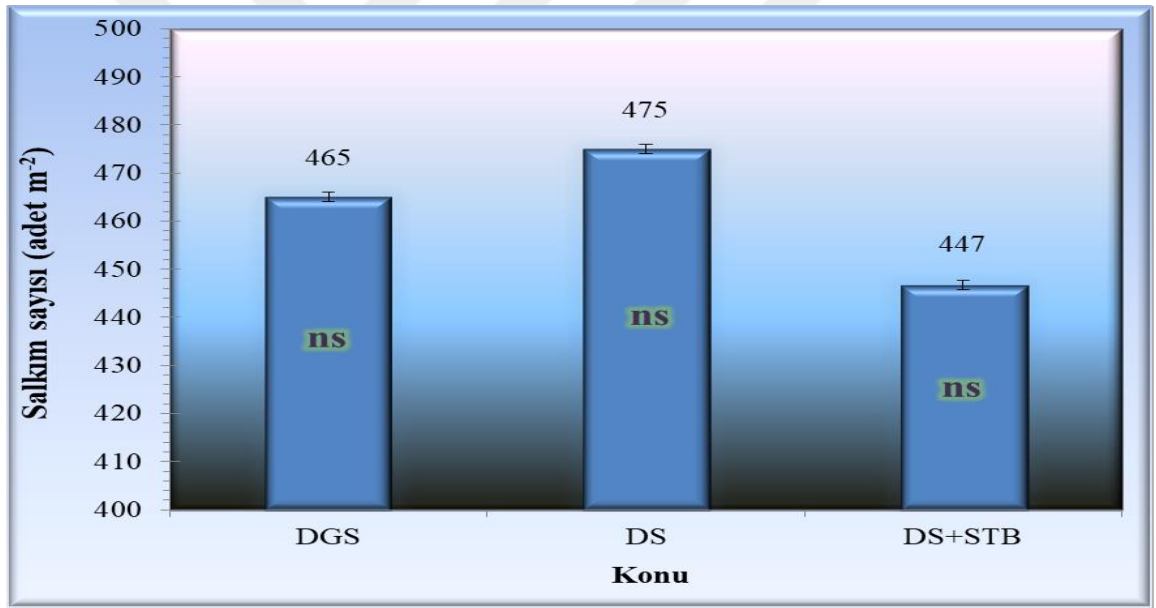


Şekil 4.8. Konulara ilişkin salkım boyu değerleri

Tuna (2012) çeltikte yaptığı çalışmada, salkım boylarını geleneksel yöntemde 12,6 cm ile 14,8 cm arasında, damla sulama yönteminde ise 12,8 cm ile 14,0 cm arasında olduğunu ve konular arasında istatistiksel bir fark bulunmadığını tespit etmiştir. Rao ve ark. (2017) çeltik bitkisinde, geleneksel yöntem ile damla sulama yönteminin karşılaştırdıkları çalışma sonucunda, sulama yönteminin salkım boyuna etkisinin olmadığını bulmuşlardır. Çalışmada elde edilen değerlerin farklı bulunması iklim, yetiştiricilik tekniği ve çeltik çeşit farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.7. Salkım Sayısı

Konulara ait salkım sayısı Şekil 4.9'da verilmiştir. Deneme konuları için salkım sayısı 475 – 447 adet arasında değişmiştir. Konular arasında bir fark bulunamamıştır. Tuna (2012) de yaptığı çalışmada geleneksel sulamada 402-464 adet arasında, damla sulama uygulamasında ise 401-507 adet arasında bulmuştur. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitü'sünde, damla sulamada yapılan çalışmalarda m²'de bulunan salkım sayısı 350 ile 450 adet arasında değişmiştir (Anonim, 2009). Söz konusu çalışmalar ile yapılan çalışma benzerlik göstermektedir. Rao ve ark. (2017) yaptıkları çalışma sonucunda, damla sulamada 264 adet geleneksel sulamada ise 222 adet olarak tespit etmişlerdir. Söz konusu çalışma ile farklılıkların iklim, yetiştiricilik teknikleri ve çeşitten kaynakladığı düşünülmektedir.

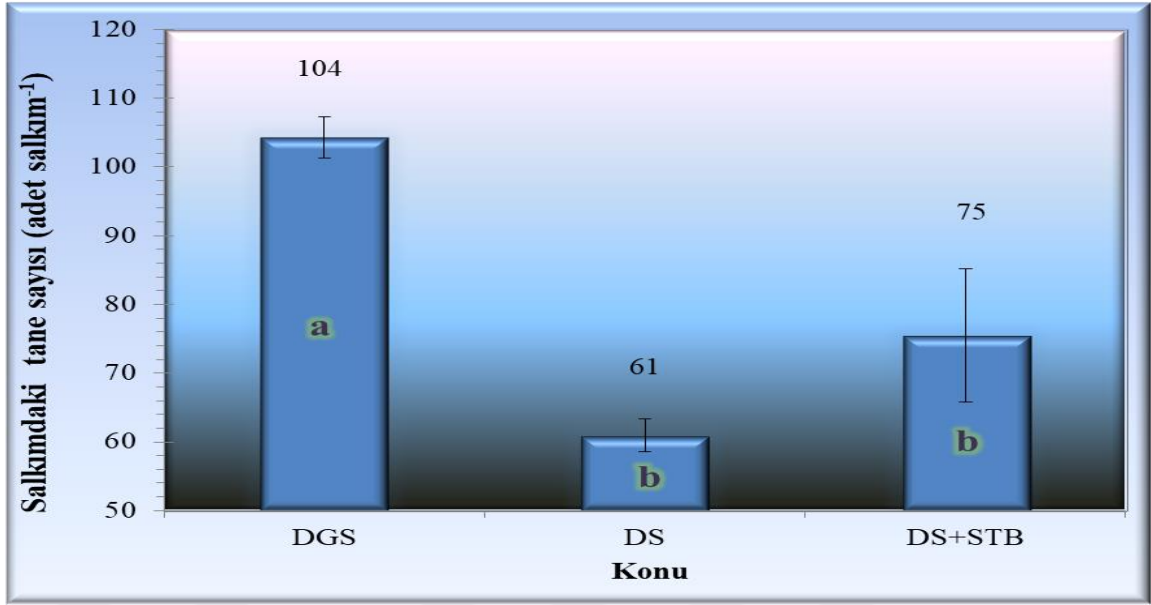


Şekil 4.9. Konulara ilişkin salkım sayısı değerleri

4.2.8. Salkımdaki Tane Sayısı

Konulara göre salkımdaki tane sayısı Şekil 4.10'da verilmiştir. Konulara göre salkımdaki tane sayısı 61 adet ile 104 adet arasında değişmiş olup en yüksek değer DGS konusundan elde edilmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda, söz konusu uygulamanın DS ve DS+STB konularından farklı çıktığı görülmüştür. Rao ve ark. (2017) Hindistan'da damla sulama ile suladığı çeltiğin salkım tane sayısını 161 adet olarak tespit etmişlerdir. Söz konusu değer bu çalışmada elde edilenden oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu

durum, sulama tekniği ve eltik çeşidinden dolayı kaynakladığı düşünölmektedir.



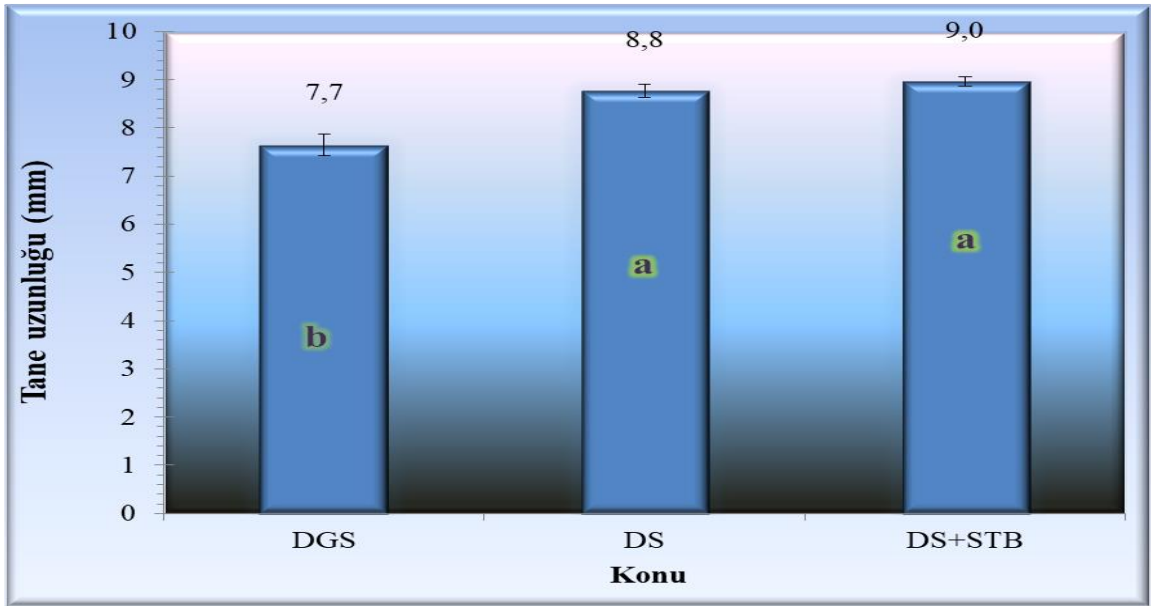
Şekil 4.10. Konulara ilişkin salkımdaki tane sayısı

Elde edilen bu sonuçlara göre, salkımdaki tane sayısının verim üzerine etkili bir özellik olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü verim üzerine etkili olabilecek diğer kalite özelliklerinin çalışmada ele alınan konulara göre istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir. Salkımdaki tane sayısının en yüksek olduğu DGS konusunda, verimin de en yüksek olduğu görölmektedir. Rebecca ve ark. (2004) Filipinler’ de iki yıl yaptıkları çalışma sonucunda salkımdaki tane sayısı ile verim arasında pozitif bir ilişki bulmuşlardır. Söz konusu çalışma ile elde edilen bulgular benzerlik göstermektedir.

4.2.9. Tane Uzunluğu

Tane uzunluğunun konulara göre değişimi Şekil 4.11’de verilmiştir. Tane uzunluğu değerleri 7,7 mm ile 9,0 mm arasında değişmiş olup en düşük değer DGS konusundan elde edilmiştir. Konular arasındaki farklılık istatistiksel olarak incelendiğinde, DS ve DS+STB konuları aynı gruptan yer alırken, bu konuların DGS konusundan ayrıldığı görölmektedir. Beşer ve Gençtan (1996) TTAE’de devamlı, yağmurlama, karık ve kesik sulama yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada, sırasıyla tane uzunluklarını 9,71-9,47-9,47 ve 9,53 mm olarak tespit etmişlerdir. Sulama yöntemleri istatistiksel olarak konular arasında iki grup oluşturmuş, devamlı sulama ilk sırada yer alırken karık ve yağmurlama sulama son sırada yer almıştır. Kesik sulama ise her iki gruba da girmiştir. Çalışmada elde edilen değerlerin farklı bulunması iklim ve çeşitler arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı

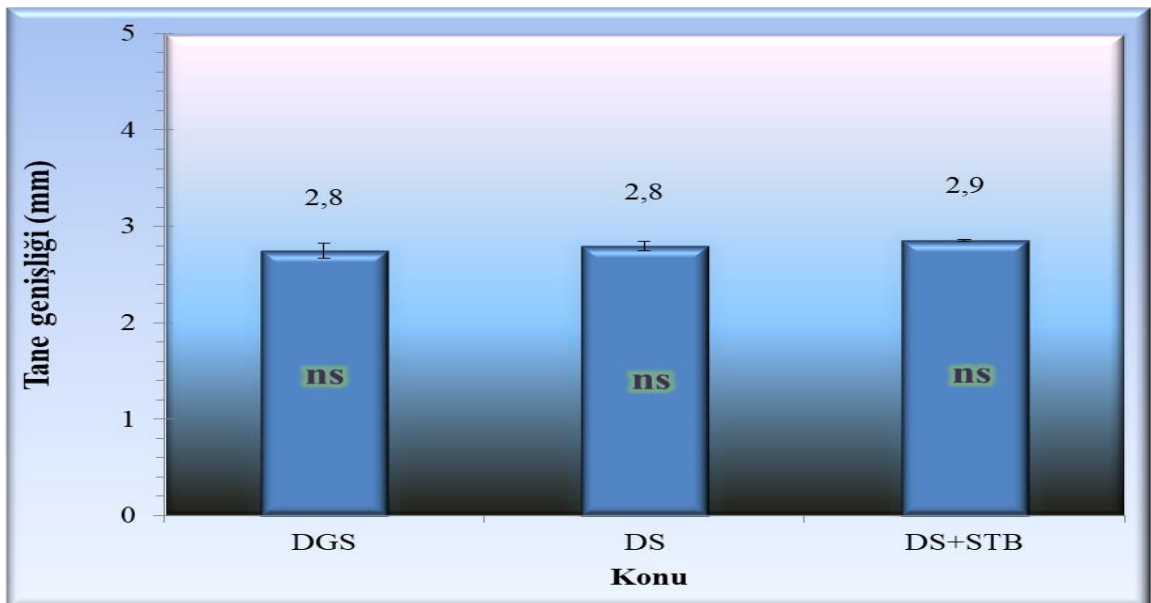
düşünülmektedir.



Şekil 4.11. Konulara ilişkin tane uzunluğu değerleri

4.2.10. Tane Genişliği

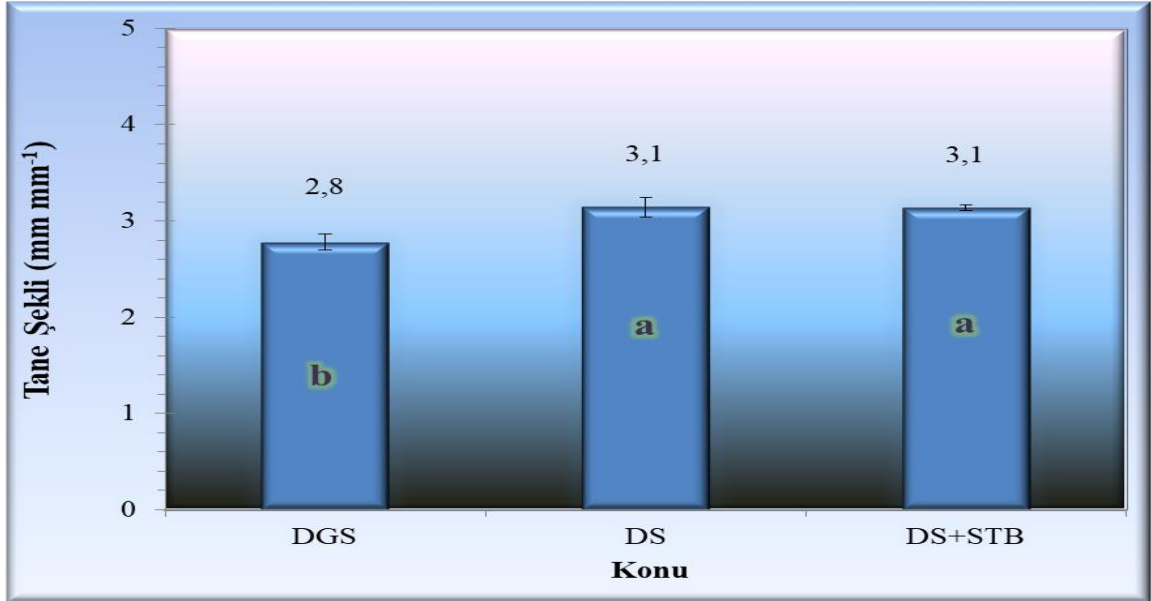
Tane genişliğinin konulara göre değişimi Şekil 4.12’de verilmiştir. Tane genişliği incelendiğinde, konulara göre elde edilen değerlerin birbirine oldukça yakın olduğu ve aralarında istatistiksel olarak bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Beşer ve Gençtan (1996) Trakya koşullarında yürüttükleri çalışma sonucunda, geleneksel yöntem olan devamlı göllendirme sulamada çeltiğin tane genişliğini 3,11 mm olarak elde etmişlerdir. Söz konusu değerler birbirine yakın bulunmuştur.



Şekil 4.12. Konulara ilişkin tane genişliği değerleri

4.2.11. Tane Şekli

Tane şeklinin konulara göre değişimi Şekil 4.13'te verilmiştir. Çeltik bitkisine ilişkin tane şekli konulara göre 2,8 ile 3,1 arasında bulunmuş olup en düşük değer DGS konusundan elde edilmiştir. DS ve DS+STB konuları arasında istatistiksel olarak fark çıkmazken, söz konusu konular ile DGS arasındaki fark önemli çıkmıştır.

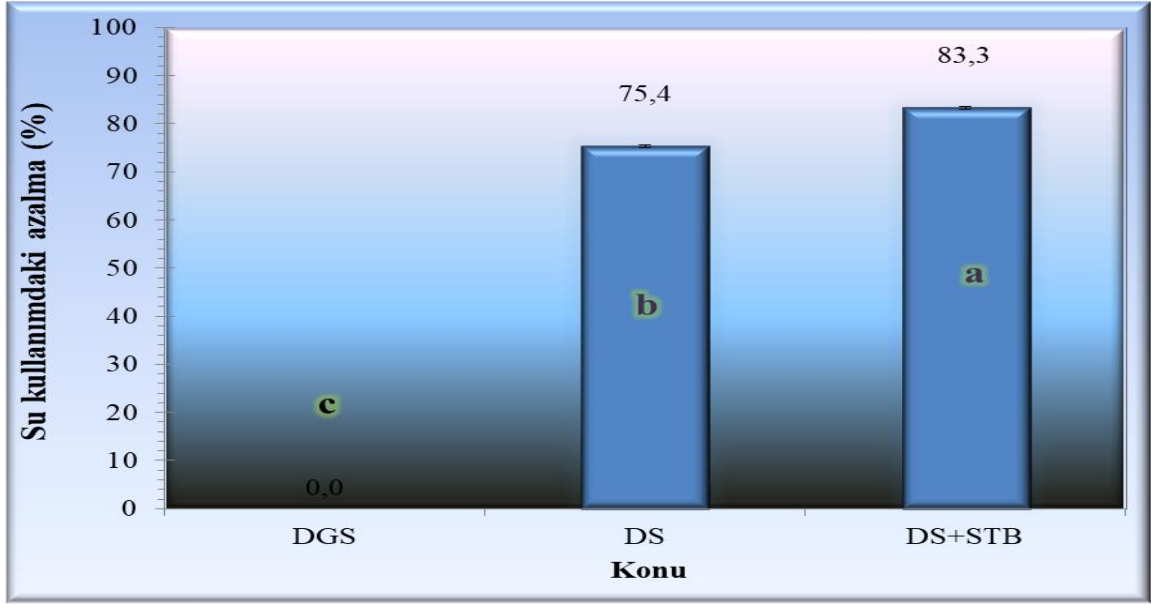


Şekil 4.13. Konulara ilişkin tane şekli değerleri

4.3. Su Kullanımdaki Azalma ve Verim Değişimi

4.3.1. Su Kullanımdaki Azalma

Çalışmada kıyas olarak ele alınan DGS konusunun toplam sulama suyunu miktarına göre diğer konuların su kullanımındaki azalma oranları Şekil 4.14'te gösterilmiştir. Çalışma sonucunda, çeltik bitkisinde DS ve DS+STB uygulamalarının su kullanımını önemli oranda azalttığı görülmüştür (Şekil 4.14). Su kullanımındaki en fazla azalma DS uygulaması ile su tutma bariyerinin uygulandığı DS+STB konusundan %83,3 elde edilmiştir.

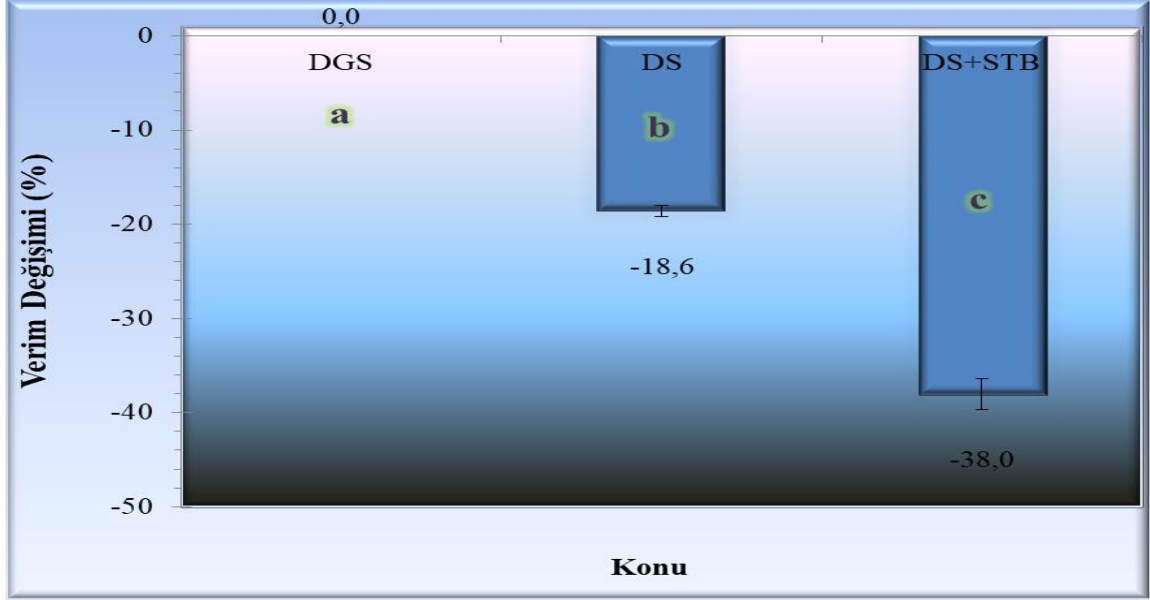


Şekil 4.14. Konulara ilişkin su kullanımdaki azalma

Sharda ve ark. (2016) çeltik üretiminde damla sulama yönteminin göllendirme sulamaya göre 3 kat daha fazla su tasarrufu olduğunu tespit etmişlerdir. Söz konusu çalışmayla elde edilen sonuçlar, bu çalışmayla uyum içindedir. Madhavan ve ark. (2003) Hindistan'da yapılan çeltikte damla sulama uygulaması ile su verimliliğinin arttığını bildirmişlerdir. Dunn ve ark. (2004) toprakaltı damla sulamayla göllendirmeye göre çeltik veriminin düştüğünü ve su kullanımının azaldığını bildirmişlerdir. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde 25 farklı çeltik çeşidinde yaptıkları çalışmada damla sulama uygulanan parsellerde %56 oranında daha az su kullanıldığını belirtmişlerdir (Anonim, 2009). Rao (2013) yaptığı çalışmada da damla sulamayla %47 oranında su tasarrufunun sağlanabileceğini bildirmiştir. Rajeev ve ark. (2018), geleneksel yöntem ve damla sulama yönteminin karşılaştırılması sonucunda DS konusunun %30,7 oranından daha az su kullanımının olduğunu tespit etmişlerdir. DS+STB konusunun DS konusuna göre %7,9 daha az su kullanılmasının su tutma bariyerinin etkisini göstermektedir. Demirel (2012) çim bitkisinde yaptığı çalışmada, farklı seviyelerdeki su tutma bariyerlerinin %35 ile %74 arasında su tasarruf sağladığını belirtmiştir. Demirel ve ark. (2018) çeltik bitkisinde yaptıkları çalışmada devamlı göllendirme sulama yönteminde su tutma bariyeri tekniğinin %27 oranında su tasarrufu sağladığını bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmalardan elde edilen bulgular ile bu çalışma uyum içindedir.

4.3.2. Verim Değişimi

Çalışmada referans olarak alınan DGS konusundan elde edilen verim değerlerine göre diğer konuların oransal değişimi Şekil 4.15’de verilmiştir.



Şekil 4.15. Konulara ilişkin verim değişimi

Yapılan istatistiksel analizde oransal verim değişimi bakımından tüm konuların farklı grupta yer aldığı ve DS ile DS+STB konularının veriminde sırasıyla %18,6 ve %38,0 oranlarında düşüşler olduğu görülmüştür (Şekil 4.15). DS ve DS+STB konuları sulama suyu miktarları bakımından önemli oranda su tasarrufu sağlamasına rağmen, verimde düşüslere sebep olduğu görülmüştür.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Damla sulama ve su tutma bariyeri uygulamaları çeltik bitkisine uygulanan sulama suyu miktarını, çeltik verimini ve verim parametrelerini önemli düzeyde etkilemiştir. Çalışma sonucunda, en yüksek verim (708 kg da^{-1}) DGS konusundan, en düşük verim ise DS+STB (439 kg da^{-1}) konusundan elde edilmiştir. Buna karşılık, en yüksek sulama suyu kullanım randımanı DS+STB ($0,5 \text{ kg da}^{-1}$) konusunda bulunmuştur. DGS konusuna oranla DS ve DS+STB konularında sırasıyla yaklaşık %75 ve %83 oranında daha az su kullanılmıştır. Daha az su kullanımına karşılık, verim değişiminde DS ve DS+STB konularında sırasıyla %18,6 ve %38 oranlarında verimler düşmüştür. Verim parametrelerinden kırksız randıman, bin tane ağırlığı, salkım sayısı ve tane genişliğinin uygulanan konulardan etkilenmemiştir. Bununla beraber tane uzunluğu ile tane şekli, DGS konusunda en düşük olmuştur. En yüksek salkımdaki tane sayısı, salkım boyu, bitki boyu ve pazar verimi ise DGS konusunda elde edilmiştir. İncelenen tüm kalite özelliklerine göre salkımdaki tane sayısının verimi doğrudan etkilediği anlaşılmıştır.

Geçtiğimiz yıllarda yaşanan meteorolojik kuraklık nedeniyle su kullanımının fazla olduğu çeltik yetiştiriciliği bazı alanlarda yasaklanmış ve buna bağlı olarak çeltik alanlarının ekilişinde önemli oranda azalmalar olmuştur. Bununla beraber kuraklık, kaçak sondaj kuyularının açılmasına ve yeraltı faal su kaynaklarının tükenmesine neden olmaktadır. Öncelikli olarak çeltik ekiminin yasaklandığı alanlarda ve daha sonrasında diğer ekilen alanlarda ciddi su kullanımını azalmaya yönelik olan bu çalışmada ele alınan yöntemlerin kullanımı ile yetiştiriciliğe izin verileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, bu yöntemlerde verimde azalmaya sebep olsa dahi, önemli oranda su kullanımındaki azalma nedeniyle çeltik alanlarında kullanılması önerilebilir. Bununla beraber, önemli düzeyde su kullanımını azaltan bu teknikler ile çeltik yetiştiriciliği için yeni ekim alanlarının ortaya çıkması sağlanabilir. Buna ilaveten, sulama işçiliği için ödenen yüksek miktarların bu çalışmada kullanılan yöntemlerle en aza indirileceği düşünülmektedir. Tarla hazırlığı kapsamında, derin sürmeye, lazerli tesviyeye gerek kalmayacağı ve hasat zamanında paletli biçerdöverlere ihtiyaç olmayacağından, işçilik, mazot ve zaman açısından tasarruf edileceği düşünülmektedir. Bu da tarımda, çiftçiler için en önemli olan gider masraflarının düşmesini sağlayacaktır.

Verim azalmasının önlenmesi amacıyla, sonraki araştırmalarda damla sulamaya uygun olacak şekilde ıslah edilmiş ya da edilebilecek farklı çeltik çeşitlerinin kullanılması, ayrıca çeltikte farklı kültürel işlemlerin ve yetiştiricilik tekniklerinin uygulandığı

çalışmaların yapılması önerilebilir.



KAYNAKLAR

- Amirpour M., Shorafa, M., Gorji, M., Naghavi, H., 2016. Effect of Subsurface Water Retention Using Polyethylene Membranes with Surface Mulch and Irrigation on Moisture, Temperature and Salinity of Sandy Soil of an Arid Region in Iran. *Advances in Environmental Sci. Int. J. of the Bioflux Society*, 8: 33-41.
- Anonim, 2003. Rice Irrigation in the Near East: Current Situation and Prospects for Improvement. FAO Regional Office for the Near East Cairo, Egypt. 1-23.
- Anonim, 2009. Ülkesel Çeltik Araştırmaları Projesi Raporları. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Edirne. 289-352.
- Anonim, (2 Kasım 2018). Edirne İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. 5 Haziran 2019, <http://edirne.ktb.gov.tr/TR-76439/enez-ilcesi.html>
- Anusha S., Nagaraju., 2015. Performance of Rice Genotypes Under Drip Irrigation in Comparison with Aerobic and Puddled Transplanted Contition. *Mysore J. of Agri. Sci.*, 49 (2): 193-197.
- Bansal R., Sharma, N., Soman, P., Singh, S., Bhardwaj, A. K., Pandiaraj, T., Bhardwaj R. K., 2018. On-Farm Irrigation in Rice for Higher Productivity and Profitability in Haryana, India. *Int. J. Cur. Microbiol. App. Sci.*, 7(2): 506-512.
- Beşer N., Gençtan, T., 1999. Trakya Bölgesi'nde Değişik Sulama Yöntemlerinin Çeltikte (*Oryza sativa* L.) Verim ve Bazı Tarımsal Karakterlere Etkisi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999, Adana, Genel ve Tahıllar, 311-316.
- Beşer N., Sürek, H., Şahin, S., Kaya, R., Tuna, B., Çakır, R., 2009. Çeltikte (*Oryza sativa* L.) Damla Sulama Araştırmaları Projesi Sonuç Raporu, Proje No: TAGEM/TA/07/07/04/001, Edirne.
- Black A.L. ve Greb B.W., 1962. Nitrate Accumulation in Soils Covered with Plastic Mulch. *Agron. Jour.*, 54: 336-340.
- Bouman B.A.M., Lampayan, R.M., Tuong, T.P. 2007. Water Management in Irrigated Rice: Coping with Water Scarcity. International Rice Research Institute, Los Banos.
- Çamoğlu G., 2004. Farklı Yapımcı ve Yapım Özelliklerine Sahip Damlatıcılarda Eş Su

- Dağılımının İncelemesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Demirel K., 2012. Toprakaltına Serilen Su Tutma Bariyerlerinin (STB) Toprak Su İçeriği ve Çim Bitkisi Gelişimi Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Demirel K., Çamoğlu G., Tatar Ö., Genç L., Nar H., Boran A., Eroğlu İ., 2018. Çeltik Bitkisinde Suyun Etkin Kullanımında Toprakaltı Damla Sulama ve Su Tutma Bariyerinin Kullanılması. BAP, Proje No: FBA-2017-1129.
- Drame M., 2016. Farklı Arazi Hazırlama Uygulamaları ile Farklı Sulama Suyu Derinliklerinin Çeltik (*Oryza sativa* L.) Verimine ve Su Kullanım Randımanına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye.
- Dunn B.W., Mathews S.K., Beecher H.G., Thompson J.A., Humphreys E., 2004. Growing Rice on Raised Beds in South-Eastern Australia. 4th Int. Crop Science Congress, 26 September – 1 October 2004, Brisbane, Australia, 705-709.
- Erickson A.E., Hansen C.M. ve Smucker A.J.M., 1968. The Influence of Subsurface Asphalt Barriers on the Water Properties and the Productivity of Sand Soils. 9th Int. Congress of Soil Science Transactions, 35: 331-337.
- Garrity D.P., Vejpas C. ve Herrera W.T., 1992. Percolation Barriers Increase and Stabilize Rainfed Lowland Rice Yields on Well Drained Soil. Proceedings of the International Workshop on Soil and Water Engineering for Paddy Field Management, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand. 413-421.
- Gong N., 2014. Life Cycle Assessment of Subsurface Water Retention Technology. Master Thesis (Yüksek Lisans Tezi), Michigan State University., USA.
- Govindan R., Grace T.M., 2012. Influence of Drip Fertigation on Growth and Yield of Rice Varieties (*Oryza sativa* L.). Madras Agric. J., 99(4-69): 244-247.
- Göney S., 1980. Sıcak Bölgelerde Ziraat Hayatı, Coğ. Enst. Yayın No: 116, Ed. Fak. Yay. No: 2732, Ed. Fak. Matbaası, İstanbul.
- IRRI, 1998. Sustaining Food Security Beyond the Year 2000: A Global Partnership for Rice Research, IRRI Rolling Medium-Term Plan 1999-2001. International Rice

Research Institute, Los Banos, Philippines.

Kün E., 1985. Sıcak İklim Tahılları. Ankara Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 953, Ders Kitabı, 275 – 317, Ankara.

Kün E., 2005. Tahıl ve Yemelik Baklagiller Üretimi. Türkiye Ziraat Müh. VI. Teknik Kongresi, ZMO, 1, 367-407, Ankara.

Meral R., Temizel K.E., 2006. Çeltik Tarımında Sulama Uygulamaları ve Etkin Su Kullanımı. KSU, Fen ve Müh. Derg., 9 (2):104-109.

Özgenç N., Erdoğan, F.C., 1988. DSİ Sulamalarında Bitki Su Tüketimleri ve Sulama Suyu İhtiyaçları. DSİ Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara, 88-91.

Parthasarathi T., Vanitha, K., Mohandass, S., Vered, E., Meenakshi, V., Selvakumar, D., Surendran, A., Lazarovitch, N., 2017. Effect of Drip Irrigation on Growth, Physiology, Yield and Water Use of Rice, J. of Agri. Sci., 9. Retrieved June 12, 2019, from 10.5539/jas.v9n1p154

Rajwade Y. A., Swain D. K., Tiwari K. N., 2014. Subsurface Drip Irrigation for Wet Season Rice Production Under Climatic Variability in India. Agricultural and Food Engineering Department, India Institute of Technology Kharagpur, Kharagpur Medinipur, West Bengal, India.

Rao K.V.R., 2013. Evaluation of Drip Irrigation System in Paddy Crop: A Viable Alternate to Conventional Water Management Practice in Paddy Cultivation. International Exhibition and Conference on Water Technologies, Environmental Technologies and Renewable Energy. Feb 13-14, Bombay Exhibition Centre, Mumbai, India.

Rao K.V.R., Gangwar, S., Keshri, R., Chourasia, L., Bajpai, A., Soni, K., 2017. Effects of Drip Irrigation System for Enhancing Rice (*Oryza sativa* L.) Yield under System of Rice Intensification Management, Applied Ecology and Environmental Research 15 (4): 487 - 495.

Rebecca, L. M. C., Peng, S., Shigemitsu, A., Hitoshi, S., 2004. Effect of Panicle Size on Grain Yield of IRRI-Released Indica Rice Cultivars in The Wet Season. Plant Production Science 7 (3): 271 - 276.

Sharda R, Mahajan G, Siag M, Singh A, Chauhan B.S., 2016. Performance of Drip

- Irrigated Dry Seeded Rice (*Oryza sativa* L.) in South Asia. Paddy Water Environ. Retrieved, August 6, 2019, from Doi:10.1007/s10333-016-531-5
- Shizhang P., Shousheng L., Goulang X., Zijing W., 1994. New Water Consumption Pattern of Rice Under Water-Saving Irrigation. Kluwer Academic Publishers, Irrigation and Drainage Systems 8, 97-108, Netherlands.
- Singh T.C., Prajapati B., Bhardwaj A.K. 2018. Effect of Drip Irrigation on Growth and Yield of Direct Seeded Rice (*Oryza sativa* L.). IJCS 2018, 6: 161-164.
- Smucker A.J.M. 1969. Asphalt Moisture Barriers Increase Water Use Efficiency in Rice and Sugarcane Cultures in Taiwan. Master Thesis (Yüksek Lisans Tezi). Michigan State University, USA.
- Soman P., 2012. Drip-Fertigation for Rice Cultivation. Asian Irrigation Forum, 11-12 April, Asian Development Bank, Manila, Philippines.
- Sürek H., Aydın H., Çakır R., Karata H., (1996). Rice Yield Under Sprinkler Irrigation. International Rice Research (IRRI), 21(3).
- Sürek H., 2002. Çeltik Tarımı Kitabı. Hasad Yayıncılık. İstanbul.
- Tabbal D.F., Bouman B.A.M., Bhuiyan S.I., Sibayan E.B., Sattar M.A. 2002. On-farm Strategies for Educing Water Input in Irrigated Rice; Case Studies in The Philippines. Agricultural Water Management, 56:93-112.
- Taşlıgil N., Şahin G., 2011. Türkiye’de Çeltik (*Oryza sativa* L.) Yetiştiriciliği ve Coğrafi Dağılımı. Adayıman Ü. Sos. Bil. Enst. Derg., 6, 182-203.
- Tuna B., 2012. Trakya koşulları çeltik (*Oryza sativa* L.) tarımında farklı sulama uygulamaları ve su-verim-kalite ilişkilerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye.
- TÜİK, 2018. Bitkisel Üretim İstatistikleri, Ankara.
- Tülücü K., 2003. Özel Bitkilerin Sulanması. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No:254, Adana.
- Vanitha K., Mohandass, S., 2014. Effect of Humic Acid on Plant Growth Characters and Grain Yield of Drip Fertigation Aerobic Rice (*Oryza sativa* L.). The Bioscan, 9: 45-

50.

Vijaykumar P., 2009. Optimization of Water and Nutrient Requirement for Yield Maximization in Hybrid Rice Under Drip Fertigation System Rice (*Oryza sativa* L.) Master Thesis (Yüksek Lisans Tezi), Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore.

Yadav S., Reyes, L., 2016. Why Invest in Optimizing Water Use in Rice Farming. *Rice Today*, 15(2): 34-36.

Yıldırım O. ve Korukçu, A. 1999. Damla Sulama Sistemlerinin Projelenmesi, Ankara Üniv. Ziraat Fak, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ders Notları (Basılmamış), 98-187.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hakan NAR

Doğum Yeri : Enez

Doğum Tarihi : 07/01/1992

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

1) Nar H., Çamoğlu G., Demirel K., 2018. Çeltikte Damla Sulama ile Su Tutma Bariyerinin Kullanımı. ÇOMÜ, Zir. Fak. Derg., 2:73-82.

b) Bildiriler -Uluslararası –Ulusal

1) Nar H., Camoğlu G., Demirel K., 2018. The Effects of Drip Irrigation and Water retention Barrier on Water Use and Yield in Rice. 1 st International Congress on Agricultural Structures and Irrigation, August 26-28, 2018, Antalya-Turkey.

2) Nar H., Çamoğlu G., Demirel K. Genc L.,2018. Techniques for Monitoring Plant Water Stress. 1 st International Congress on Agricultural Structures and Irrigation, August 26-28, 2018, Antalya-Turkey.

3) Camoglu G., Demirel K., Genc L., Akcal A., Eroglu I., Boran A., Nar H., 2018. Determination of Water Stress with Thermal Camera and NDVI Sensor in Tomato Plant. 1 st International Congress on Agricultural Structures and Irrigation, August 26-28 2018, Antalya-Turkey.

- 4) Camoglu G., Demirel K., Genc L., Kahrıman F., Akcal A., Nar H., Boran A., Eroglu I., 2018. Change of Pepper's Tugor Pressure according to Irrigation Levels. . 1 st International Congress on Agricultural Structures and Irrigation, August 26-28, 2018, Antalya-Turkey.
- 5) Demirel K., Camoglu G., Genc L., Nar H., 2018. The Use of Leaf Pressure Sensors to Determine Water Stress in Different Ornamental Plants. 1 st International Congress on Agricultural Structures and Irrigation Irrigation, August 26-28 2018, Antalya-Turkey.
- 6) Demirel K., Camoglu G., Akcal A., Genc L., Nar H., 2018. Investigation of the Effects of Different Irrigation Levels on Plant Properties of Zinnia. 1 st International Congress on Agricultural Structures and Irrigation, August 26-28, 2018, Antalya-Turkey.

c) Katıldığı Projeler

- 1) eltik Bitkisinde Suyun Etkin Kullanımında Toprakaltı Damla Sulama ve Su Tutma Bariyerinin Kullanımı, COMU-BAP, Proje No:1229, (2017-2018)
- 2) Turgor Basıncı ve Termografi Teknikleri Kullanarak Biberde Su Stresinin Belirlenmesi TÜBİTAK, Proje No: 116O264,(2017-2019)
- 3) Farklı Sulama Seviyelerinin Zinyanın Fizyolojik ve Morfolojik Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi BAP, Proje No:2589, (2018-2019)
- 4) Arduino Uyumlu Toprak Nem Sensörlerinin Hassasiyetlerinin Belirlenmesi BAP, Proje No:2610, (2018-2019)

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Şener Ticaret Ltd. Şti. (2015-2017), TÜBİTAK 116O264 No'lu proje bursiyeri (2018-2019)

İLETİŞİM

E-posta Adresi : hakannar22@gmail.com